

SERIE NORMATIVAS

NORMA 3.1-IC de la Instrucción de carreteras

Trazado



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA DE ESTADO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA GENERAL
DE INFRAESTRUCTURAS

DIRECCIÓN GENERAL
DE CARRETERAS

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:
<https://apps.fomento.gob.es/CVP/>

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:
<https://cpage.mpr.gob.es>

Título de la obra: **Trazado**. Norma 3.1-IC de la Instrucción de Carreteras
Autor: Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana, DG de Carreteras
Año de edición: 2020

Características edición digital:

1ª edición electrónica: septiembre 2020

Formato: PDF

Tamaño: 10,73 MB

Edita:

© **Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana**
Secretaría General Técnica
Centro de Publicaciones

NIPO Línea: 796-20-013-7

NIPO Papel: 796-20-014-2

Depósito Legal: M-24346-2020

Impreso en papel con gestión forestal certificada

Aviso Legal: Todos los derechos reservados. Esta publicación no puede ser reproducida ni en todo ni en parte, ni registrada, ni transmitida por un sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, salvo en aquellos casos específicamente permitidos por la Ley.



Prólogo a la edición

NORMA 3.1-IC TRAZADO, DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

La Norma 3.1-IC Trazado forma parte de la Instrucción de Carreteras y tiene como objeto definir los criterios aplicables en materia de trazado en los estudios y proyectos de carreteras de la Red de Carreteras del Estado. En la definición de dichos criterios se han tenido en cuenta los requisitos que las carreteras que se proyectan deben satisfacer desde un punto de vista funcional, lo cual incluye aspectos tan relevantes como la comodidad y la seguridad viaria de la circulación, así como consideraciones económicas y ambientales.

La primera versión de la mencionada Instrucción, aprobada por Orden de 11 de agosto de 1939 («BOE» del 27 de noviembre de 1939), se ocupaba fundamentalmente de cuestiones relacionadas con el trazado y la señalización.

A partir de 1961 comenzó a trabajarse en partes independientes de la Instrucción correspondientes a diferentes conceptos, tales como trazado, obras de tierra, drenaje, etc., que podían ser aprobadas inicialmente por Orden Circular. El 25 de marzo de 1963 se aprobó la Orden Circular 3.1-IC relativa a las normas para el trazado de las carreteras, que el 23 de abril de 1964 se elevó a Orden Ministerial de aprobación de la instrucción 3.1-IC “Características geométricas. Trazado” («BOE» de 23 de junio de 1964).

Si bien la Instrucción de 1964 ya contemplaba unos criterios de aplicación a los proyectos de autopistas, la evolución de la técnica y el desarrollo de la red de autopistas en España llevó a que doce años más tarde, y por Orden de 12 de marzo de 1976 («BOE» de 9 de abril de 1976), se aprobase la Norma complementaria de la 3.1-IC “Trazado de Autopistas”.

Durante los años noventa, la Dirección General de Carreteras emprendió la tarea de actualizar la citada instrucción e integrar en un solo texto las características geométricas exigibles a las diferentes clases de carreteras. Así, por Orden de 27 de diciembre de 1999 se aprobó la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras («BOE» de 2 de febrero de 2000), luego modificada por Orden de 13 de septiembre de 2001 («BOE» de 26 de septiembre de 2001).

Entre los años 2012 y 2016 se trabajó en una nueva actualización del texto con el objetivo de mejorar la calidad técnica de los estudios y proyectos de carreteras, adaptándose a la realidad y a las necesidades actuales de la red, especialmente en cuanto a la mejora de la seguridad viaria y al desarrollo de su funcionalidad como parte del sistema general de transporte.

Se realizó un importante esfuerzo de integrar conceptos de diseño anteriormente distribuidos en varios textos, que concluyó mediante la aprobación por Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero de esta cuarta versión de la norma de trazado (la tercera dedicada específicamente al trazado) de la Instrucción de Carreteras («BOE» de 4 de marzo de 2016).

Cabe destacar que esta norma de trazado constituye una de las principales herramientas en el diseño de carreteras que, con una visión flexible y abierta, permite hacer ingeniería concibiendo todos los elementos de la carretera de forma integral.

A continuación, en esta edición se presenta la vigente Norma 3.1-IC Trazado de la Instrucción de Carreteras, conforme al texto publicado en la Orden FOM/273/2016, de 19 de febrero, por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras («BOE» de 4 de marzo de 2016).

La redacción de esta versión de la norma ha correspondido a una comisión técnica nombrada por el Director General de Carreteras con fecha 8 de mayo de 2012, formada por los funcionarios de la Dirección General de Carreteras Fernando Angulo Pellegrero, Jesús Gómez de Barreda Lavín, José Antonio Hinojosa Cabrera, Alfredo López de La Fuente, Fernando Pedraza Majárrez, José Yuste Maicas, Fuencisla Sancho Gómez y Manuel Bruno Romero.

Previamente a dicha redacción, el profesor Sandro Rocci Boccaleri aportó un valioso documento de análisis comparativo de la normativa de trazado de diversos países europeos y americanos con la normativa española.

Han contribuido asimismo a la actual versión diversos funcionarios de la Dirección General de Carreteras, y numerosos ingenieros pertenecientes al ámbito de la consultoría y la docencia a través de su aportación de ideas y sugerencias al texto.

En la preparación de la presente edición han colaborado, además de los anteriores, Rosalía Bravo Antón y Juan Enrique Usechi Blanco, de la Subdirección General de Proyectos.

Madrid, enero 2020

ORDEN FOM/273/2016, DE 19 DE FEBRERO, POR LA QUE SE APRUEBA LA NORMA 3.1-IC TRAZADO, DE LA INSTRUCCIÓN DE CARRETERAS («BOE» DE 4 DE MARZO DE 2016)

Por Orden de 27 de diciembre de 1999 del Ministerio de Fomento se aprobó la Norma 3.1-IC Trazado, de la Instrucción de Carreteras («BOE» de 2 de febrero de 2000).

Las numerosas actuaciones llevadas a cabo desde entonces en los proyectos 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 vial y a la normativa técnica nacional e internacional han aconsejado proceder a su revisión.

En su nueva redacción se ha considerado necesario unificar las 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.

Esta orden se dicta en virtud de la habilitación legal otorgada al actual Ministro de Fomento en la disposición final única del Reglamento General de Carreteras, aprobado por Real Decreto 1812/1994, de 2 de septiembre. Asimismo, el citado reglamento, en el artículo 29, habilita al Ministro de Fomento, a propuesta de la Dirección General de Carreteras, para aprobar las normas e instrucciones a las que deban sujetarse los estudios de las carreteras estatales, las cuales deberán revisarse periódicamente para su actualización permanente.

Esta disposición ha sido sometida al procedimiento establecido 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.

Asimismo, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 24.1.c) de la Ley 50/1997, de 27 de noviembre, del Gobierno, la norma ha sido sometida al trámite de audiencia del sector afectado.

En su virtud, a propuesta de la Dirección General de Carreteras, con la conformidad del Secretario General de Infraestructuras y del Secretario de Estado de Infraestructuras, Transporte y Vivienda, 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 licitación, redacción, aprobación o aprobados, se regirán por la Instrucción vigente en el momento en el que se dio la orden de estudio inicial del proyecto correspondiente.

Disposición derogatoria única. *Cláusula derogatoria.*

Queda derogada la Orden de 27 de diciembre de 1999 del Ministerio de Fomento por la que se aprueba la Norma 3.1-IC Trazado de la Instrucción de Carreteras, y aquellas disposiciones 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 modificaciones posteriores que se opongan a lo establecido en la presente orden.

Disposición final primera. *Título competencial.*

Esta orden ministerial se dicta al amparo de lo dispuesto en el artículo 149.1.24.^a de la Constitución, que atribuye al Estado la competencia exclusiva en materia de obras públicas de interés general o cuya realización afecte a más de una comunidad autónoma.

Disposición final segunda. *Entrada en vigor.*

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

Madrid, 19 de febrero de 2016.

La Ministra de Fomento, Ana María Pastor Julián.

CAPÍTULO 1 INTRODUCCIÓN Y OBJETO DE LA NORMA	7
1.1 INTRODUCCIÓN	7
1.2 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN	7
CAPÍTULO 2 CARRETERAS: GENERALIDADES	9
2.1 DENOMINACIÓN DE LAS CARRETERAS.....	9
2.2 CLASES Y TRAMOS DE CARRETERAS.....	11
2.3 TIPOS DE PROYECTOS	13
2.4 ADECUACIÓN DEL DISEÑO DE LA CARRETERA A LA DEMANDA DE TRÁFICO	13
2.5 FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA VIARIO.....	14
2.6 CONCEPTO DE TRAMO URBANO Y PERIURBANO DE UNA CARRETERA	15
2.7 VÍAS CON CONSIDERACIÓN DE CARRETERA.....	16
2.8 ELEMENTO FUNCIONAL DE UNA CARRETERA	17
CAPÍTULO 3 DATOS BÁSICOS PARA EL ESTUDIO DEL TRAZADO	19
3.1 VELOCIDAD.....	19
3.2 VISIBILIDAD	20
3.2.1 DISTANCIA DE PARADA	20
3.2.2 VISIBILIDAD DE PARADA	23
3.2.3 DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO	24
3.2.4 VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO.....	24
3.2.5 DISTANCIA DE DECISIÓN	25
3.2.6 VISIBILIDAD DE DECISIÓN.....	25
3.2.7 DISTANCIA DE CRUCE	26
3.2.8 VISIBILIDAD DE CRUCE.....	28
3.2.9 ANÁLISIS DE LAS VISIBILIDADES MEDIANTE SIMULACIÓN	30
CAPÍTULO 4 TRAZADO EN PLANTA	31
4.1 GENERALIDADES.....	31
4.2 RECTAS	32
4.2.1 LONGITUDES MÍNIMA Y MÁXIMA.....	32
4.2.2 RECTA DE LONGITUD LIMITADA	33
4.3 CURVAS CIRCULARES	34
4.3.1 GENERALIDADES	34
4.3.2 CARACTERÍSTICAS.....	35
4.3.3 RADIOS Y PERALTES	36

4.4	CURVAS DE ACUERDO	37
4.4.1	FUNCIONES Y UTILIZACIÓN	37
4.4.2	FORMA Y CARACTERÍSTICAS	38
4.4.3	PARÁMETRO Y LONGITUD MÍNIMOS	39
4.4.3.1	Limitación de la variación de la aceleración centrífuga en el plano horizontal	40
4.4.3.2	Limitación por transición del peralte	41
4.4.3.3	Limitaciones por condiciones de percepción visual	42
4.4.4	LONGITUDES MÁXIMAS	46
4.4.5	DESARROLLO MÍNIMO	46
4.4.6	SIMETRÍA	46
4.4.7	CLOTOIDES DE VÉRTICE Y OTRAS ALINEACIONES	46
4.4.8	ÁNGULOS DE GIRO PEQUEÑOS	46
4.5	COORDINACIÓN ENTRE ALINEACIONES CURVAS CONSECUTIVAS	47
4.6	CONSISTENCIA DEL TRAZADO EN PLANTA EN CARRETERAS CONVENCIONALES	49
4.7	BOMBEO Y PERALTE	51
4.7.1	EJE DE GIRO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL	51
4.7.2	DESVANECIMIENTO DEL BOMBEO Y TRANSICIÓN DEL PERALTE	52
CAPÍTULO 5	TRAZADO EN ALZADO	57
5.1	GENERALIDADES	57
5.2	INCLINACIÓN DE LAS RASANTES	58
5.2.1	VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS	58
5.2.2	CARRILES ADICIONALES	59
5.2.3	TÚNELES	59
5.3	ACUERDOS VERTICALES	59
5.3.1	GENERALIDADES	59
5.3.2	PARÁMETROS MÍNIMOS DE LAS CURVAS DE ACUERDO VERTICAL	60
5.3.2.1	Consideraciones de visibilidad	60
5.3.2.2	Consideraciones de percepción visual	63
5.3.3	LONGITUDES DE LAS CURVAS DE ACUERDO VERTICAL	64
CAPÍTULO 6	COORDINACIÓN DEL TRAZADO EN PLANTA Y ALZADO	67
CAPÍTULO 7	SECCIÓN TRANSVERSAL	75
7.1	GENERALIDADES	75
7.2	CARRILES BÁSICOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO	75
7.3	SECCIÓN TRANSVERSAL EN PLANTA	77
7.3.1	ELEMENTOS Y SUS DIMENSIONES	77
7.3.2	MEDIANA Y TERCIANA	79
7.3.3	BOMBEO EN RECTA	79

7.3.4	PENDIENTES TRANSVERSALES EN CURVA.....	80
7.3.5	SOBREANCHO EN CURVAS.....	80
7.3.6	DESMONTES, RELLENOS, CUNETAS Y OTROS ELEMENTOS.....	81
7.3.7	ALTURA LIBRE	81
7.4	SECCIONES TRANSVERSALES SINGULARES.....	82
7.4.1	TÚNELES, SOTERRAMIENTOS Y CUBRIMIENTOS	82
7.4.1.1	Túneles, soterramientos y cubrimientos de longitud menor que doscientos metros (< 200 m).....	82
7.4.1.2	Túneles, soterramientos y cubrimientos de longitud mayor o igual que doscientos metros (≥ 200 m)	82
7.4.2	OBRAS DE PASO.....	86
7.4.2.1	Obras de paso de longitud menor que cien metros (< 100 m).....	86
7.4.2.2	Obras de paso de longitud mayor o igual que cien metros (≥ 100 m)	86
7.4.3	CARRILES ADICIONALES Y APARTADEROS	89
7.5	TRANSICIÓN DEL ANCHO DE CARRILES Y ARCENES	89
7.6	ANÁLISIS DE OBSTÁCULOS EN CALZADAS Y MÁRGENES.....	91
CAPÍTULO 8	CARRILES ADICIONALES Y OTROS ELEMENTOS DE TRAZADO	95
8.1	GENERALIDADES.....	95
8.2	ELEMENTOS DE CAMBIO DE TRAYECTORIA Y VELOCIDAD	96
8.2.1	CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD.....	96
8.2.1.1	Clases y tipos.....	96
8.2.1.2	Dimensiones.....	98
8.2.1.3	Pendiente transversal	100
8.2.2	CUÑAS DE CAMBIO DE VELOCIDAD	102
8.2.2.1	Clases.....	102
8.2.2.2	Dimensiones.....	102
8.2.2.3	Pendiente transversal	103
8.2.2.4	Cuñas reducidas.....	103
8.2.3	ENVOLVENTES DE GIRO Y APROXIMACIONES.....	104
8.3	CARRILES CENTRALES DE ALMACENAMIENTO Y ESPERA.....	107
8.4	CARRILES DE CONFLUENCIA O BIFURCACIÓN.....	109
8.5	CARRILES EN RAMPAY PENDIENTE	112
8.5.1	GENERALIDADES.	112
8.5.2	DISPOSICIÓN	112
8.5.3	DIMENSIONES	113
8.6	CARRILES DE TRENZADO.....	117
8.7	CARRILES DE ADELANTAMIENTO.....	118
8.8	CARRILES DE CONVERGENCIA Y DE DIVERGENCIA.....	120
8.9	PLATAFORMAS Y CARRILES ESPECIALIZADOS PARA CIRCULACIÓN DE DETERMINADOS TIPOS DE VEHÍCULOS	121

8.9.1	PLATAFORMAS Y CARRILES PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO (BUS)	121
8.9.1.1	Definición y tipos	121
8.9.1.2	Criterios de implantación y limitaciones.....	122
8.9.1.3	Secciones transversales	124
8.9.2	PLATAFORMAS PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO Y VEHÍCULOS DE ALTA OCUPACIÓN (BUS-VAO).....	125
8.9.3	PLATAFORMAS PARA VEHÍCULOS PESADOS (VP)	125
8.10	PARADAS DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO	126
8.11	APARTADEROS.....	128
8.11.1	APARTADEROS DE CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN	128
8.11.2	APARTADEROS DE EMERGENCIA.....	129
8.11.3	APARTADEROS PARA REVISIÓN Y CONTROL DE VEHÍCULOS PESADOS ...	130
8.12	LECHOS DE FRENADO.....	131
8.13	PASOS DE MEDIANA Y TERCIANA.....	133
8.14	RAMALES DE TRANSFERENCIA	134
8.15	VÍAS CICLISTAS ADYACENTES A CARRETERAS	136
CAPÍTULO 9	CONEXIONES Y ACCESOS A LAS CARRETERAS	137
9.1	GENERALIDADES.....	137
9.1.1	MANIOBRAS DE GIRO A LA DERECHA	139
9.1.2	MANIOBRAS DE GIRO A LA IZQUIERDA	141
9.2	CONEXIONES EN AUTOPISTAS, AUTOVÍAS Y CARRETERAS MULTICARRIL	143
9.2.1	VÍAS COLECTORAS-DISTRIBUIDORAS, RAMALES DE ENLACE Y RAMALES DE TRANSFERENCIA.....	143
9.2.1.1	Condiciones de utilización.....	143
9.2.1.2	Distancias.....	144
9.2.2	VÍAS DE SERVICIO, ÁREAS DE SERVICIO Y ÁREAS DE DESCANSO	151
9.2.2.1	Condiciones de utilización.....	151
9.2.2.2	Distancias.....	153
9.2.3	TRAMOS URBANOS Y PERIURBANOS.....	156
9.2.3.1	Conexiones intermedias de vías complementarias para regulación de accesibilidad y movilidad con autovías	156
9.2.3.2	Plataformas compartidas en autovías	156
9.2.3.3	Carreteras multicarril.....	160
9.2.3.4	Otros casos	160
9.3	CONEXIONES EN CARRETERAS CONVENCIONALES.....	160
9.3.1	CONDICIONES DE UTILIZACIÓN.....	160
9.3.2	DISTANCIAS	160
9.3.2.1	Tramos interurbanos.....	160
9.3.2.2	Tramos urbanos, periurbanos y travesías.....	164
9.4	CONEXIONES DE VÍAS DE SERVICIO	164

9.5	ACCESOS DIRECTOS EN CARRETERAS CONVENCIONALES Y VÍAS DE SERVICIO.....	166
9.5.1	ACCESOS EN CARRETERAS CONVENCIONALES	167
9.5.1.1	Accesos de instalaciones de servicios	167
9.5.1.2	Accesos de explotaciones donde se desarrollen actividades económicas que generen importantes tráficos	168
9.5.1.3	Accesos de caminos agrícolas y otras vías públicas sin consideración de carretera	168
9.5.1.4	Accesos de edificaciones residenciales aisladas o fincas sin una actividad económica que genere importantes tráficos	168
9.5.2	ACCESOS EN VÍAS DE SERVICIO	169
9.6	LIMITACIONES EN TRAMOS CON CARRILES ADICIONALES, OTROS ELEMENTOS DE TRAZADO Y OBRAS CON SECCIONES TRANSVERSALES SINGULARES.....	169
9.6.1	ELEMENTOS DE TRANSICIÓN DE LAS CONDICIONES DE CIRCULACIÓN Y CARRILES ADICIONALES.....	170
9.6.2	APARTADEROS, PARADAS DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO (BUS)Y LECHOS DE FRENADO	171
9.6.3	TÚNELES, SOTERRAMIENTOS Y CUBRIMIENTOS	171
9.6.4	OBRAS DE PASO DE SECCIÓN TRANSVERSAL REDUCIDA.....	172
CAPÍTULO 10	NUDOS	173
10.1	GENERALIDADES.....	173
10.2	CONCEPCIÓN Y ELECCIÓN DE UN NUDO	175
10.3	DELIMITACIÓN FÍSICA, ZONAS DE INFLUENCIA Y CENTROS DE UN NUDO.....	176
10.4	TRAZADO DEL NUDO	179
10.4.1	TRAYECTORIAS.....	179
10.4.2	EMPLAZAMIENTO	180
10.4.3	TRAZADO EN PLANTA	180
10.4.4	TRAZADO EN ALZADO.....	181
10.4.5	COORDINACIÓN PLANTA-ALZADO	181
10.4.6	SECCIÓN TRANSVERSAL	182
10.5	INTERSECCIONES	183
10.5.1	GENERALIDADES	183
10.5.2	PLANTA.....	183
10.5.3	ALZADO.....	184
10.5.4	INTERSECCIONES DE VÍAS CICLISTAS CON CARRETERAS	184
10.6	INTERSECCIONES TIPO GLORIETA.....	184
10.6.1	GENERALIDADES	184
10.6.2	PLANTA.....	185
10.6.3	ALZADO.....	188
10.6.4	SECCIÓN TRANSVERSAL.....	188
10.6.5	CONEXIÓN CON LA CALZADA ANULAR DE UNA GLORIETA	191

10.7	ENLACES.....	191
10.7.1	GENERALIDADES	191
10.7.2	RAMALES DE ENLACE	192
10.7.3	VELOCIDAD DE PROYECTO DE LOS RAMALES DE ENLACE.....	192
10.7.4	VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD EN LOS RAMALES DE ENLACE.....	193
10.7.5	CONEXIÓN DE LOS RAMALES DE ENLACE DE DOS CARRILES CON EL TRONCO	195
10.7.6	CONEXIÓN DE RAMALES DE ENLACE CON OTROS RAMALES DE ENLACE Y CON VÍAS COLECTORAS-DISTRIBUIDORAS.....	197
	GLOSARIO DE TÉRMINOS	199
ANEXO 1.	ESTIMACIÓN DE LAS INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS EN DIVERSAS CLASES DE CARRETERA.....	211
ANEXO 2.	ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD DE LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD.....	215
ANEXO 3.	DIMENSIONES DE LOS VEHÍCULOS PATRÓN	219
ANEXO 4.	TIPOS DE ALINEACIONES CURVAS	223
ANEXO 5.	VELOCIDADES EN LA CALZADA ANULAR DE UNA GLORIETA.....	227

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 recogen las condiciones relativas a la planta, al alzado y a la sección transversal, así como los criterios generales para obtener la adecuada coordinación entre ellos. Se incluyen criterios para su aplicación a secciones transversales singulares, nudos, conexiones y accesos.

Se tendrán en cuenta las afecciones del trazado en el entorno, según el uso actual y previsto 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 comodidad y seguridad. Para ello se evitarán los puntos en que las características geométricas obliguen a disminuir bruscamente la velocidad y se facilitará la percepción de las variaciones necesarias de velocidad mediante cambios progresivos de los parámetros geométricos con la ayuda de la señalización.

1.2 OBJETO Y ÁMBITO DE APLICACIÓN

El objeto de la Norma es definir los criterios aplicables en materia de trazado en los estudios y proyectos de carreteras de la Red de Carreteras del Estado, que proporcionen unas características adecuadas de funcionalidad, materializadas en la comodidad y en la seguridad de la circulación, compatibles con consideraciones económicas y ambientales.

Será de aplicación a estudios y proyectos de carreteras interurbanas (incluyendo en esta categoría las vías indicadas en el apartado 2.7) y a estudios y proyectos de tramos urbanos y periurbanos de carreteras con las peculiaridades derivadas de su función y clase. En estudios y proyectos de carreteras de montaña, de carreteras que discurren por espacios naturales de elevado interés ambiental o acusada fragilidad y de actuaciones en carreteras existentes, podrán disminuirse las condiciones exigidas en la presente Norma, justificándose adecuadamente.

Excepcionalmente, se podrán admitir cambios de los criterios desarrollados en la presente Norma con la suficiente y fundada justificación. En dichos casos el autor del proyecto deberá incluir en la Memoria del proyecto la citada justificación que deberá contar, en su caso, con la conformidad del Director del proyecto.

En casos especiales no contemplados en la presente Norma, el proyectista podrá acudir a las guías y a los textos publicados por la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento, a otros textos técnicos, o a la realización de estudios específicos.

No son objeto de la presente Norma criterios de proyecto para:

- Vías ciclistas.
- Caminos de servicio.
- Caminos agrícolas.

NOTA: Las figuras incluidas en la presente Norma no presuponen el diseño de la señalización horizontal. Esta deberá ser llevada a cabo de conformidad con lo prescrito en la Norma 8.2-IC "Marcas Viales".

Los conceptos, las definiciones y las clasificaciones incluidas en este Capítulo lo son únicamente a efectos de aplicación de esta Norma.

2.1 DENOMINACIÓN DE LAS CARRETERAS

Las carreteras o sus tramos se denominarán con una letra seguida de un número. La letra será A para las autopistas y autovías, y C para las carreteras convencionales y las carreteras multicarril. El valor numérico indica la velocidad de proyecto (V_p), expresada en kilómetros por hora (km/h), con independencia de la velocidad máxima permitida por la reglamentación.

Salvo justificación en contrario, se considerarán las siguientes denominaciones:

A-140	A-130	A-120	A-110	A-100	A-90	A-80						
					C-100	C-90	C-80	C-70	C-60	C-50	C-40	

Se establecen los siguientes Grupos:

- Grupo 1: Autopistas y autovías A-140 y A-130.
- Grupo 2: Autopistas y autovías A-120, A-110, A-100, A-90 y A-80 y carreteras C-100.
- Grupo 3: Carreteras C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40.

Las definiciones de autopista, autovía, carretera multicarril y carretera convencional, se incluyen en el Glosario de términos y se resumen en la Tabla 2.1.

TABLA 2.1
DEFINICIONES DE AUTOPISTA, AUTOVÍA, CARRETERA MULTICARRIL
Y CARRETERA CONVENCIONAL

CLASE DE CARRETERA	AUTOPISTA	AUTOVÍA	CARRETERA MULTICARRIL	CARRETERA CONVENCIONAL
Condición inicial	Carretera que está especialmente proyectada, construida y señalizada como tal y que reúne las siguientes características:			Carretera que no reúne las características de autopista, autovía o carretera multicarril.
Condición a)	Para cada sentido de circulación tendrá, como mínimo, una calzada con dos carriles.			
Condición b)	Las calzadas estarán separadas entre sí, salvo en tramos singulares, por una franja no destinada a la circulación.			
Condición c)	Los cruces con cualquier otra vía de comunicación o servidumbre de paso se efectuarán a distinto nivel.	Los cruces con cualquier otra vía de comunicación o servidumbre de paso se podrán efectuar a nivel.		
Condición d)	Sin accesos. Las propiedades colindantes y las vías de servicio no tendrán acceso directo a la misma.	Con acceso limitado. Las propiedades colindantes no tendrán acceso directo a la misma.		
Condición e)	Para exclusiva circulación de automóviles ¹ .	Para circulación de vehículos de motor ² .		

1 La definición de automóviles es la que figura en la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.

2 La definición de vehículos de motor es la que figura en la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial.

2.2 CLASES Y TRAMOS DE CARRETERAS

Atendiendo a sus características esenciales, se distinguen las siguientes clases:

A) Según la independencia de sus calzadas:

- **Carretera de calzadas separadas:** Es la que tiene calzadas diferenciadas para cada sentido de circulación, con una separación física entre ambas. Puede tener más de una calzada para cada sentido de circulación.
- **Carretera de calzada única:** Es la que tiene una calzada para ambos sentidos de circulación, generalmente sin separación física. Puede tener, excepcionalmente, un (1) sentido de circulación.

B) Según el grado de control de accesos³:

- **Sin accesos directos** (abreviadamente "Sin accesos"): Es aquella carretera en la que las entradas o salidas se realizan exclusivamente a través de nudos.
- **Con accesos directos limitados** (abreviadamente "Con accesos limitados"): Es aquella carretera en la que las entradas o salidas se pueden establecer a través de nudos o a través de vías de servicio con conexiones específicas.
- **Con accesos directos** (abreviadamente "Con accesos"): Es aquella carretera en la que no existen las limitaciones establecidas en los dos párrafos anteriores.

C) Según las condiciones orográficas:

Se tipificarán las carreteras según el tipo de relieve del terreno natural atravesado (Tabla 2.2), en función de la inclinación media (i_t) de la línea de máxima pendiente en valor absoluto, correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera.

TABLA 2.2

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

3 El concepto de "acceso" se define en el apartado 9.1 y en el Glosario.

D) Según las condiciones del entorno urbanístico:

- **Carretera interurbana.**
- **Tramo periurbano de carretera** (o carretera periurbana).
- **Tramo urbano de carretera** (o carretera urbana).

E) Según la funcionalidad del sistema viario:

- Carretera de calzadas separadas.
 - o Autopista.
 - o Autovía.
 - o Carretera multicarril⁴.
- Carretera de calzada única:
 - o Carretera convencional⁵.
 - o Otros tipos:
 - Carretera de sentido único de circulación.
 - Vía colectora-distribuidora.
 - Vía lateral⁶ (también denominada calzada lateral).
 - Ramal.
 - Vía de giro.
 - Vía de servicio.

Se denomina tramo a cualquier porción de una carretera comprendida entre dos secciones transversales cualesquiera con determinadas características de trazado homogéneas.

Se denomina tramo de proyecto a cada una de las partes en las que se divide un itinerario, a efectos de redacción de proyectos. En general, los extremos del tramo de proyecto coinciden o están próximos a puntos singulares, tales como intersecciones, enlaces, cambios en el medio atravesado, ya sean de carácter topográfico o de utilización del suelo.

Un tramo de proyecto podrá incluir diversos tramos con diferentes velocidades de proyecto (V_p) en función de la clase de carretera o de las características del trazado.

4 A efectos de aplicación de otras normas de carreteras, las carreteras multicarril serán consideradas como carreteras convencionales.

5 Los apartados y las referencias de esta Norma relativos a carreteras convencionales se aplican, salvo mención expresa en contrario, a carreteras de calzada única y doble sentido de circulación.

6 Su empleo se limita a tramos urbanos y periurbanos y, excepcionalmente, fuera de dichos tramos en reordenación de accesos llevados a cabo por el organismo titular de la carretera.

2.3 TIPOS DE PROYECTOS

Se distinguen los siguientes tipos de proyectos:

- **Proyecto de nuevo trazado:** Es aquel cuya finalidad es la definición de una vía de comunicación no existente o de la modificación funcional de una vía en servicio mediante un trazado independiente, que permita mantenerla con un nivel de servicio adecuado.
- **Proyecto de duplicación de calzada:** Es aquel cuya finalidad es la transformación de una carretera convencional 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 variaciones necesarias para alcanzar las características de autopista, autovía o carretera multicarril.
- **Proyecto de acondicionamiento:** Es aquel 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.
- **Proyecto de mejoras locales:** Es aquel cuya finalidad es la modificación de las características geométricas de elementos aislados de la carretera por necesidades funcionales y de seguridad.
- **Proyecto de actuaciones específicas:** Es aquel cuya finalidad es la mejora de algún elemento constitutivo de una carretera en servicio (firme, drenaje, señalización, balizamiento, sistemas de contención, iluminación, plantaciones, etc.).

La presente Norma no será de aplicación en los proyectos de mejoras locales y de actuaciones específicas.

2.4 ADECUACIÓN DEL DISEÑO DE LA CARRETERA A LA DEMANDA DE TRÁFICO

Sin perjuicio de otros criterios, la elección de la clase de carretera y de sus características deberá considerar la demanda de tráfico estimada en el año horizonte.

El diseño de una carretera o cualquier elemento de la misma, se establecerá en función de la intensidad y de la composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, considerando como tal el posterior en veinte (20) años al de la fecha de 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).

En el apartado 7.3 se incluyen las dimensiones de la sección transversal en planta de una carretera y los niveles de servicio mínimos correspondientes a una determinada velocidad de proyecto (V_p) en la hora de proyecto del año horizonte. En el Anexo 1 se incluyen tablas que recogen las máximas intensidades medias diarias admisibles, para diversas hipótesis, en las clases de carreteras más frecuentes.

2.5 FUNCIONALIDAD DEL SISTEMA VIARIO

El sistema de transporte por carretera tiene como objetivo fundamental satisfacer las necesidades de movilidad y accesibilidad de nuestra sociedad por este modo, lo cual desde el punto de vista de la infraestructura se debe concretar garantizando los desplazamientos de personas y mercancías en condiciones de comodidad y seguridad, proyectando dicha infraestructura con la adecuada funcionalidad.

La movilidad es la propiedad de un sistema viario que valora el número y la calidad de los desplazamientos, cuantificados respectivamente por la intensidad de tráfico y por la velocidad o el tiempo de recorrido.

La accesibilidad es la propiedad de un sistema viario que expresa la mayor o menor facilidad con que un lugar del territorio puede ser alcanzado.

En consecuencia, movilidad y accesibilidad son conceptos complementarios, de forma que una elevada movilidad es simultáneamente compatible con una baja accesibilidad al territorio y viceversa, una alta accesibilidad puede ser considerada con una baja movilidad. Este principio permite clasificar las clases de carreteras de forma conceptual, conforme se recoge en el esquema de la Figura 2.1.

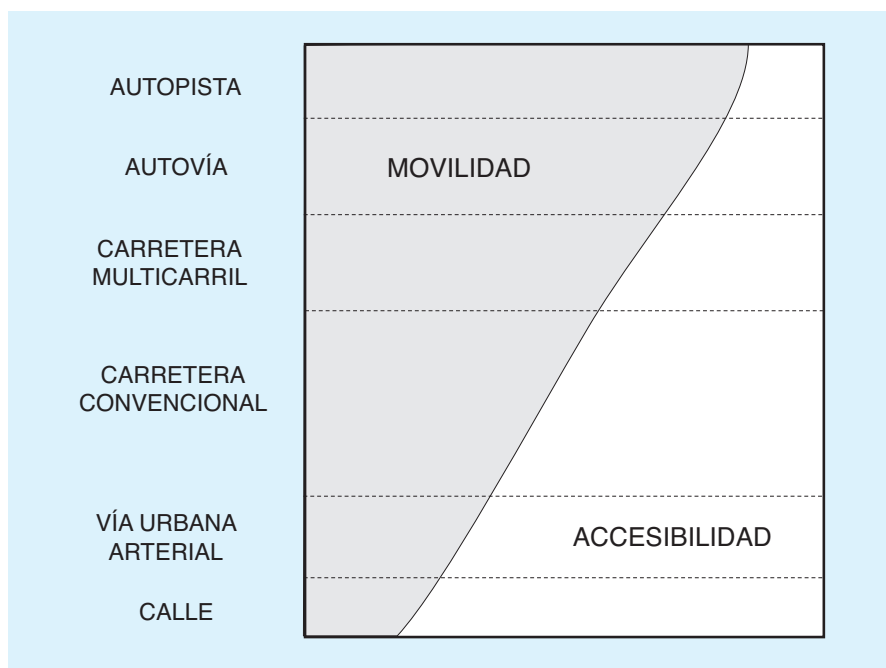
En relación con la movilidad y la accesibilidad en el diseño de las diferentes clases de carretera se deberá tener en cuenta que:

- Las autopistas y las autovías tendrán como ámbito de diseño el interurbano, periurbano y urbano estando su proyecto siempre dirigido hacia la máxima movilidad.
- Las carreteras multicarril se diseñarán en tramos urbanos y periurbanos con una movilidad inferior a las autopistas y autovías pero con una accesibilidad superior a ellas.
- Las carreteras convencionales tendrán como ámbito de diseño el interurbano, periurbano y urbano, pudiendo orientarse significativamente su proyecto hacia la movilidad o hacia la accesibilidad.
- Las travesías, las vías urbanas y las calles se orientarán fundamentalmente hacia la accesibilidad por lo que su ámbito de diseño es el urbano y, secundariamente, el periurbano.

Especial atención requerirá pues el diseño de los elementos que sirven de transición entre condiciones de movilidad y accesibilidad, a lo largo de una carretera o dentro de la propia sección transversal.

FIGURA 2.1

COMPLEMENTARIEDAD ENTRE MOVILIDAD Y ACCESIBILIDAD



2.6 CONCEPTO DE TRAMO URBANO Y PERIURBANO DE UNA CARRETERA

Se definen los siguientes conceptos aplicables a cualquier clase de carretera:

- **Tramo urbano de una carretera** (o abreviadamente "Carretera urbana") es aquel cuya zona de dominio público es colindante por ambas márgenes con suelos clasificados por el planeamiento vigente como urbanizados (según Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo o normativa que la sustituya). Para planeamientos vigentes no revisados con posterioridad al Real Decreto Legislativo 2/2008 se deberá entender como urbanizados los que están clasificados como urbanos.
- **Tramo periurbano de una carretera** (o abreviadamente "Carretera periurbana") es aquel cuya zona de dominio público es colindante por una margen con suelos clasificados por el planeamiento vigente como urbanizados (según Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo o normativa que la sustituya). A estos efectos, también tendrán la consideración de periurbano los tramos de cuatro kilómetros (4 km) anteriores y posteriores a un tramo urbano de la misma carretera cuando este tenga una longitud superior a un kilómetro (> 1 km).

Una travesía es la parte de un tramo urbano, y excepcionalmente periurbano, de una carretera convencional o multicarril en la que existen edificaciones consolidadas al menos en las dos terceras partes de su longitud y un entramado de calles en al menos una de las márgenes que conecta con dicha carretera.

Si en un determinado tramo de carretera el tráfico de largo recorrido supera el cuarenta por ciento (> 40 %) del tráfico total, no se aplicarán los conceptos de urbano y periurbano, salvo que se trate de una travesía. Se entenderá por tráfico de largo recorrido aquel que no tiene el origen o el destino en la población o área metropolitana de la que forme parte.

Si la normativa urbanística no permitiese definir inequívocamente los suelos clasificados por el planeamiento vigente como urbanizados o la funcionalidad de la carretera lo requiere, el organismo titular de la carretera podrá delimitar, a efectos de aplicación de la presente Norma, los tramos urbanos y periurbanos.

Por otra parte, los condicionantes del entorno urbano o periurbano de las carreteras (edificaciones, accesos, instalaciones existentes, etc.) pueden restringir la aplicación de las condiciones de diseño fijadas en esta Norma. La coexistencia de itinerarios con alta movilidad dedicados al tráfico de largo recorrido e itinerarios cuya función primaria es la accesibilidad, unido a velocidades características menores de los vehículos y a porcentajes significativos de usuarios que circula habitualmente por ellos, justificarán los siguientes aspectos que podrían modificarse:

- Sección transversal de la carretera (ancho de los carriles y arcenes, aceras en travesías, etc.).
- Velocidad de proyecto (V_p).
- Tipología de accesos y distancias entre ellos.

2.7 VÍAS CON CONSIDERACIÓN DE CARRETERA

Tendrán la consideración de carretera:

- Vías complementarias a la calzada central:
 - o Vías para regulación de accesibilidad y movilidad:
 - Vías colectoras-distribuidoras.
 - Vías de servicio.
 - Vías laterales (también denominadas calzadas laterales).
 - o Vías especializadas en determinados tipos de vehículos:
 - Vías para vehículos de transporte colectivo (BUS).
 - Vías para vehículos con alta ocupación (VAO).
 - Vías para vehículos pesados (VP).
- Vías de conexión:
 - o Ramales de enlace.
 - o Ramales de transferencia.
 - o Vías de giro.
 - o Calzadas anulares.

2.8 ELEMENTO FUNCIONAL DE UNA CARRETERA

Elemento funcional de una carretera es cualquier obra o instalación de dominio público que contribuya a facilitar que la carretera cumpla las funciones para las que ha sido proyectada. Entre ellas se incluyen tanto las permanentemente afectas a la conservación de la carretera o a la explotación del servicio público viario, como las destinadas a descanso, estacionamiento, auxilio y atención médica de urgencia, pesaje, parada de vehículos de transporte colectivo, apartadero, lecho de frenado y otros fines auxiliares o complementarios.

También son elementos funcionales de la carretera:

- a. Los centros operativos y las zonas de dominio público destinadas a la conservación y explotación de la carretera.
- b. Las áreas de servicio de concesión administrativa.
- c. Las vías de servicio promovidas o autorizadas por el organismo titular de la carretera.
- d. Otros que se establezcan reglamentariamente.

DATOS BÁSICOS PARA EL ESTUDIO DEL TRAZADO

3.1 VELOCIDAD

El trazado de una carretera se definirá en relación con la velocidad a la que se estima que circularán los vehículos en condiciones de comodidad y seguridad.

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 con la limitación genérica de velocidad asociada a ella, así como las características propias de las secciones próximas.

A efectos de aplicación de la presente Norma, se consideran:

- Velocidad específica de una curva circular (V_e): Velocidad que puede mantener un vehículo a lo largo de una curva circular considerada aisladamente, en condiciones de comodidad y seguridad, 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 dicha velocidad.
- Velocidad de proyecto de un tramo (V_p): Velocidad para la que se definen las características geométricas del trazado de un tramo de carretera en condiciones de comodidad y seguridad.
- Velocidad de recorrido de un tramo (V_r): Media armónica ponderada de las velocidades de recorrido de subtramos homogéneos, dada por la expresión:

$$V_r = \frac{\sum l_k}{\sum (l_k / V_{rk})}$$

Siendo:

l_k = Longitud del subtramo k.

V_{rk} = Velocidad de recorrido de un subtramo k, calculada como el cociente entre su longitud y el tiempo medio de recorrido de todos los vehículos que circulan por dicho subtramo, incluyendo los tiempos de demora debidos a detenciones o paradas.

Se considerará que un subtramo homogéneo es aquel en el que la velocidad se puede considerar constante.

- Velocidad libre (V_l): Velocidad a la que puede circular un vehículo ligero sin más condicionantes que las características de la carretera y el límite establecido por la regulación legal vigente.

- V_{85} : Velocidad operativa característica de un elemento, representada por el percentil ochenta y cinco (85) de la distribución de velocidades libres temporales de vehículos ligeros observadas en servicio. En fase de proyecto deberá ser estimada.

Para comparar velocidades entre tramos se analizarán las condiciones del trazado en un tramo adyacente de longitud no menor que diez kilómetros ($\neq 10$ km), salvo que se modifique la clase de carretera por alguno de los criterios indicados en el apartado 2.2.

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

- Condiciones topográficas y del entorno.
- Características ambientales.
- Consideración de la función de la vía dentro del sistema de transporte por carretera.
- Homogeneidad del itinerario.
- Condiciones económicas.
- Distancias entre conexiones o accesos y sus tipologías.

3.2 VISIBILIDAD

En cualquier punto de la carretera el conductor de un vehículo deberá tener una visibilidad que dependerá de la forma, las dimensiones y la disposición de los elementos del trazado (ver epígrafe 3.2.9).

Para que las distintas maniobras puedan efectuarse en condiciones de comodidad y seguridad, se necesitará una visibilidad mínima que dependerá de la velocidad de los vehículos y del tipo de dichas maniobras.

En la presente Norma se consideran: visibilidad de parada, visibilidad de adelantamiento, visibilidad de decisión y visibilidad de cruce.

El punto de vista del conductor se fija, a efectos del cálculo, a una altura de un metro y diez centímetros (1,10 m) sobre la calzada y a una distancia de un metro y cincuenta centímetros (1,50 m) del borde izquierdo de cada carril, por el interior del mismo y en el sentido de la marcha.

Las visibilidades se calcularán siempre para condiciones óptimas de iluminación.

3.2.1 DISTANCIA DE PARADA

Se define como distancia de parada (D_p) la distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse ante un obstáculo inesperado en su trayectoria, medida desde su posición en el momento de aparecer el objeto que motiva la detención. Incluye la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado. Se estimará mediante la expresión:

$$D_p = \frac{V \cdot t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254 \cdot (f_1 + i)}$$

Siendo:

D_p = Distancia de parada (m).

V = Velocidad al inicio de la maniobra de frenado (km/h).

f_l = Coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado rueda-pavimento.

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

t_p = Tiempo de percepción y reacción (s).

A efectos de diseño se considerará como distancia de parada, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto (V_p) del tramo considerado.

El coeficiente de rozamiento longitudinal movilizado (f_l) en una maniobra de frenado para diferentes valores de la 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 será de dos segundos (2 s).

TABLA 3.1

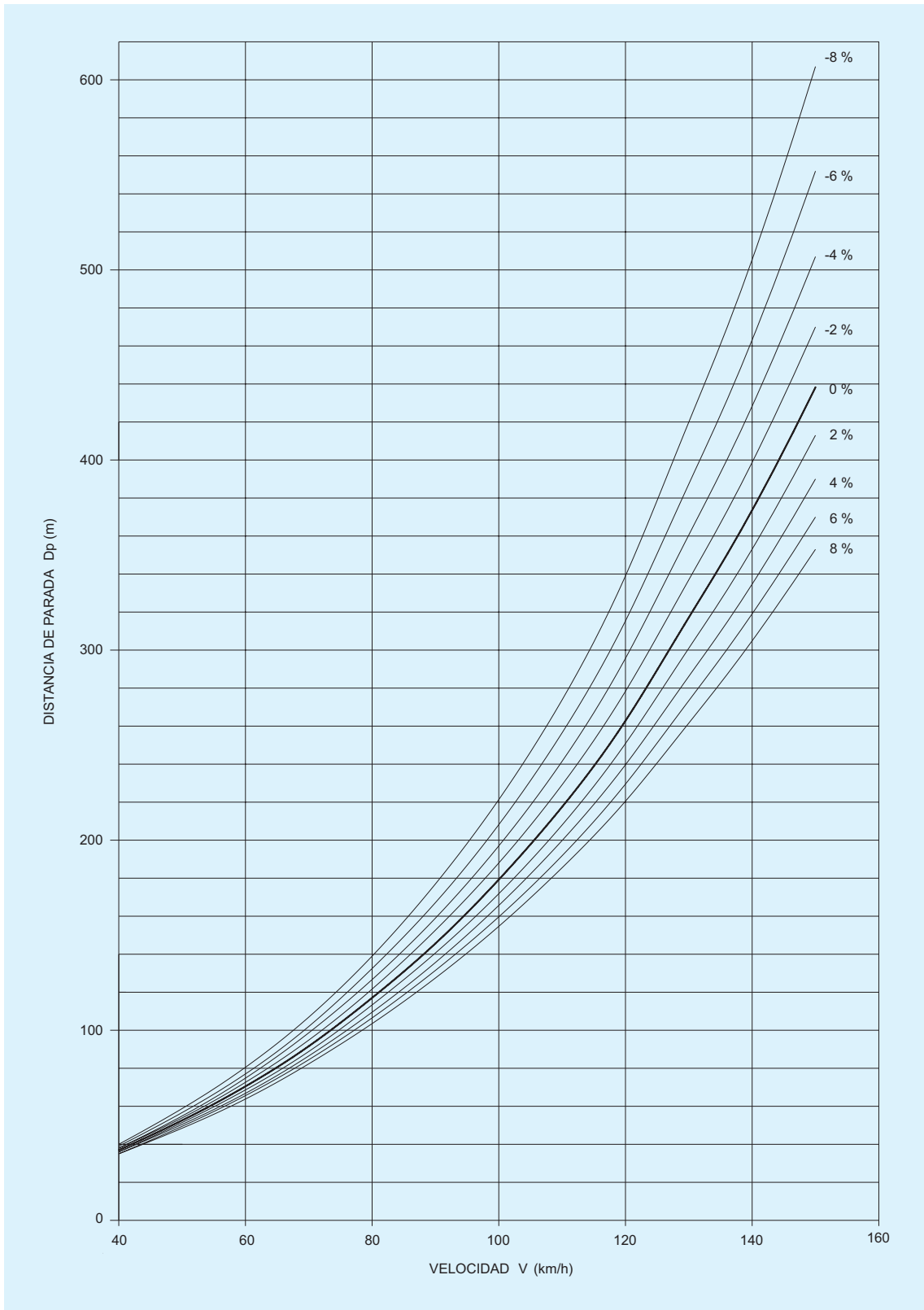
**COEFICIENTE DE ROZAMIENTO LONGITUDINAL MOVILIZADO (f_l)
EN UNA MANIOBRA DE FRENADO**

V (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
f_l	0,432	0,411	0,390	0,369	0,348	0,334	0,320	0,306	0,291	0,277	0,263

Estos valores de los coeficientes (f_l) de rozamiento longitudinal proporcionan unas deceleraciones del vehículo cómodas para el usuario que deba detener, de forma controlada, el vehículo ante un obstáculo que se encuentre en su trayectoria.

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.

FIGURA 3.1
DISTANCIA DE PARADA



3.2.2 VISIBILIDAD DE PARADA

Se define la visibilidad de parada dentro de un carril como la distancia que existe entre un vehículo y un obstáculo situado en su trayectoria, en el momento en que el conductor puede divisarlo sin que luego desaparezca de su campo visual. La distancia se medirá a lo largo del carril.

Para el cálculo de la visibilidad de parada, se fijará la altura del obstáculo sobre la rasante de la calzada en cincuenta centímetros (50 cm)⁷, pudiendo situarse en cualquier punto de la sección transversal del carril (sección de obstáculo). En los tramos de carretera donde se considere que puedan existir obstáculos con altura inferior a cincuenta centímetros (< 50 cm) se analizará la conveniencia de fijar otra altura del obstáculo con un valor no inferior a veinte centímetros ($\nless 20$ cm).

Se considera que un obstáculo es divisible siempre que pueda trazarse una visual entre el punto de vista del conductor y todos los puntos superiores del obstáculo.

Se podrá considerar que las pilas y estribos de estructuras, los sistemas de contención de vehículos y los elementos de señalización e iluminación de la carretera no suponen un obstáculo intermedio para la visual siempre que, una vez divisada completamente la sección de obstáculo, ésta ha quedado parcialmente oculta por el obstáculo intermedio en no más de un metro ($\nless 1,00$ m).

La visibilidad de parada deberá ser superior a la distancia de parada calculada con la velocidad de proyecto (V_p) del correspondiente tramo, en cuyo caso se dice que existe visibilidad de parada.

Si en una autopista o autovía se efectúa una ampliación de carriles por la mediana y como consecuencia de ello también disminuye la visibilidad de parada en el carril ampliado respecto a la existente en el resto de los carriles, se podrá mantener la limitación de velocidad anterior a la ampliación en toda la calzada cuando se cumplan simultáneamente las siguientes condiciones⁸:

- La visibilidad de parada en el nuevo carril no será menor que la distancia de parada correspondiente a una velocidad veinte kilómetros por hora ($\nless 20$ km/h) inferior a la existente antes de la ampliación.
- La capa de rodadura de dicho carril deberá tener características de rozamiento entre neumático y pavimento superiores a las exigidas por la Normativa vigente⁹.

Para garantizar la existencia de visibilidad de parada cuando se efectúen ampliaciones por la mediana, en el diseño inicial de una carretera de calzadas separadas se analizarán las consecuencias de futuras ampliaciones con el fin de considerar la posibilidad de proyectar una mediana con un ancho superior al mínimo establecido en el epígrafe 7.3.2.

7 Valor considerado representativo de obstáculos previsible.

8 La normativa de tráfico vigente prohíbe circular a los vehículos pesados por el tercer o cuarto carril de la calzada de una autopista o autovía.

9 Exigiéndose una macrotextura superficial mayor que 1,2 mm calculada de acuerdo con la Norma UNE-EN 13036-1:2010. Esta norma podrá ser sustituida por otras de las utilizadas en cualquiera de los otros Estados miembros de la Unión Europea, o que sean parte del Acuerdo sobre el Espacio Económico Europeo, y en aquellos Estados que tengan un acuerdo de asociación aduanera con la Unión Europea, siempre que se demuestre que poseen idénticas especificaciones técnicas.

3.2.3 DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO

A efectos de aplicación de la presente Norma y del cálculo de los tramos con distancia de adelantamiento en carreteras convencionales, se define como distancia de adelantamiento D_{a1} , 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. Se medirá a lo largo del eje que separa los dos sentidos de circulación y se obtendrá teniendo en cuenta las siguientes condiciones:

- Para iniciar la prohibición de adelantar (final de la marca vial discontinua), valores menores que los de la distancia D_{a1} indicados en la Tabla 3.2.

TABLA 3.2

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D_{a1} (m)	50	75	100	130	165	205	250

Siendo:

V_p = Velocidad de proyecto del tramo considerado.

Si no existe la distancia mínima requerida D_{a1} se dispondrá marca vial continua.

- Para finalizar la prohibición de adelantar (inicio de la marca vial discontinua), los valores de la distancia D_{a2} indicados en la Tabla 3.3.

TABLA 3.3

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100
D_{a2} (m)	150	180	220	260	300	340	400

Siendo:

V_p = Velocidad de proyecto del tramo considerado.

- Cuando entre dos prohibiciones de adelantamiento quede un tramo de marca vial discontinua de longitud inferior a la indicada en la Tabla 3.3, se unirán ambas prohibiciones, de modo que no se permitirá adelantar en tramos de longitud inferior a la distancia D_{a2} .

La utilización de las Tablas 3.2 y 3.3 supone que la velocidad máxima señalizada en el tramo coincide con la velocidad de proyecto (V_p).

3.2.4 VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO

En carreteras convencionales se considerará como visibilidad de adelantamiento la distancia disponible, medida a lo largo del eje que separa ambos sentidos de circulación, entre la posición del vehículo que efectúa la maniobra de adelantamiento y la posición del vehículo que circula en sentido opuesto, en el momento en que pueda divisarlo y sin que luego desaparezca de su vista hasta finalizar dicha maniobra.

Para determinar la posición del vehículo que circula en sentido opuesto se admitirá, de forma simplificada, que es visible cuando pueda trazarse una visual sin obstáculo desde el punto de vista del vehículo que efectúa la maniobra de adelantamiento hasta un punto del vehículo que circula en sentido opuesto situado a una altura de un metro y diez centímetros (1,10 m) y a una distancia de un metro y cincuenta centímetros (1,50 m) del eje que separa los dos sentidos de circulación.

Se procurará obtener tramos de la máxima longitud posible en los que la visibilidad de adelantamiento sea mayor que la distancia de adelantamiento D_{a2} .

Para poder garantizar un nivel de servicio determinado en una carretera convencional será necesario conocer, en la hora de proyecto, las intensidades de tráfico en cada sentido con el porcentaje de vehículos pesados y estudiar las posibilidades de adelantamiento. Si no se obtuviesen oportunidades de adelantamiento suficientes para garantizar el citado nivel de servicio será necesario considerar la opción de disponer carriles de adelantamiento (apartado 8.7).

La señalización de prohibición de adelantamiento se hará de acuerdo con la Norma 8.2-IC "Marcas Viales".

3.2.5 DISTANCIA DE DECISIÓN

Se define como distancia de decisión D_d , la distancia medida a lo largo de la trayectoria que realiza un vehículo para que su conductor, en un entorno viario que puede estar visualmente congestionado, perciba la información proporcionada por la señalización y la existencia de una situación inesperada o difícil de percibir, las reconozca, valore el riesgo que representan, adopte una velocidad y una trayectoria adecuadas y lleve a cabo con seguridad y eficiencia la maniobra necesaria.

La distancia de decisión D_d corresponde a la distancia recorrida en diez segundos (10 s) a la velocidad de proyecto (V_p) del tramo considerado y sus valores mínimos se indican en la Tabla 3.4.

TABLA 3.4
DISTANCIA DE DECISIÓN

V_p (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
D_d (m)	110	140	170	195	225	250	280	305	335	365	390

Siendo:

V_p = Velocidad de proyecto del tramo considerado.

D_d = Distancia de decisión.

3.2.6 VISIBILIDAD DE DECISIÓN

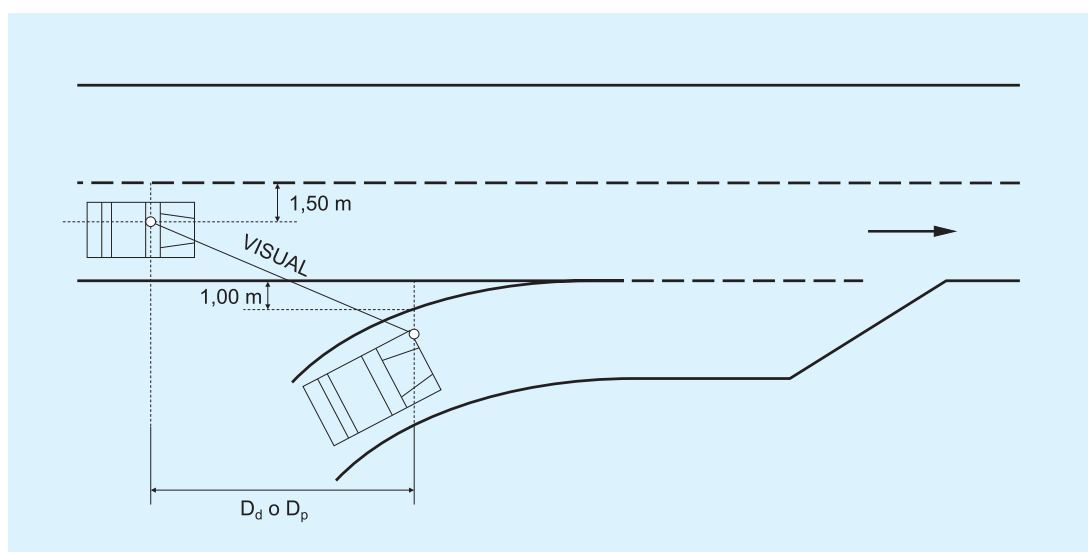
Se considerará como visibilidad de decisión la distancia en línea recta entre la posición de un vehículo en movimiento (definido por el punto de vista del conductor) y el elemento que debe observar el conductor medida sobre el eje de la carretera.

Los carteles laterales, las banderolas y los pórticos de salida inmediata deberán ser percibidos a una distancia mayor que los valores mínimos de la distancia de decisión D_d indicados en la Tabla 3.4. La distancia entre el punto de vista del conductor y el centro geométrico de los carteles de salida inmediata se medirá en línea recta.

La esquina delantera izquierda¹⁰ de un vehículo ligero (turismo) situado en la sección característica de un metro (1,00 m) en el centro del carril de aceleración de un ramal de enlace o una vía de giro de un nudo, deberá ser advertida por los conductores de los vehículos que circulan por los carriles básicos de un nudo a la distancia de parada D_p (mínimo) o a la distancia de decisión D_d (deseable) (Figura 3.2).

FIGURA 3.2

VISIBILIDAD DE DECISIÓN O PARADA RESPECTO DE UN VEHÍCULO SITUADO EN EL INICIO DE UN CARRIL DE ACELERACIÓN



Si en la aproximación a un nudo no se dispone de esta visibilidad de decisión se mejorará la percepción de los conductores mediante reducción de la velocidad señalizada en el tramo o mediante la implantación de ayudas a la conducción.

3.2.7 DISTANCIA DE CRUCE

Se define como distancia de cruce D_c , para un determinado movimiento de cruce (generalmente en carreteras convencionales), la distancia que puede recorrer un vehículo sobre una vía, durante el tiempo que otro emplea en realizar el citado movimiento de cruce atravesando dicha vía total o parcialmente. Se estimará mediante la fórmula:

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

¹⁰ A una altura de cincuenta centímetros (50 cm).

Siendo:

D_c = Distancia de cruce (m).

V = Velocidad (km/h) en la vía atravesada.

t_c = Tiempo en segundos que se tarda en realizar el movimiento completo de cruce.

Se considerará como distancia de cruce mínima, la obtenida a partir del valor de la velocidad de proyecto (V_p) de la vía atravesada.

El valor de t_c para movimientos de cruce de una vía con prioridad de paso (Figura 3.3) y para movimientos de cruce con maniobra de giro a la izquierda con carriles centrales de almacenamiento y espera, se obtendrá de la fórmula:

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

Siendo:

t_p = Tiempo de percepción y reacción del conductor, en segundos. Se adoptará un valor de dos segundos ($t_p = 2$ s).

l = Longitud (m) del vehículo que atraviesa la vía. Se considerarán los valores de la Tabla A3.1 (Anexo 3), en función del vehículo patrón característico.

w = Ancho (m) total de los carriles atravesados.

j = Aceleración del vehículo que realiza el movimiento de cruce, en unidades "g". Se considerarán los siguientes valores, en función del vehículo que cruza:

$j = 0,055$ para vehículos articulados.

$j = 0,075$ para vehículos pesados rígidos.

$j = 0,150$ para turismos y furgones.

La determinación de las dimensiones y de la aceleración del vehículo que realiza el movimiento de cruce se establecerá a partir de la composición del tráfico, adoptándose como distancia de cruce la más desfavorable.

El valor de (t_c) para movimientos de cruce del sentido opuesto por maniobra de giro a la izquierda sin carriles centrales de almacenamiento y espera (Figuras 3.4 y 3.5) se obtendrá de la fórmula:

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

Deberá estimarse el tamaño del hueco disponible en las corrientes de tráfico que resulta necesario cruzar, en función de las correspondientes intensidades horarias de proyecto. Cuando el tiempo necesario para realizar el movimiento completo de cruce (t_c), sea superior al tiempo correspondiente al tamaño del hueco disponible se podrán admitir para el movimiento de cruce las demoras indicadas en la Tabla 3.5.

TABLA 3.5

TIPO DE INTERSECCIÓN	DEMORA (s/veh)
Interurbana	60
Periurbana	120
Con una IMD de giro < 10 vehículos/día	180

Si se sobrepasaran los valores de demora indicados en la Tabla 3.5, el movimiento de cruce deberá realizarse de otra forma. En tramos urbanos serán admisibles demoras superiores, debiendo procurarse en todo caso no superar un valor de doscientos cuarenta segundos por vehículo (\neq 240 s/veh).

3.2.8 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 de la carretera atravesada. Estará determinada por las dos condiciones siguientes (Figura 3.3):

- El conductor de un vehículo que circula por una vía puede ver si otro vehículo se dispone a cruzar dicha vía.
- El conductor de un vehículo que va a cruzar la vía ve al vehículo que se aproxima.

Se considerará a todos los efectos que el vehículo que realiza el movimiento de cruce desde la conexión o el acceso, parte del reposo y está situado a una distancia, medida perpendicularmente al borde del carril más próximo de la vía preferente, de tres metros (3,00 m).

Si el movimiento de cruce se realiza mediante una maniobra de giro a la izquierda atravesando el sentido opuesto (Figura 3.4) y no existe carril central de espera, se supondrá que el vehículo que lo realiza se sitúa a una distancia, medida perpendicularmente al borde del carril más próximo de la vía a la que se dirige mediante dicho cruce, de cinco metros (5,00 m). Si existe carril central de espera, la distancia se reduce a tres metros (3,00 m).

Para el cálculo de la visibilidad de cruce, con independencia del vehículo patrón característico que realiza la maniobra A, se tomará como altura del punto de vista del conductor un metro y diez centímetros (1,10 m).

Los vehículos B y C que se aproximan a la intersección, cuando un vehículo A pretende realizar la maniobra de cruce, se considerarán simplificadaamente como turismos, teniendo en cuenta que el vehículo A constituye un obstáculo identificable a una altura de cincuenta centímetros (50 cm), debiendo comprobarse la situación inversa en la que el vehículo A es el que se aproxima a la intersección.

Dichos vehículos B y C, además de la obligada visibilidad de parada, deberán disponer de la correspondiente visibilidad de decisión, tanto respecto del vehículo que efectúa el movimiento de cruce, considerando el obstáculo a una altura de cincuenta centímetros (50 cm), como respecto a la cartelería de la señalización de orientación dispuesta en el cruce.

Cuando la intersección corresponda a un acceso particular con una IMD menor que diez (< 10) vehículos/día sin vehículos pesados, y por tanto no tenga uso público, será suficiente que los vehículos que se aproximan dispongan de la obligada visibilidad de parada.

Para realizar un análisis simplificado de la posición en planta se podrán hacer coincidir el punto de vista del observador y el obstáculo identificable, con las aristas de los vehículos centrados en su carril, conforme a lo indicado en las Figuras 3.3, 3.4 y 3.5.

FIGURA 3.3
VISIBILIDAD DE CRUCE

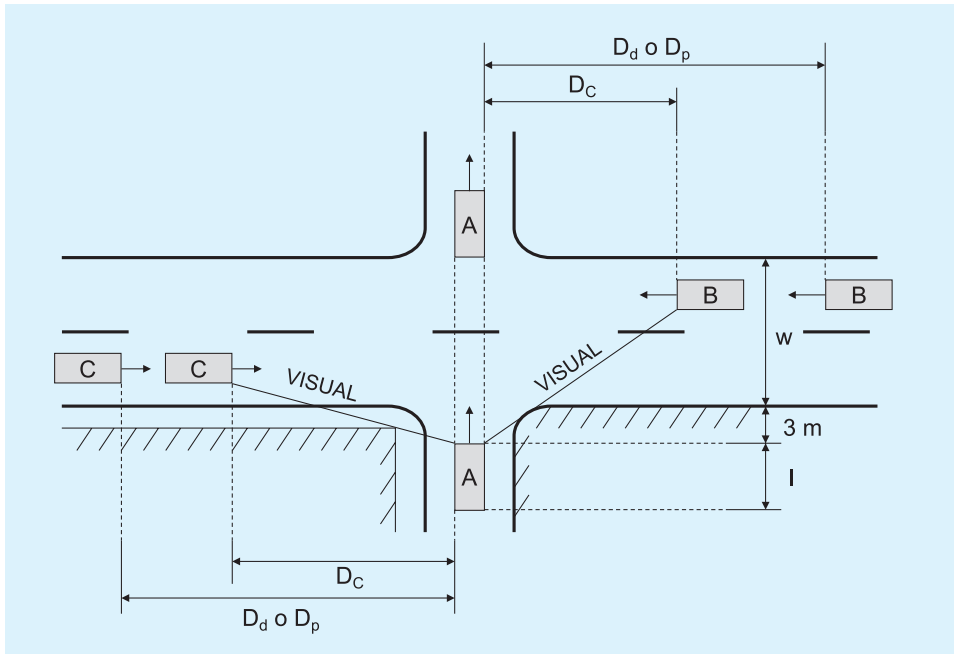


FIGURA 3.4
VISIBILIDAD DE CRUCE EN MANIOBRAS DE GIRO A LA IZQUIERDA DESDE LA VÍA PRINCIPAL

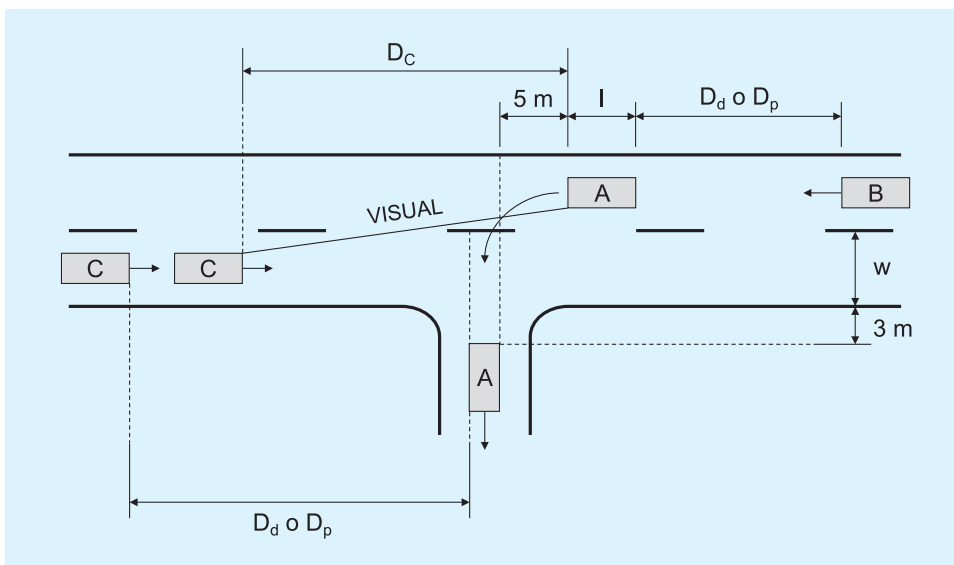
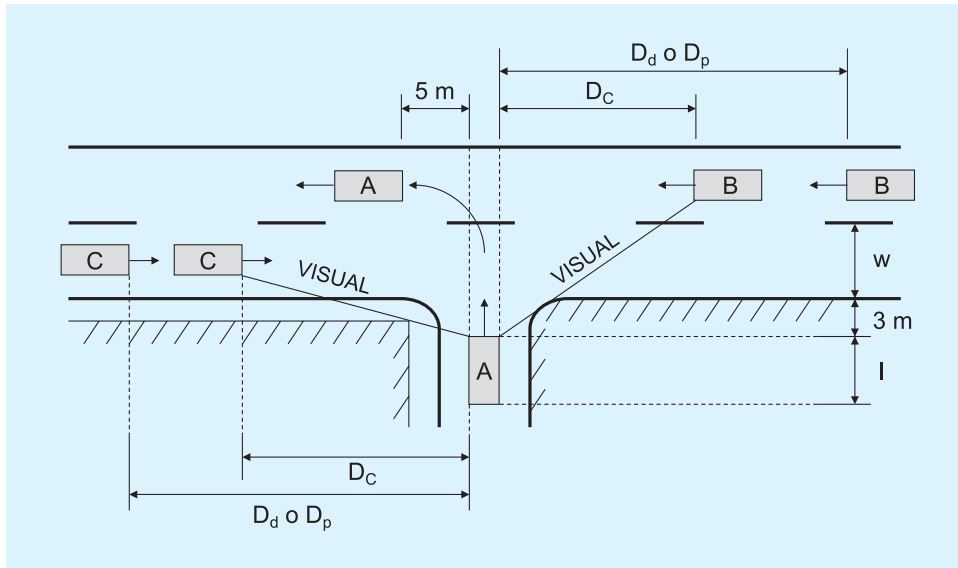


FIGURA 3.5
VISIBILIDAD DE CRUCE EN MANIOBRAS DE GIRO A LA IZQUIERDA
DESDE LA VÍA SECUNDARIA



Todas las intersecciones se proyectarán de manera que se obtenga para todos los movimientos de cruce permitidos una visibilidad de cruce mayor que la distancia de cruce mínima correspondiente.

3.2.9 ANÁLISIS DE LAS VISIBILIDADES MEDIANTE SIMULACIÓN

Se analizarán las visibilidades en los carriles de todas las calzadas mediante una simulación en tres dimensiones al menos para la velocidad de proyecto (V_p) y para la V_{85} estimada de cada elemento de trazado en la que se incluirán, además de los trazados en planta y alzado y las secciones transversales, todos los elementos que puedan afectar (explanaciones, señalización vertical, sistemas de contención de vehículos, obras de paso, túneles, pantallas antirruído, báculos de iluminación, plantaciones, etc.).

En las calzadas con más de un carril por sentido la simulación de la visibilidad se efectuará, al menos, en los carriles interiores y exteriores.

El análisis deberá permitir en los carriles de todas las calzadas comprobar adicionalmente la correcta visión y legibilidad de la señalización vertical por parte del conductor.

4.1 GENERALIDADES

El trazado en planta de una carretera o calzada se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: alineación recta (o recta), alineación circular (o curva circular) y curva de acuerdo (o curva de transición). En el Anexo 4 se incluyen las distintas combinaciones de elementos curvos que podrán ser utilizadas en los proyectos de carreteras.

La combinación de una alineación circular y sus curvas de acuerdo suele denominarse abreviadamente alineación curva (o curva).

La definición del trazado en planta se referirá a un eje, que fija un punto en cada sección transversal, para cuya definición en general y salvo justificación en contrario, se adoptará:

- Carreteras de calzadas separadas:
 - o El centro de la mediana, si ésta fuera de ancho constante o con variación de ancho aproximadamente simétrica teniendo en cuenta futuras ampliaciones.
 - o El borde interior del carril más próximo a la mediana para cada una de las calzadas.
 - o El borde interior de la plataforma más próximo a la mediana para cada una de las plataformas.
 - o El borde interior del carril más próximo a la mediana con la sección transversal ampliada cuando se prevea un aumento de carriles a costa de la mediana.
 - o El borde interior de la plataforma más próximo a la mediana con la sección transversal ampliada cuando se prevea un aumento de carriles a costa de la mediana.
 - o El borde interior de la calzada a proyectar en el caso de duplicaciones, teniendo en cuenta futuras ampliaciones.
 - o El borde interior de la plataforma a proyectar en el caso de duplicaciones, teniendo en cuenta futuras ampliaciones.
- Carreteras de calzada única y doble sentido de circulación:
 - o El centro de la calzada, sin tener en cuenta eventuales carriles adicionales (centro de la marca vial de separación de sentidos).
- Carreteras de calzada única y sentido único de circulación:
 - o Cualquiera de los bordes de la calzada (con uno o más carriles).

4.2 RECTAS

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

4.2.1 LONGITUDES MÍNIMA Y MÁXIMA

Para que se produzca una acomodación y una adaptación a la conducción, se procurará limitar las longitudes mínimas de las alineaciones rectas.

Asimismo para evitar problemas relacionados con el cansancio, los deslumbramientos, los excesos de velocidad, etc., se procurará limitar las longitudes máximas de las alineaciones rectas.

En caso de disponerse el elemento alineación recta, se procurará que las longitudes mínima y máxima, en función de la velocidad de proyecto (V_p), sean las obtenidas de 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 del tramo (km/h).

En la Tabla 4.1 se incluyen los valores de estas longitudes para diferentes valores de la velocidad de proyecto (V_p).

Se emplearán alineaciones rectas, en general, en coincidencia con nudos y tramos singulares que así lo justifiquen y, en particular, en terrenos llanos, en valles de configuración recta y por conveniencia de adaptación a otras infraestructuras lineales y además, en carreteras convencionales, en las proximidades de cruces y tramos de detención obligada.

TABLA 4.1

LONGITUDES MÍNIMA Y MÁXIMA RECOMENDABLES EN ALINEACIONES RECTAS

V_p (km/h)	$L_{min,s}$ (m)	$L_{min,o}$ (m)	L_{max} (m)
140	195	389	2 338
130	181	361	2 171
120	167	333	2 004
110	153	306	1 837
100	139	278	1 670
90	125	250	1 503
80	111	222	1 336
70	97	194	1 169
60	83	167	1 002
50	69	139	835
40	56	111	668

4.2.2 RECTA DE LONGITUD LIMITADA¹¹

Se considerará que una alineación recta situada entre dos alineaciones curvas (constituidas por las curvas de acuerdo y la curva circular) es de longitud limitada, si la velocidad máxima alcanzable en ella se ve condicionada por la presencia de dichas alineaciones curvas. Si la longitud de la alineación recta fuera superior a la limitada, el conductor del vehículo podrá adoptar la velocidad máxima alcanzable en dicha alineación recta conforme a sus propias preferencias sobre la conducción y las limitaciones de velocidad señalizadas.

¹¹ También denominada recta de longitud dependiente.

En la Tabla 4.2 se incluyen los valores máximos de las longitudes de las alineaciones rectas para ser consideradas como recta de longitud limitada.

TABLA 4.2

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) DEL TRAMO (km/h)	MÁXIMA LONGITUD DE UNA ALINEACIÓN RECTA PARA SER CONSIDERADA DE LONGITUD LIMITADA (m)
140, 130, 120, 110 y 100	400
90	300
80	230
70	175
60	85
50	50 (*)
40	30 (*)

(*) Este valor es inferior a ($L_{min,s}$) recomendado en la Tabla 4.1.

La coordinación entre alineaciones curvas consecutivas, con o sin alineación recta intermedia, sea o no de longitud limitada, se desarrolla en el apartado 4.5.

Si la alineación recta es de longitud limitada, no será necesario establecer el bombeo mediante dos planos diferentes (apartado 4.7).

4.3 CURVAS CIRCULARES

4.3.1 GENERALIDADES

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

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

4.3.2 CARACTERÍSTICAS

Para describir el comportamiento de un vehículo que circula por una curva circular se considera un modelo consistente en establecer su equilibrio transversal como sólido rígido, que recorre dicha curva circular en planta a velocidad constante, prescindiendo del efecto del sistema de suspensión.

Según este modelo, la velocidad de la curva circular, el radio, el coeficiente de rozamiento transversal movilizado y el peralte se relacionan mediante la siguiente expresión:

$$V^2 = 127 \cdot R \cdot \left(f_t + \frac{p}{100} \right)$$

Siendo:

V = Velocidad de la curva circular (km/h).

R = Radio de la circunferencia que define el eje del trazado en planta (m).

f_t = Coeficiente de rozamiento transversal movilizado.

p = Peralte (%).

Para toda curva circular con el peralte máximo correspondiente se cumplirá que, recorrida la curva circular a la velocidad específica (V_e), no se sobrepasarán los valores del coeficiente transversal máximo movilizado ($f_{t\text{MAX}}$) de la Tabla 4.3.

TABLA 4.3

COEFICIENTE DE ROZAMIENTO TRANSVERSAL MÁXIMO MOVILIZADO ($f_{t\text{MAX}}$)

V_e (km/h)	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
$f_{t\text{MAX}}$	0,180	0,166	0,151	0,137	0,122	0,113	0,104	0,096	0,087	0,078	0,069

El radio deducido de la expresión anterior constituye el mínimo admisible en el diseño de la curva circular. La utilización sistemática de curvas circulares con radios mínimos se justificará suficientemente.

Se adoptará como velocidad específica (V_{ei}) de cada una de las curvas circulares que forman parte de un tramo la correspondiente a la velocidad de proyecto (V_p) de dicho tramo.

En la Tabla 4.4 se incluyen los radios mínimos y los peraltes máximos correspondientes a diferentes velocidades proyecto (V_p).

TABLA 4.4

RELACIÓN VELOCIDAD DE PROYECTO - RADIO MÍNIMO - PERALTE MÁXIMO

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	GRUPO 1		GRUPO 2		GRUPO 3	
	A-140 Y A-130		A-120, A-110, A-100, A-90, A-80 Y C-100		C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 Y C-40	
	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)	RADIO MÍNIMO (m)	PERALTE MÁXIMO (%)
140	1 050	8,00	--	--	--	--
130	850	8,00	--	--	--	--
120	--	--	700	8,00	--	--
110	--	--	550	8,00	--	--
100	--	--	450	8,00	--	--
90	--	--	350	8,00	350	7,00
80	--	--	250	8,00	265	7,00
70	--	--	--	--	190	7,00
60	--	--	--	--	130	7,00
50	--	--	--	--	85	7,00
40	--	--	--	--	50	7,00

Para radios superiores a los mínimos indicados en la Tabla 4.4 se deberán cumplir los criterios indicados en la Tabla 4.5.

4.3.3 RADIOS Y PERALTES

El peralte (p) en tanto por ciento (%) se establecerá de acuerdo con los criterios indicados en la Tabla 4.5 cuando se utilicen radios superiores al mínimo.

TABLA 4.5

GRUPO	DENOMINACIÓN	RADIO (m)	PERALTE (%)
1	Autopistas y autovías A-140 y A-130	$850 \leq R \leq 1\ 050$	8
		$1\ 050 \leq R \leq 5\ 000$	$8 - 7,96 \cdot (1 - 1\ 050/R)^{1,2}$
		$5\ 000 \leq R < 7\ 500$	2
		$7\ 500 \leq R$	Bombeo
2	Autopistas y autovías A-120, A-110, A-100, A-90 y A-80, carreteras multicarril C-100 y carreteras convencionales C-100	$250 \leq R \leq 700$	8
		$700 \leq R \leq 5\ 000$	$8 - 7,3 \cdot (1 - 700/R)^{1,3}$
		$5\ 000 \leq R < 7\ 500$	2
		$7\ 500 \leq R$	Bombeo
3	Carreteras multicarril C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40 y carreteras convencionales C-90, C-80, C-70, C-60, C-50 y C-40	$50 \leq R \leq 350$	7
		$350 \leq R \leq 2\ 500$	$7 - 6,65 \cdot (1 - 350/R)^{1,9}$
		$2\ 500 \leq R < 3\ 500$	2
		$3\ 500 \leq R$	Bombeo

4.4 CURVAS DE ACUERDO

4.4.1 FUNCIONES Y UTILIZACIÓN

Las curvas de acuerdo (o curvas de transición) tienen por objeto evitar discontinuidades en la curvatura del trazado, por lo que, en su diseño deberán proporcionar las mismas condiciones de comodidad y seguridad que el resto de los elementos del trazado.

Para curvas circulares de radio menor que cinco mil metros ($< 5\ 000$ m) en carreteras de los Grupos 1 y 2 y para curvas circulares de radio menor que dos mil quinientos metros ($< 2\ 500$ m) en carreteras del Grupo 3, será necesario utilizar curvas de acuerdo, mientras que para curvas circulares de radios mayores o iguales que los indicados no será necesario utilizarlas. Las excepciones para ángulos de giro Ω pequeños se incluyen en el epígrafe 4.4.8.

4.4.2 FORMA Y CARACTERÍSTICAS

Se adoptará en todos los casos como forma de la curva de acuerdo una 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 acuerdo.

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.

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

$$\text{En gonios: } \alpha_L = 31,83 \cdot \frac{L}{R}$$

α_{Lo} = Ángulo de desviación en el punto de tangencia con la curva circular.

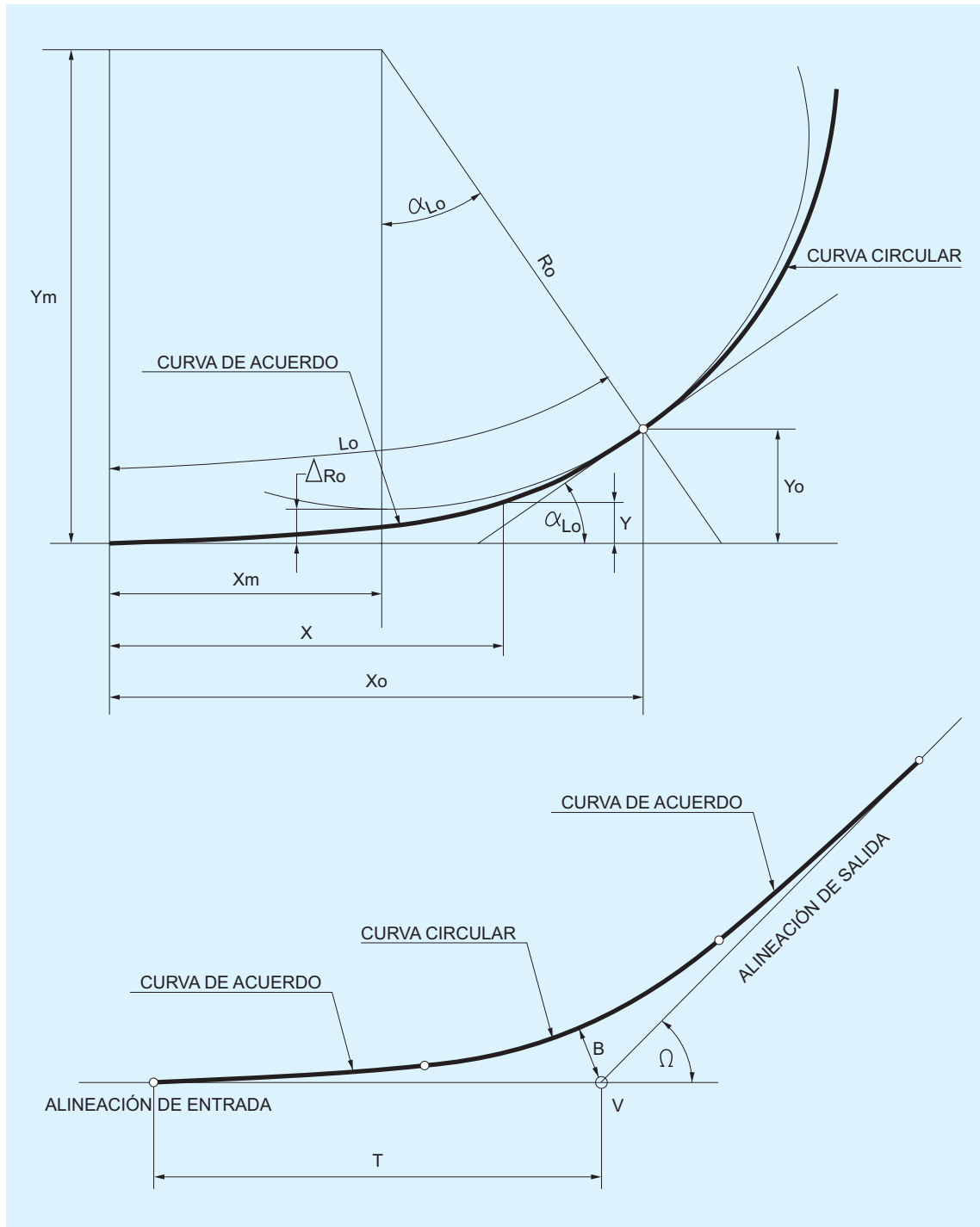
Ω = Ángulo entre las rectas tangentes a dos clotoides consecutivas en sus puntos de inflexión.

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 ACUERDO



4.4.3 PARÁMETRO Y LONGITUD MÍNIMOS

La longitud de una curva de acuerdo y consecuentemente el parámetro correspondiente serán los mayores que cumplan las limitaciones que se indican en los epígrafes 4.4.3.1, 4.4.3.2 y 4.4.3.3.

4.4.3.1 LIMITACIÓN DE LA VARIACIÓN DE LA ACCELERACIÓN 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_{\min}) en metros, deberá cumplir la condición siguiente:

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

Siendo:

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

J = Variación de la aceleración centrífuga (m/s^3).

R_1 = Radio de la curva circular asociada de radio mayor (m).

R_o = Radio de la curva circular asociada de radio menor (m).

p_1 = Peralte, con su signo, de la curva circular asociada de radio mayor (%).

p_o = Peralte, con su signo, 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:

$$L_{\min} = \frac{V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} \cdot \left(1 - \frac{R_o}{R_1}\right) - 1,27 \cdot (p_o - p_1) \right]$$

A efectos prácticos, se adoptarán para J los valores indicados en la Tabla 4.6, debiendo sólo utilizarse los valores de J_{\max} cuando suponga un menor coste tal, que justifique suficientemente esta restricción en el trazado, aunque conlleve una disminución de la comodidad.

TABLA 4.6

V_e (km/h)	$V_e < 80$	$80 \leq V_e < 100$	$100 \leq V_e < 120$	$V_e \geq 120$
J (m/s^3)	0,5	0,4	0,4	0,4
J_{\max} (m/s^3)	0,7	0,6	0,5	0,4

Las fórmulas simplificadas que definen los valores de A_{\min} y L_{\min} para el caso más usual en el que la clotoide une una alineación recta ($R_1 = \infty$ y $p_1 = 0$) y una curva circular (R_o y p_o) son las siguientes:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{R_o \cdot V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1,27 \cdot p_o \right]}$$

$$L_{\min} = \frac{V_e}{46,656 \cdot J} \cdot \left[\frac{V_e^2}{R_o} - 1,27 \cdot p_o \right]$$

4.4.3.2 LIMITACIÓN POR TRANSICIÓN DEL PERALTE

La variación longitudinal de la pendiente transversal ∇_{ip} (gradiente de la pendiente transversal) en la transición del peralte (apartado 4.7) deberá limitarse por razones de comodidad en la conducción.

Determinado el borde de la sección transversal que soporta la mayor variación longitudinal de la pendiente transversal, se establecerá la longitud mínima en la que se deberá efectuar la transición del peralte para que no se supere un valor del gradiente de la pendiente transversal (∇_{ip}), que vendrá dado por la expresión:

$$\nabla_{ip} = 0,86 - 0,004 \cdot V_p$$

Siendo:

∇_{ip} = Gradiente de la pendiente transversal del borde que experimenta la mayor variación longitudinal de la calzada respecto al eje de la misma (%).

V_p = Velocidad de proyecto (km/h).

Dado que en general la transición del peralte se desarrollará a lo largo de la curva de acuerdo en planta (clotoide), habiéndose desvanecido previamente el bombeo que exista en sentido contrario al del peralte definitivo (apartado 4.7), la longitud de la transición del peralte y, consecuentemente, la longitud de la clotoide tendrá un valor mínimo definido por la expresión:

$$L_{\min} = \frac{|p_f - p_i|}{\nabla_{ip}} \cdot B \cdot k$$

Siendo:

L_{\min} = Longitud mínima de transición del peralte (m).

p_f = Peralte final con su signo (%).

p_i = Peralte inicial con su signo al inicio de la clotoide (%).

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

k = Factor de ajuste, función del número de carriles que giran; se considerarán los siguientes valores:

$k = 1,00$ si gira un carril

$k = 0,75$ si giran dos carriles

$k = 0,67$ si giran tres o más carriles

Consecuentemente el valor de (A_{\min}) será:

$$A_{\min} = \sqrt{R \cdot B \cdot k \cdot \frac{|p_f - p_i|}{\nabla_{ip}}}$$

4.4.3.3 LIMITACIONES POR CONDICIONES DE PERCEPCIÓN VISUAL

Para que la presencia de una curva de acuerdo 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 un dieciochoavo de radián ($\geq 1/18$ radianes).
- El retranqueo de la curva circular sea mayor o igual que cincuenta centímetros (≥ 50 cm).

Es decir:

$$L_{\min} = \frac{R_o}{9} \Rightarrow A_{\min} = \frac{R_o}{3}$$

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

Siendo:

L_{\min} = Longitud (m).

R_o = Radio de la curva circular (m).

Para valores de R_o mayores o iguales que novecientos setenta y dos metros (≥ 972 m) es aplicable la primera condición y para valores de R_o menores que novecientos setenta y dos metros (< 972 m) es aplicable la segunda condición.

Se procurará, además, que la variación de acimut entre los extremos de la clotoide sea mayor o igual que la quinta parte del ángulo total de giro (Ω) entre las alineaciones rectas consecutivas en que se inserta la clotoide (Figura 4.1).

Es decir:

$$L_{\min} = \frac{\pi \cdot \Omega}{500} \cdot R_o \Rightarrow A_{\min} = R_o \cdot \sqrt{\frac{\pi \cdot \Omega}{500}}$$

Siendo:

L_{\min} = Longitud (m).

R_o = Radio de la curva circular (m).

Ω = Ángulo de giro entre alineaciones rectas (gon).

Las Figuras 4.2, 4.3 y 4.4 muestran de forma gráfica, para los Grupos 1, 2 y 3, el resultado de las citadas limitaciones.

FIGURA 4.2

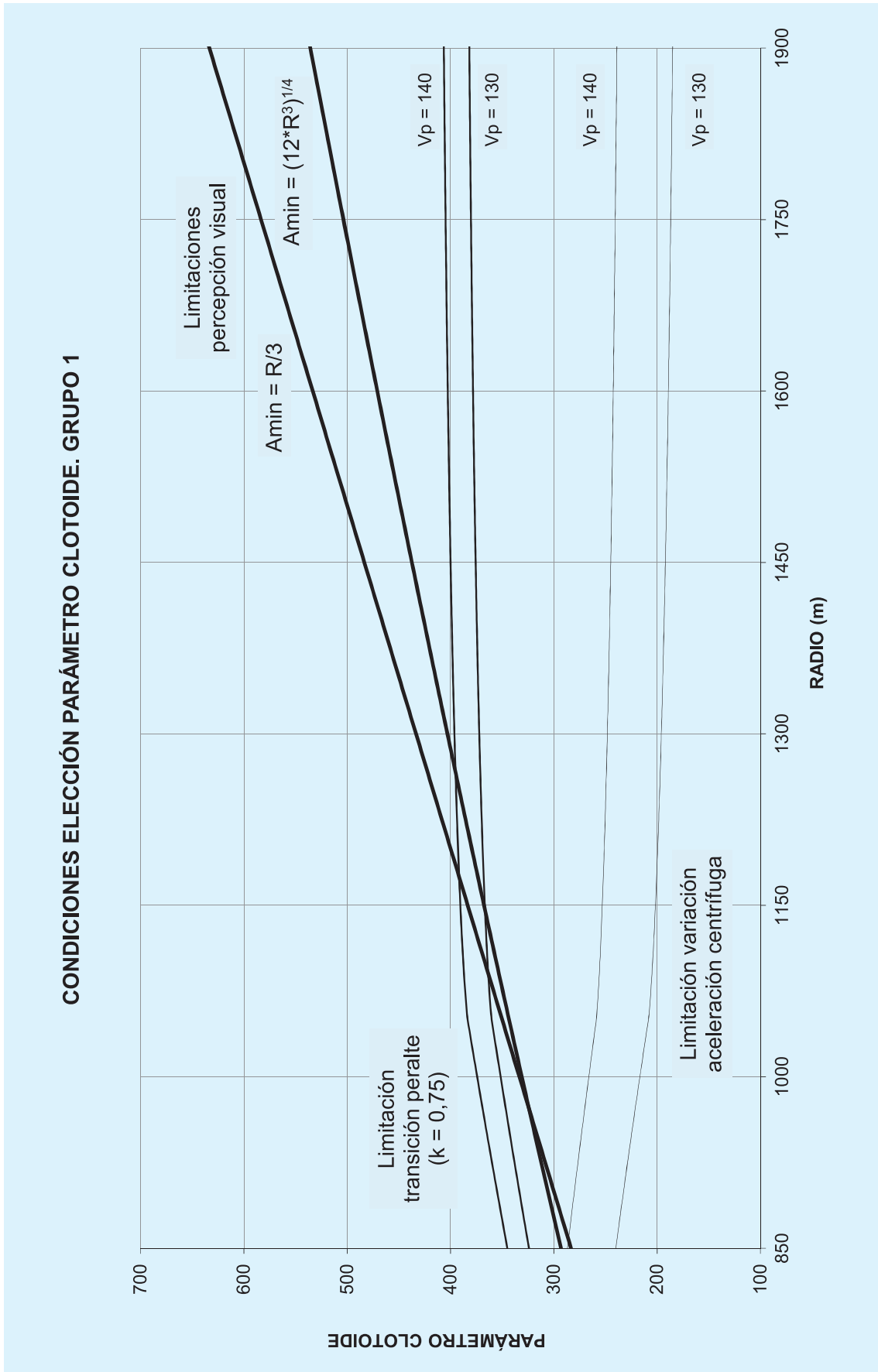


FIGURA 4.3

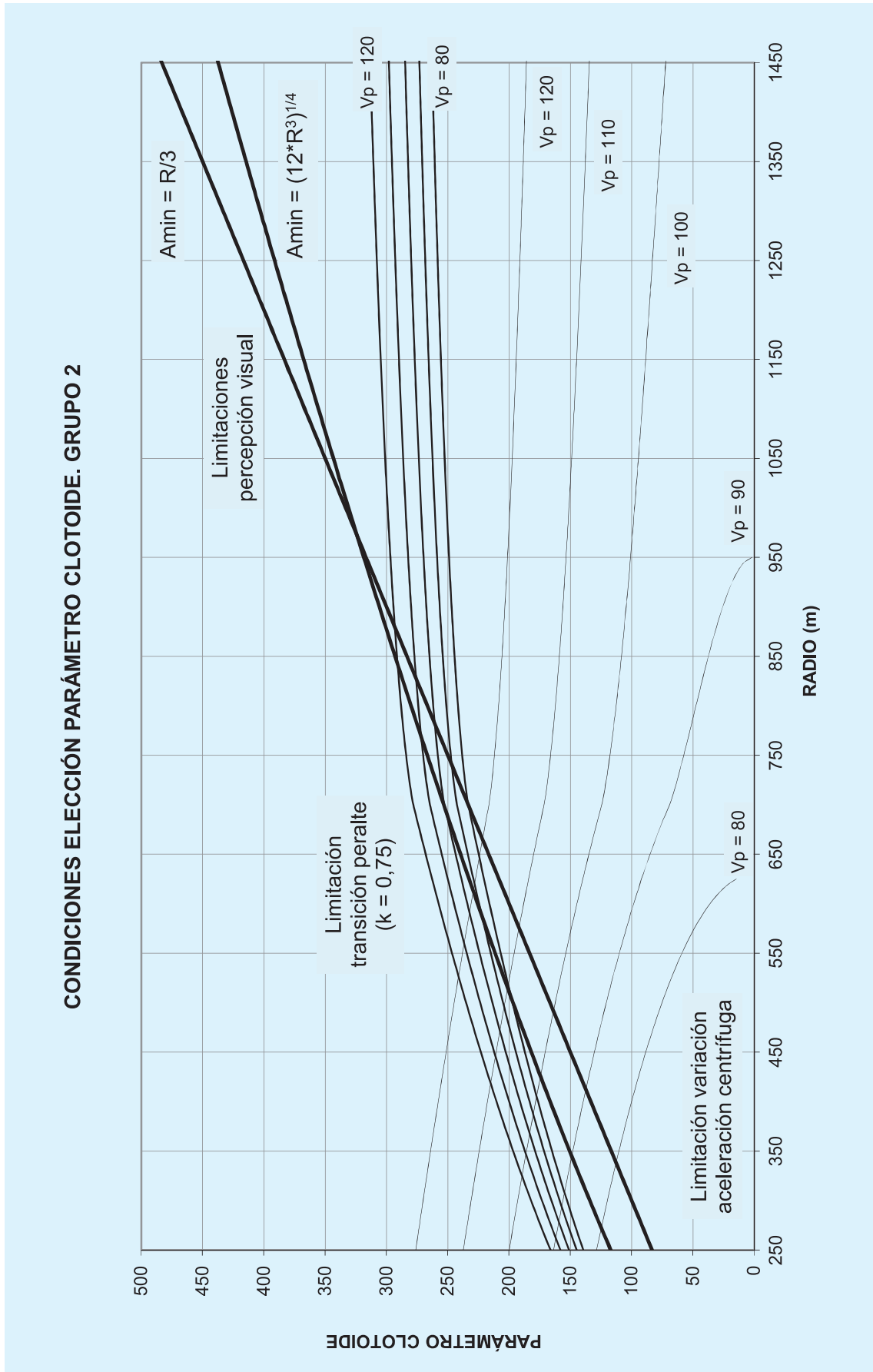
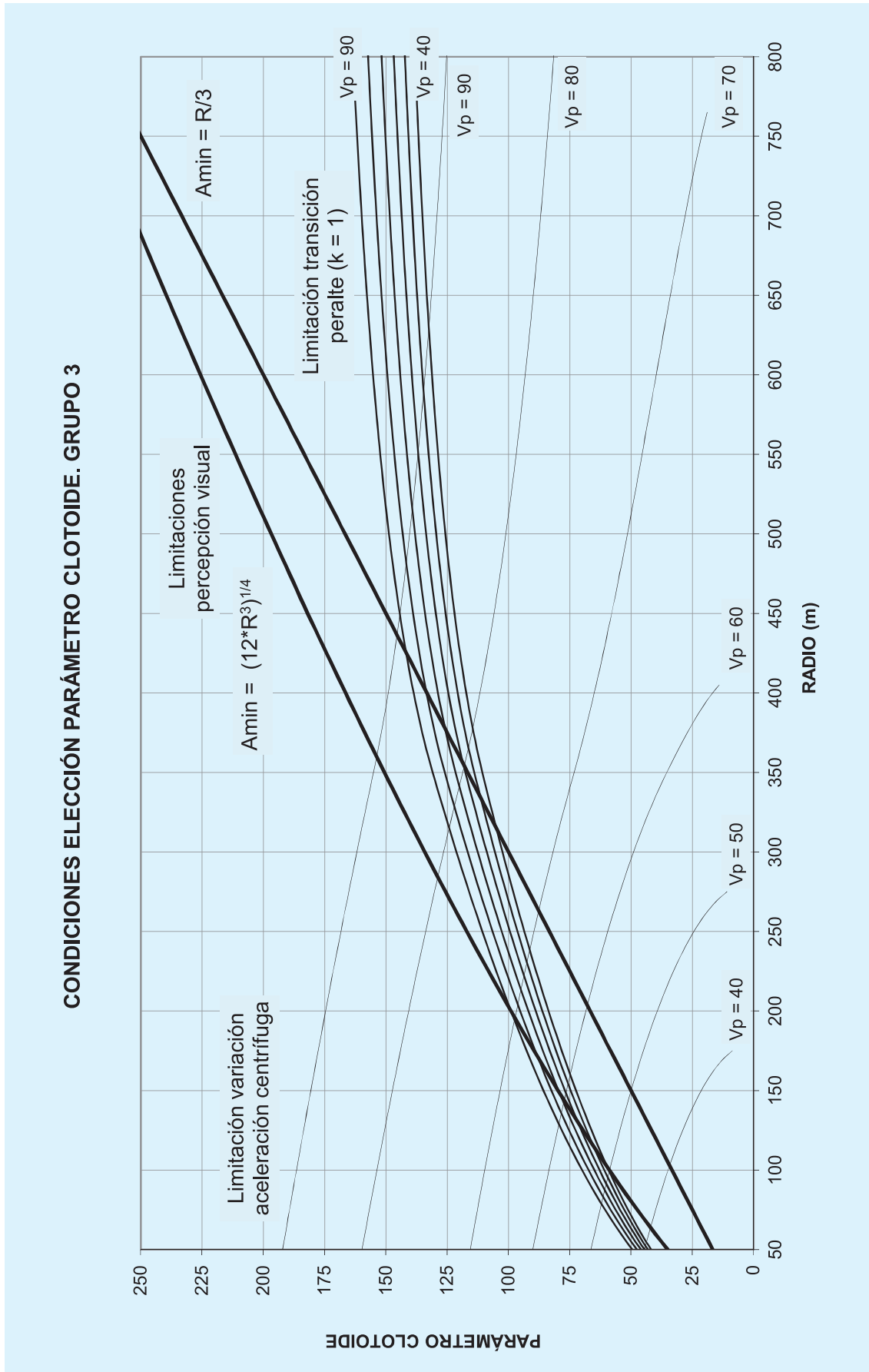


FIGURA 4.4



4.4.4 LONGITUDES MÁXIMAS

Se procurará no aumentar las longitudes y parámetros mínimos de las curvas de acuerdo obtenidos en el epígrafe 4.4.3, salvo expresa justificación en contrario.

La longitud máxima de una curva de acuerdo (clotoide) no será superior a una vez y media ($\geq 1,5$) su longitud mínima.

4.4.5 DESARROLLO MÍNIMO

El desarrollo mínimo de la curva correspondiente a la combinación básica Tipo I (constituida por una curva circular con sus correspondientes curvas de acuerdo, Anexo 4) se corresponderá, en general, con una variación de acimut entre sus extremos (ángulo Ω en la Figura 4.1) mayor o igual que veinte gonios (≥ 20 gon), pudiendo aceptarse valores entre veinte gonios (20 gon) y seis gonios (6 gon). Excepcionalmente podrán admitirse valores menores que seis gonios (< 6 gon) mediante la utilización de curvas Tipo III (epígrafe 4.4.8).

4.4.6 SIMETRÍA

Las curvas de acuerdo (clotoides) contiguas a una curva circular en el tronco de una carretera (mayoritariamente en los Grupos 1 y 2) deberán ser simétricas, salvo justificación técnica en contrario.

4.4.7 CLOTOIDES DE VÉRTICE Y OTRAS ALINEACIONES

Las clotoides de vértice (curva Tipo II, Anexo 4) que no tienen curva circular intermedia no se utilizarán, en general y salvo justificación en contrario, en el tronco de las carreteras.

En ramales de enlace, en vías de giro y en las carreteras del Grupo 3 con velocidades inferiores, podrán utilizarse otros tipos de alineaciones curvas (Anexo 4).

4.4.8 ÁNGULOS DE GIRO PEQUEÑOS

En el caso de valores excepcionales de ángulos de giro (Ω) entre dos alineaciones rectas menores que seis gonios (< 6 gon), para mejorar la percepción visual, se realizará la unión de las mismas mediante una curva circular sin clotoides (curva Tipo III, Anexo 4), de radio tal que se cumpla:

$$D_c \geq 325 - 25 \cdot \Omega$$

Siendo:

D_c = Desarrollo de la curva (m).

Ω = Ángulo entre las alineaciones rectas (gon).

Se procurará que el ángulo de giro (Ω) entre dos alineaciones rectas consecutivas no sea inferior a dos gonios ($\nless 2$ gon) excepto en caso de proximidad a otras infraestructuras.

4.5 COORDINACIÓN ENTRE ALINEACIONES CURVAS CONSECUTIVAS

Cuando se unan dos alineaciones curvas consecutivas (constituida cada una por una curva circular con sus correspondientes curvas de acuerdo) sin alineación recta intermedia o con una recta de longitud limitada (epígrafe 4.2.2), la relación de radios de las curvas circulares no sobrepasará los valores obtenidos a partir de las expresiones de la Tabla 4.7 representadas en la Figura 4.5.

TABLA 4.7

RELACIÓN ENTRE RADIOS DE CURVAS CIRCULARES CONSECUTIVAS SIN RECTA INTERMEDIA O CON RECTA DE LONGITUD LIMITADA¹²

R (m)	R' (m)
50 – 450	$\frac{50}{77} \cdot R + 7,8 \leq R' < \frac{127}{80} \cdot R - 14,4$
450 – 700	$\frac{40}{135} \cdot R + 166,7 \leq R' < \frac{110}{25} \cdot R - 1\ 280$
700 – 1 800	$R' \geq \frac{40}{135} \cdot R + 166,7$
> 1 800	$R' \geq 700$

El trazado se analizará por sentido buscando un adecuado equilibrio entre los radios de las curvas consecutivas a disponer.

Cuando se unan dos alineaciones curvas consecutivas (constituidas cada una por una curva circular con sus correspondientes curvas de acuerdo) con alineación recta intermedia de mayor longitud que la correspondiente a la recta de longitud limitada (Tabla 4.2) el radio de la curva circular de salida R', en el sentido de la marcha, será:

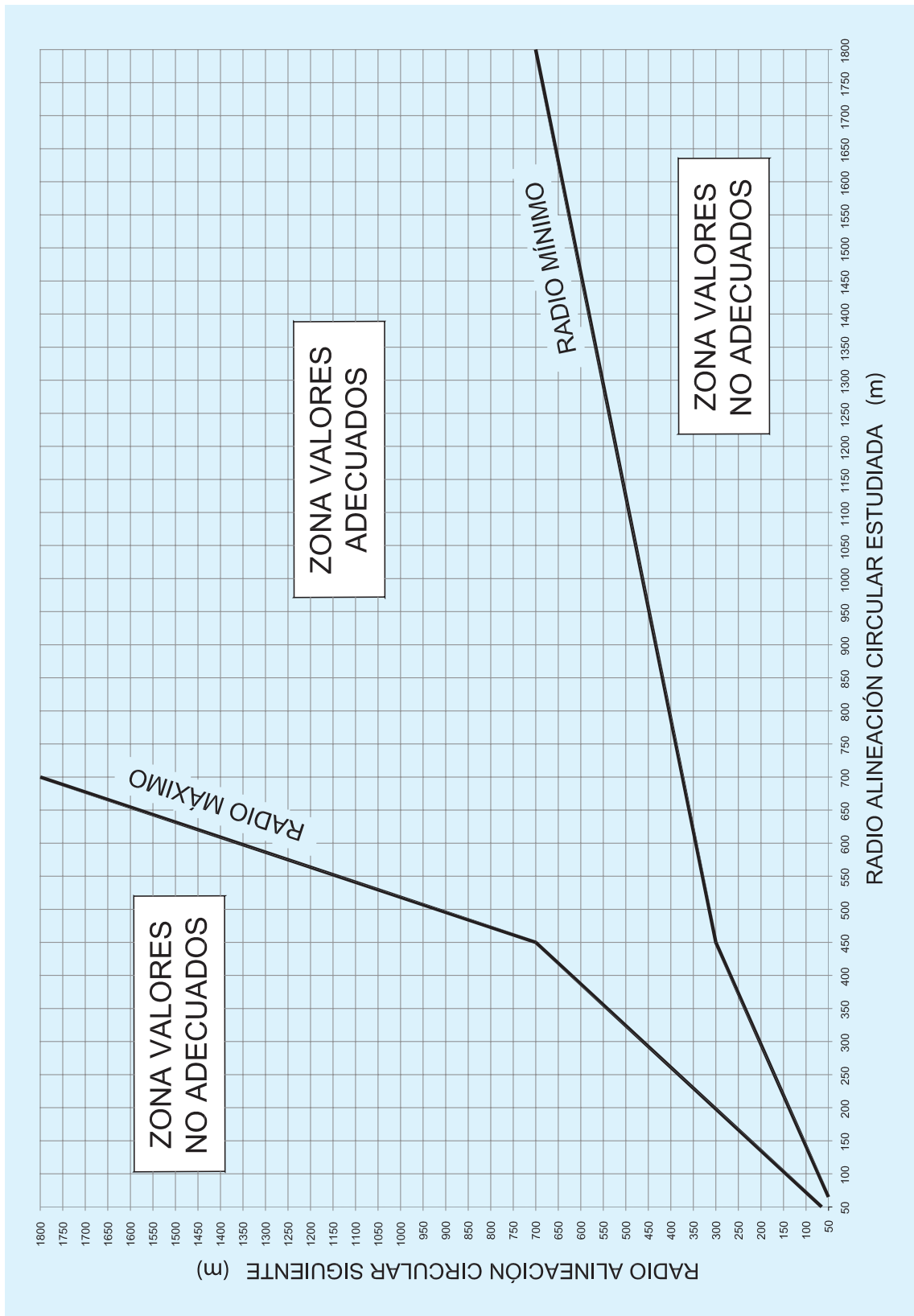
- Carreteras del Grupo 1. Mayor o igual que el radio mínimo asociado a la velocidad de proyecto (V_p).
- Carreteras del Grupo 2. Mayor o igual que setecientos metros (≥ 700 m).
- Carreteras del Grupo 3. Mayor o igual que el doble del radio mínimo asociado a la velocidad de proyecto (V_p).

El radio mínimo asociado a una determinada velocidad de proyecto (V_p) se indica en la Tabla 4.4.

¹² En este modelo se considera que el usuario no percibe de igual manera el paso de un radio inferior a uno superior que la situación inversa.

FIGURA 4.5

RELACIÓN ENTRE RADIOS DE CURVAS CIRCULARES CONSECUTIVAS SIN RECTA INTERMEDIA O CON RECTA DE LONGITUD LIMITADA



4.6 CONSISTENCIA DEL TRAZADO EN PLANTA EN CARRETERAS CONVENCIONALES

En el proyecto de una carretera convencional se realizará un estudio de la consistencia de su trazado en planta.

Se considerará que existe consistencia buena entre los elementos de trazado en planta de una carretera que discurre por terreno llano u ondulado si se verifican las siguientes condiciones:

- Para cada elemento del trazado:

$$|V_{85} - V_p| \leq 10 \text{ km/h}$$

Siendo:

V_p = Velocidad de proyecto del tramo (km/h).

V_{85} = Velocidad operativa característica (km/h) del elemento, representada por el percentil 85 de la distribución de velocidades temporales observadas en servicio.

- Para elementos consecutivos:

$$|(V_{85})_i - (V_{85})_{i+1}| \leq 10 \text{ km/h}$$

No obstante, se podrá considerar que existe consistencia aceptable entre los elementos de trazado en planta de una carretera que discurre por terreno llano u ondulado si se verifican las siguientes condiciones:

$$10 \text{ km/h} < |V_{85} - V_p| \leq 20 \text{ km/h}$$

$$10 \text{ km/h} < |(V_{85})_i - (V_{85})_{i+1}| \leq 20 \text{ km/h}$$

En fase de proyecto, las velocidades operativas características deberán ser objeto de una justificada estimación.

Estos criterios se consideran aplicables cuando la velocidad de proyecto (V_p) sea inferior a cien kilómetros por hora ($< 100 \text{ km/h}$). Para aplicar las expresiones anteriores, y para cada elemento de trazado, la velocidad operativa característica se evaluará en la sección de la vía donde se alcance su valor máximo.

En rectas de longitud no limitada o en alineaciones circulares de radios elevados, la velocidad operativa característica puede ser superior a la velocidad de proyecto (V_p), considerándose aceptable en este caso una diferencia de hasta treinta kilómetros por hora ($\leq 30 \text{ km/h}$).

De forma complementaria, se podrá realizar una evaluación de la consistencia en fase de proyecto a partir del concepto de tasa de cambio de curvatura de un elemento (CCR_i) o grupo de elementos del trazado.

Se define la tasa de cambio de curvatura, en gonios por kilómetro, mediante la expresión:

$$CCR_i = \frac{63\,700 \cdot |\gamma|}{L} \text{ [gon/km]}$$

Siendo:

$|\gamma|$ = Ángulo, en radianes, entre las tangentes que acotan el elemento

L = Longitud del elemento (m)

En el caso particular de una curva circular de radio R se tiene:

$$CCR_{cc} \approx \frac{63\,700}{R}$$

A partir de la expresión anterior, para la alineación curva Tipo I (Anexo 4) se tendrá:

$$CCR_{\text{Tipo I}} = \frac{63\,700 \cdot (|\gamma_{cl1}| + |\gamma_{cc2}| + |\gamma_{cl3}|)}{L_{cl1} + L_{cc2} + L_{cl3}} = \frac{63\,700 \cdot \left(\frac{L_{cl1}}{2R} + \frac{L_{cc2}}{R} + \frac{L_{cl3}}{2R} \right)}{L}$$

Siendo:

$$L = L_{cl1} + L_{cc2} + L_{cl3}.$$

L_{cl1} = Longitud de la clotoide de entrada.

L_{cc2} = Longitud de la curva circular.

L_{cl3} = Longitud de la clotoide de salida.

En un tramo que incluya un grupo de elementos, se define una tasa de cambio de curvatura global, en función de la media ponderada de tasas de los elementos constitutivos, excluidas las alineaciones rectas, mediante la expresión:

$$\overline{CCR}_s = \frac{\sum_{i=1}^n (CCR_i \cdot L_i)}{\sum_{i=1}^n L_i}$$

Se considerará que existe consistencia buena en planta si se verifica para cada elemento:

$$\left| CCR_i - \overline{CCR}_s \right| \leq 180 \text{ gon/km}$$

No obstante, se podrá considerar que existe consistencia aceptable en planta si se verifica:

$$180 \text{ gon/km} < \left| CCR_i - \overline{CCR}_s \right| \leq 360 \text{ gon/km}$$

4.7 BOMBEO Y PERALTE

Se define como bombeo la inclinación transversal de la plataforma o plataformas de una carretera en los tramos en recta para evacuar el agua hacia el exterior. El valor habitual del bombeo se corresponde con una inclinación transversal mínima del dos por ciento ($\geq 2\%$) con las matizaciones indicadas en el epígrafe 7.3.3.

Se define como peralte la inclinación transversal de la plataforma o plataformas que conforman una carretera en los tramos en curva (curva circular con clotoides) que se dispone para contrarrestar la aceleración centrífuga no compensada por el rozamiento y evacuar el agua hacia el exterior.

Se diseñará bombeo y no peralte, en las curvas circulares de radio superior a siete mil quinientos metros ($> 7\,500\text{ m}$) en las carreteras de los Grupos 1 y 2 y de radio superior a tres mil quinientos metros ($> 3\,500\text{ m}$) en las carreteras del Grupo 3.

En carreteras de una plataforma con dos carriles y dos arcenes¹³, el bombeo estará usualmente constituido por dos planos diferentes, uno para cada semiplataforma (carril y arcén contiguo) inclinados hacia el exterior. Si la carretera tuviese carriles adicionales una semiplataforma podría tener dos carriles.

En carreteras de dos plataformas separadas y al menos dos (≥ 2) carriles y dos arcenes en cada plataforma, el bombeo estará constituido por dos planos diferentes, uno para cada plataforma.

Para adaptar la inclinación transversal de la plataforma de los tramos rectos a los curvos es necesario efectuar primero un desvanecimiento del bombeo y después una transición del peralte.

4.7.1 EJE DE GIRO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

En carreteras de plataforma única con dos carriles se tomará como eje de giro de la sección transversal la marca vial que separa ambos sentidos de circulación. De forma justificada, en carreteras urbanas, en carreteras de montaña y en carreteras que discurren por espacios naturales de elevado interés ambiental o acusada fragilidad y de mejoras locales en carreteras existentes podrán definirse otros ejes de giro de la sección transversal.

En carreteras de plataformas separadas se tomarán como ejes de giro de la sección transversal los bordes interiores de cada una de las plataformas o los bordes interiores de ambas calzadas (marca vial continua interior). Si estuviese prevista una ampliación por la mediana se tomarán como ejes de giro de la sección transversal los bordes interiores de las futuras plataformas ampliadas, analizándose detenidamente el estado final de la mediana para evitar escalones, garantizar el drenaje y poder disponer los sistemas de contención de vehículos y la señalización vertical. De forma justificada podrán definirse otros ejes de giro de la sección transversal.

Donde exista más de una plataforma por sentido, se definirán los ejes de giro de la sección transversal de cada una de ellas de modo que, entre los extremos de las exteriores, se eviten excesivas diferencias de cota y, en las medianas y tercianas, se minimicen los escalones, se garantice el drenaje y se puedan disponer los sistemas de contención de vehículos, la señalización vertical y, en su caso, los elementos de iluminación y las pantallas acústicas.

¹³ Carreteras convencionales.

4.7.2 DESVANECIMIENTO DEL BOMBEO Y TRANSICIÓN DEL PERALTE

Se define como desvanecimiento del bombeo el giro que se efectúa en la inclinación transversal de una plataforma en carreteras de calzadas separadas o de una semiplataforma en carreteras convencionales para pasar, en una alineación recta, desde la inclinación correspondiente al bombeo a una inclinación transversal nula (0 %).

Se define como transición del peralte el giro que se efectúa en la inclinación transversal de la plataforma para pasar, en una curva de acuerdo en planta, desde una inclinación transversal nula (0 %) a la inclinación transversal correspondiente al peralte (p %) o desde el bombeo al peralte (p %) según proceda.

El desvanecimiento del bombeo y la transición del peralte deberán llevarse a cabo combinando las dos condiciones siguientes:

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

El desvanecimiento del bombeo en cualquier clase de carretera se hará en la alineación recta e inmediatamente antes de la tangente de entrada a la curva de acuerdo en planta (clotoide) con las siguientes longitudes:

- Si la rasante tiene una inclinación superior al uno por ciento ($> 1 \%$) se hará en una longitud mayor o igual que la longitud mínima " L_{\min} " correspondiente a la limitación por transición del peralte establecida en el epígrafe 4.4.3.2.
- Excepcionalmente, si la rasante tiene una inclinación menor o igual al uno por ciento ($\leq 1 \%$), se hará en una longitud " L " de veinte metros ($\nless 20 \text{ m}$) en carreteras de los Grupos 1 y 2 y en una longitud de quince metros ($\nless 15 \text{ m}$) en carreteras del Grupo 3. Con esta condición se puede superar el valor del gradiente de la pendiente transversal (∇_{ip}), indicado como máximo en el epígrafe 4.4.3.2.

El desvanecimiento del bombeo en el caso de alineación recta unida a curva circular (sin curva de acuerdo) se efectuará sobre la alineación recta.

La transición del peralte en carreteras convencionales se desarrollará a lo largo de la curva de acuerdo en planta (clotoide), en dos tramos, habiéndose desvanecido previamente el bombeo que exista en sentido contrario al del peralte definitivo:

- En el primer tramo la variación del peralte desde el cero por ciento (0 %) al dos por ciento (2 %) se producirá de igual forma que en el desvanecimiento del bombeo y, por lo tanto, con el mismo gradiente y longitud.
- En el segundo tramo se variará el peralte desde el dos por ciento (2 %) hasta el valor del peralte de la curva circular (p %).

La longitud de la curva de acuerdo en la que se efectúa la transición del peralte deberá tener la longitud mínima correspondiente a la limitación por transición del peralte establecida en el epígrafe 4.4.3.2.

La transición del peralte en el caso de alineación recta unida a curva circular (sin curva de acuerdo) se efectuará sobre la alineación recta inmediatamente después del desvanecimiento del bombeo y con los criterios establecidos para la clotoide.

Los tramos de transición del peralte en el caso de que la longitud de la curva circular sea menor que treinta metros ($< 30 \text{ m}$), 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. Se procederá de igual forma en el caso de clotoides de vértice, disponiéndose un tramo de treinta metros (30 m) con pendiente transversal constante e igual al peralte correspondiente al radio de curvatura de dichas clotoides en su vértice.

Se evitará la coincidencia de peralte nulo y rasante cuasi horizontal. En los tramos donde esto no se pueda evitar se realizará un estudio de la evacuación de las aguas de la plataforma.

Se incluyen en las Figuras 4.6 a 4.10 los casos más frecuentes correspondientes a una carretera convencional con el eje de giro en el centro de la calzada, en las que "B" es el ancho de la semicalzada.

Las longitudes máximas de recta limitada que se incluyen en las Figuras 4.9 y 4.10 son las definidas en la Tabla 4.2.

La transición del peralte en carreteras de calzadas separadas se efectuará de forma idéntica con la salvedad de que el giro de la plataforma no se realiza respecto a su eje, sino respecto al borde correspondiente de cada una de las calzadas (usualmente, el borde interior y, si existe previsión de ampliación, el borde de la futura calzada ampliada para evitar escalones), siendo en este caso "B" el ancho de la calzada. Es posible también utilizar como eje de giro del peralte el borde de la plataforma.

FIGURA 4.6

TRANSICIÓN DEL PERALTE DE RECTA A CURVA CON ROTACIÓN EN EJE DE LA CALZADA

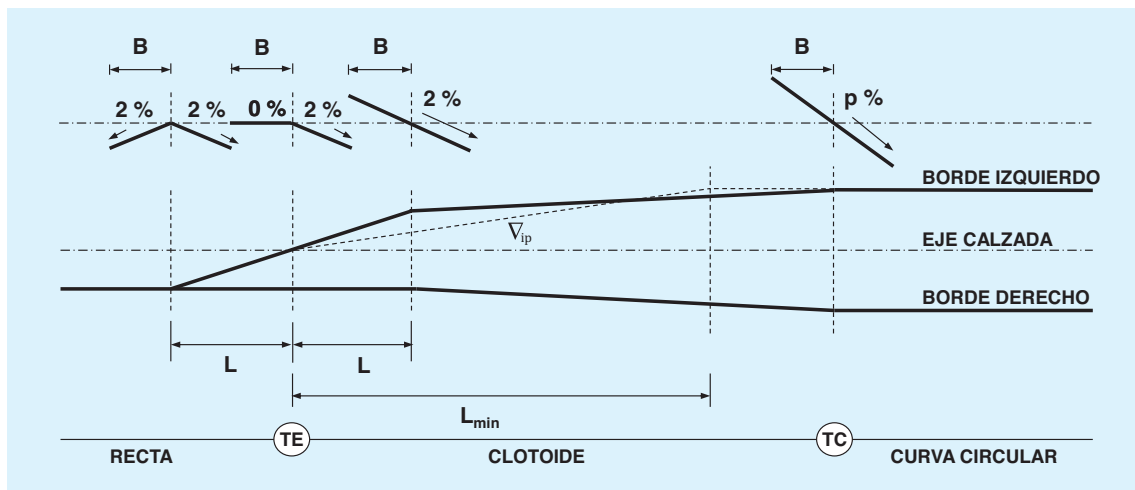


FIGURA 4.7

TRANSICIÓN DEL PERALTE ENTRE CURVAS DEL MISMO SENTIDO
CON ROTACIÓN EN EJE DE LA CALZADA

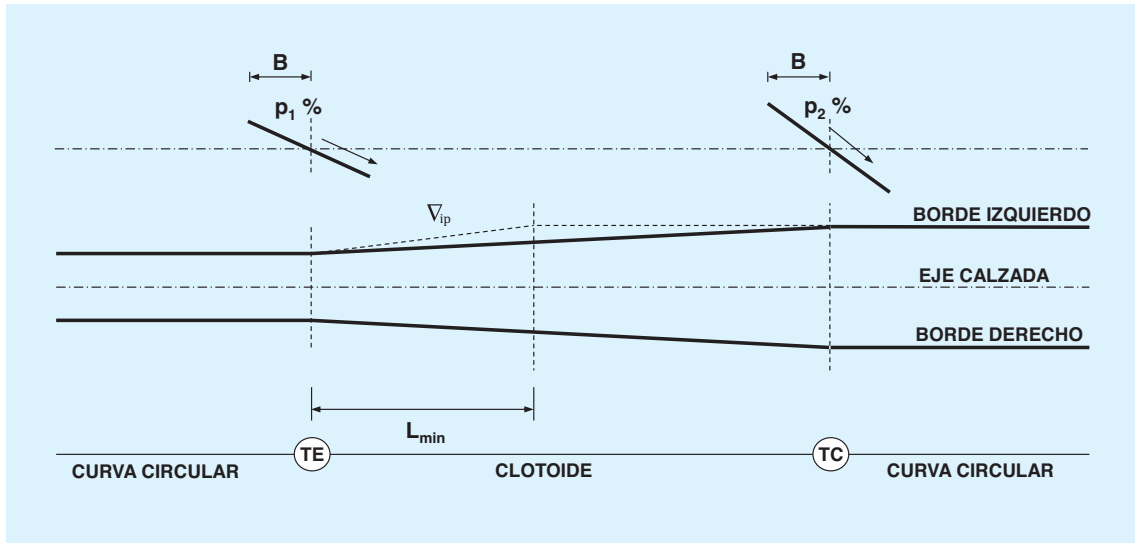


FIGURA 4.8

TRANSICIÓN DEL PERALTE ENTRE CURVAS DE SENTIDO CONTRARIO
CON ROTACIÓN EN EJE DE LA CALZADA

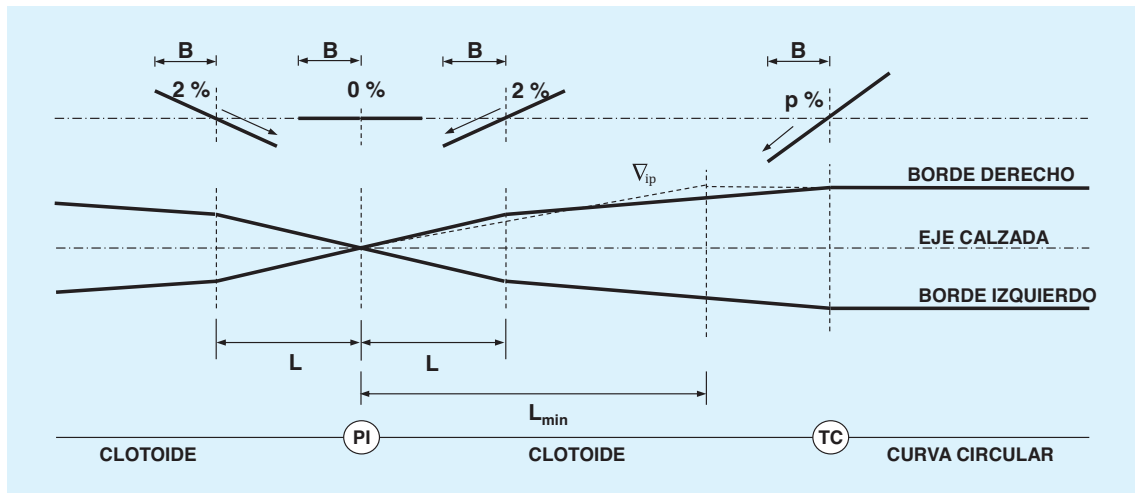


FIGURA 4.9

TRANSICIÓN DEL PERALTE ENTRE CURVAS DEL MISMO SENTIDO
CON RECTA DE LONGITUD LIMITADA Y ROTACIÓN EN EJE DE LA CALZADA

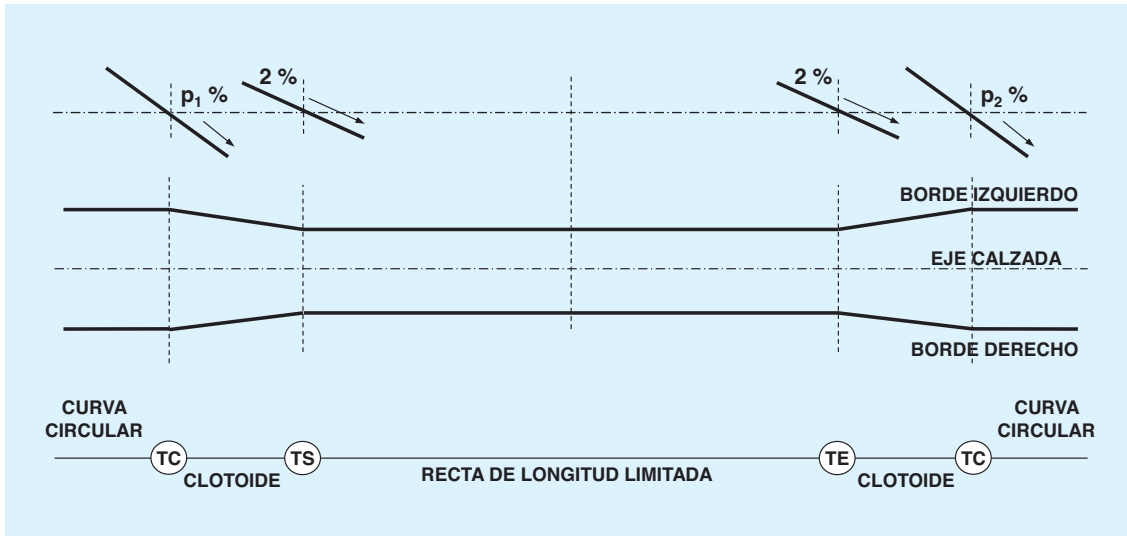
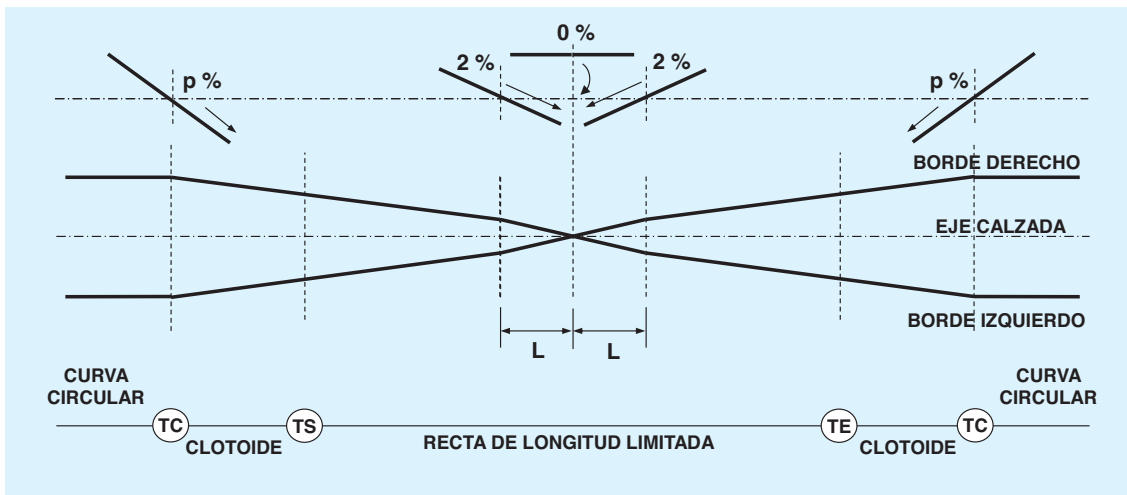


FIGURA 4.10

TRANSICIÓN DEL PERALTE ENTRE CURVAS DE SENTIDO CONTRARIO
CON RECTA DE LONGITUD LIMITADA Y ROTACIÓN EN EJE DE LA CALZADA



5.1 GENERALIDADES

El trazado en alzado de una carretera o calzada se compondrá de la adecuada combinación de los siguientes elementos: rasante con inclinación uniforme (recta) y curva de acuerdo vertical (parábola).

La definición del trazado en alzado se referirá a un eje que fija un punto en cada sección transversal para cuya definición, en general y salvo justificación en contrario, se adoptará:

- Carreteras de calzadas separadas:
 - o El borde interior del carril más próximo a la mediana para cada una de las calzadas.
 - o El borde interior de la plataforma más próximo a la mediana para cada una de las plataformas.
 - o El borde interior del carril más próximo a la mediana con la sección transversal ampliada cuando se prevea un aumento de carriles a costa de la mediana.
 - o El borde interior de la plataforma más próximo a la mediana con la sección transversal ampliada cuando se prevea un aumento de carriles a costa de la mediana.
 - o El borde interior de la calzada a proyectar en el caso de duplicaciones, teniendo en cuenta futuras ampliaciones.
 - o El borde interior de la plataforma a proyectar en el caso de duplicaciones, teniendo en cuenta futuras ampliaciones.
- Carreteras de calzada única y doble sentido de circulación:
 - o El centro de la calzada, sin tener en cuenta eventuales carriles adicionales (centro de la marca vial de separación de sentidos).
- Carreteras de calzada única y sentido único de circulación:
 - o Cualquiera de los bordes de la calzada (con uno o más carriles).

5.2 INCLINACIÓN DE LAS RASANTES

5.2.1 VALORES MÁXIMOS Y MÍNIMOS

Los valores máximos de inclinación de la rasante en rampas y pendientes de las carreteras, función de la velocidad de proyecto (V_p), serán los siguientes:

- Autopistas y autovías:

TABLA 5.1

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	RAMPA / PENDIENTE MÁXIMA (%)
140, 130, 120, 110 y 100	4
90 y 80	5

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

Por otra parte, en el caso de que las calzadas tengan trazado en alzado independiente, los valores de la inclinación de la calzada en pendiente podrán incrementarse también en un uno por ciento (1 %) adicional.

- Carreteras convencionales y carreteras multicarril:

TABLA 5.2

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	INCLINACIÓN MÁXIMA (%)	INCLINACIÓN EXCEPCIONAL (%)
100	4	5
90 y 80	5	7
70 y 60	6	8
50 y 40	7	10

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

En los tramos de posible existencia de hielo en la calzada se procurará que la inclinación de la línea de máxima pendiente en cualquier punto de la plataforma no sea superior al diez por ciento ($\nless 10$ %).

No se dispondrán ni rampas ni pendientes, salvo justificación en contrario, con la inclinación máxima establecida para cada velocidad de proyecto (V_p) y clase de carretera, cuya longitud supere tres mil metros ($\nless 3\ 000$ m). Esta limitación se considerará independientemente del estudio de carriles adicionales.

No se dispondrán ni rampas ni pendientes, salvo justificación en contrario, cuyo tiempo de recorrido, a la velocidad de proyecto (V_p), sea inferior a diez segundos ($\neq 10$ s) (la longitud correspondiente se medirá entre vértices consecutivos).

5.2.2 CARRILES ADICIONALES

La inclinación de la rasante de los carriles adicionales en rampa o pendiente, que se establecerán según lo previsto en el apartado 8.5, será la misma que la correspondiente a la plataforma o calzada de la que formen parte.

5.2.3 TÚNELES

La inclinación de la rasante de un túnel será tal que, en toda su longitud se consiga, salvo justificación en contrario, que:

- En autopistas y autovías con velocidad de proyecto (V_p) mayor o igual que cien kilómetros por hora (≥ 100 km/h), la velocidad de los vehículos pesados sea mayor o igual que sesenta kilómetros por hora (≥ 60 km/h).
- En autopistas y autovías con velocidad de proyecto (V_p) menor que cien kilómetros por hora (< 100 km/h) y en el resto de carreteras, la velocidad de los vehículos pesados sea mayor o igual que la mitad de la máxima señalizada en el túnel.

Se procurará que la combinación de inclinación y longitud de las rampas y/o pendientes en túneles sea tal que no obligue al diseño de carriles adicionales.

5.3 ACUERDOS VERTICALES

5.3.1 GENERALIDADES

Se adoptará en todos los casos como forma de la curva de acuerdo una parábola simétrica de eje vertical (Figura 5.1) de ecuación:

$$y = \frac{x^2}{2 \cdot K_v}$$

Siendo K_v el radio de la circunferencia osculatriz en el vértice de dicha parábola, denominado comúnmente "parámetro".

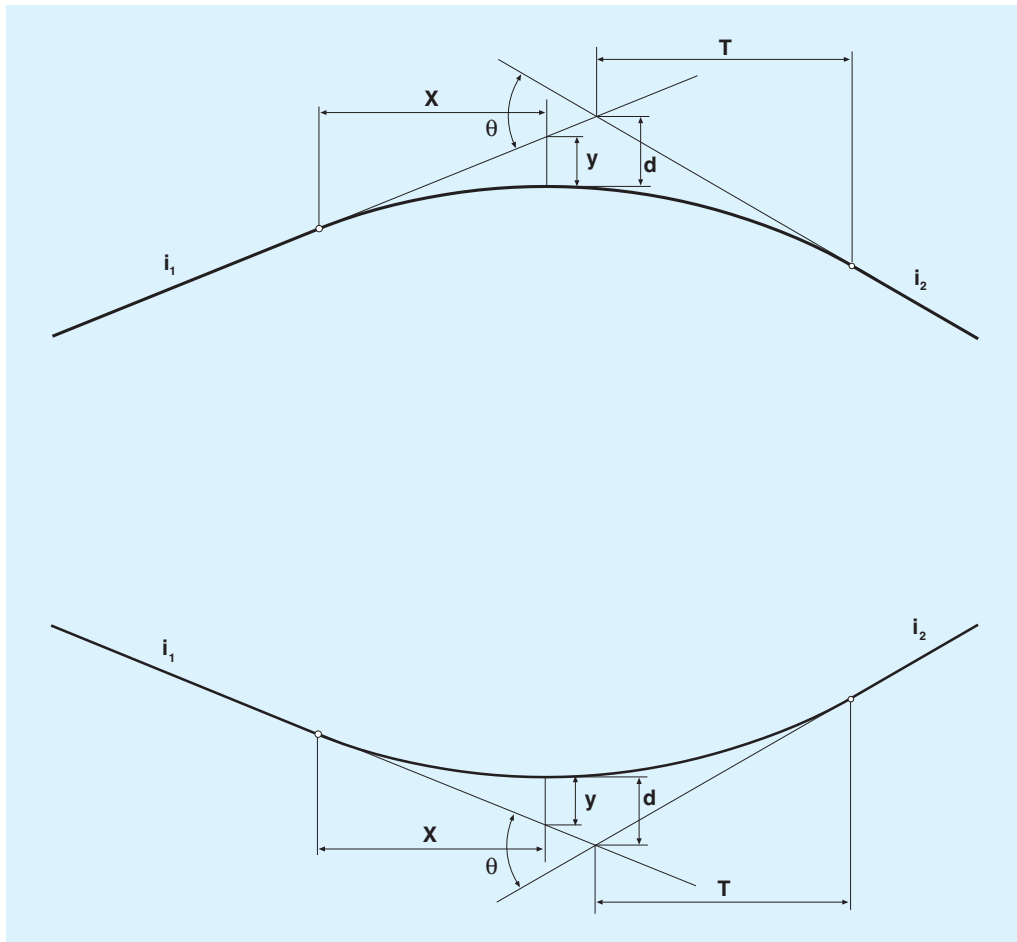
Definiendo $\theta = |i_2 - i_1|$ como el valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones en los extremos del acuerdo en tanto por uno, se cumple que:

$$K_v = \frac{L}{\theta}$$

Siendo L la longitud de la curva de acuerdo ($L = 2 \cdot T$ Figura 5.1).

FIGURA 5.1

ACUERDOS VERTICALES



5.3.2 PARÁMETROS MÍNIMOS DE LAS CURVAS DE ACUERDO VERTICAL

Para evitar que el trazado en alzado del tronco de una carretera, al ser recorrido por un vehículo, provoque a su conductor la sensación de circular por un tobogán no se proyectarán trazados con acuerdos verticales consecutivos de parámetros (K_v) reducidos.

La longitud de una curva de acuerdo y consecuentemente el parámetro (K_v) correspondiente serán los mayores que cumplan las limitaciones de los epígrafes 5.3.2.1 y 5.3.2.2.

5.3.2.1 CONSIDERACIONES DE VISIBILIDAD

Será de aplicación lo especificado en el apartado 3.2.

Si la longitud de la curva de acuerdo vertical (L) es superior a la visibilidad requerida (D) ($L > D$), el valor del parámetro (K_v) vendrá dado por las expresiones siguientes:

- En acuerdos convexos:

$$L = \frac{|i_2 - i_1| \cdot D^2}{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2} \qquad K_v = \frac{D^2}{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

- En acuerdos cóncavos:

$$L = \frac{|i_2 - i_1| \cdot D^2}{2 \cdot (h - h_2 + D \cdot \operatorname{tg} \alpha)} \qquad K_v = \frac{D^2}{2 \cdot (h - h_2 + D \cdot \operatorname{tg} \alpha)}$$

Siendo:

K_v = Parámetro de la parábola (m).

h_1 = Altura del punto de vista del conductor 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 de los faros forma con el eje longitudinal del vehículo.

D = Visibilidad requerida (m).

$\theta = |i_2 - i_1|$ = Valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones de las rasantes en tanto por uno.

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

$$h_1 = 1,10 \text{ m} ; h_2 = 0,50 \text{ m} ; h = 0,75 \text{ m} ; \alpha = 1^\circ$$

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

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

En la Tabla 5.3 se recogen, para diferentes velocidades de proyecto de la carretera y una altura del obstáculo de cincuenta centímetros ($h_2 = 0,50 \text{ m}$), los valores del parámetro con los que se dispone de visibilidad de parada, sin consideraciones de coordinación planta-alzado, en cualquier clase de carretera, y de visibilidad de adelantamiento en carreteras convencionales.

Por consideraciones de coordinación planta-alzado podrán reducirse los valores indicados en la Tabla 5.3 cuando se disponga de la visibilidad de parada exigible.

TABLA 5.3

PARÁMETROS MÍNIMOS DE LOS ACUERDOS VERTICALES PARA DISPONER DE VISIBILIDAD DE PARADA DE CUALQUIER CLASE DE CARRETERA Y DE VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO EN CARRETERAS CONVENCIONALES

GRUPO	VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	ACUERDOS CONVEXOS		ACUERDOS CÓNCAVOS	
		K _v (m) PARADA	K _v (m) ADELANTAMIENTO	K _v (m) PARADA	K _v (m) ADELANTAMIENTO
1	140	22 000	--	10 300	--
	130	16 000	--	8 600	--
2	120	11 000	--	7 100	--
	110	7 600	--	5 900	--
	100	5 200	7 100	4 800	7 800
	90	3 500	4 800	3 800	6 500
	80	2 300	3 100	3 000	5 400
3	90	3 500	4 800	3 800	6 500
	80	2 300	3 100	3 000	5 400
	70	1 400	2 000	2 300	4 400
	60	800	1 200	1 650	3 600
	50	450	650	1 160	3 000
	40	250	300	760	2 400

Nota 1: Los valores de K_v de esta Tabla se han obtenido para una altura del obstáculo h₂ = 0,50 m. Para alturas inferiores, deberán calcularse los correspondientes valores mínimos de K_v.

Nota 2: Los valores de K_v en acuerdos cóncavos se han obtenido para condiciones nocturnas y alcance ilimitado de los faros del vehículo, por lo que dado el limitado alcance real de los mismos, la adopción de dichos valores de K_v no garantizará la visibilidad en horas nocturnas.

Los valores mínimos de K_v de adelantamiento únicamente serán necesarios en las carreteras convencionales si se permite esa maniobra.

La utilización de los valores de la Tabla 5.3 no exige de la realización de los correspondientes cálculos de existencia de visibilidad de parada o adelantamiento dado que, en ciertos casos (como sucede en los acuerdos cóncavos en pendiente), será necesario aumentar los valores de los parámetros de dichos acuerdos.

Si se utilizan parámetros de acuerdos verticales K_v superiores a cinco mil metros (> 5 000 m) será necesario confirmar el correcto drenaje de la carretera en el tramo correspondiente.

Si la longitud de la curva de acuerdo vertical (L) es inferior a la visibilidad requerida ($L < D$), caso especialmente frecuente en ramales de enlace, el valor del parámetro K_v vendrá dado por las expresiones siguientes:

- En acuerdos convexos:

$$L = 2D - \frac{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{|i_2 - i_1|} \quad K_v = \frac{2D}{|i_2 - i_1|} - \frac{2 \cdot (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}{|i_2 - i_1|^2}$$

- En acuerdos cóncavos:

$$L = 2D - \frac{2 \cdot (h - h_2 + D \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{|i_2 - i_1|} \quad K_v = \frac{2D}{|i_2 - i_1|} - \frac{2 \cdot (h - h_2 + D \cdot \operatorname{tg} \alpha)}{|i_2 - i_1|^2}$$

5.3.2.2 CONSIDERACIONES DE PERCEPCIÓN VISUAL

La longitud de la curva de acuerdo vertical cumplirá la condición:

$$L \geq V_p$$

Siendo:

L = Longitud de la curva de acuerdo (m).

V_p = Velocidad de proyecto (km/h).

Si la longitud de la curva de acuerdo vertical $L = K_v \cdot \theta$ obtenida para el valor del parámetro tomado de la Tabla 5.3, es inferior a V_p , se determinará el valor de K_v por la condición:

$$K_v \geq \frac{V_p}{\theta}$$

Siendo:

V_p = Velocidad de proyecto (km/h).

$\theta = |i_2 - i_1|$ = Valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones de las rasantes en tanto por uno.

5.3.3 LONGITUDES DE LAS CURVAS DE ACUERDO VERTICAL

El valor de parámetro K_v mínimo, en función de la longitud (L) de la curva de acuerdo vertical, viene dado por la expresión:

$$K_v = \frac{L}{\theta}$$

Siendo:

K_v = Parámetro de la parábola (m).

L = Longitud de la curva de acuerdo (m).

$\theta = |i_2 - i_1|$ = Valor absoluto de la diferencia algebraica de las inclinaciones de las rasantes en tanto por uno.

Las longitudes de las curvas de acuerdo vertical para diferentes velocidades de proyecto (V_p), derivadas de las expresiones indicadas en los epígrafes 5.3.2.1 y 5.3.2.2, se incluyen en las Figuras 5.2 y 5.3.

La utilización de los valores deducidos de las Figuras 5.2 y 5.3 no exime de la realización de los correspondientes cálculos de visibilidad siendo necesario, en el caso particular de que las inclinaciones de las rasantes sean del mismo signo, evaluar la longitud de las curvas de acuerdo vertical con una visibilidad requerida D correspondiente a la inclinación promedio.

FIGURA 5.2
LONGITUDES DE LAS CURVAS DE ACUERDO VERTICAL CÓNCAVO

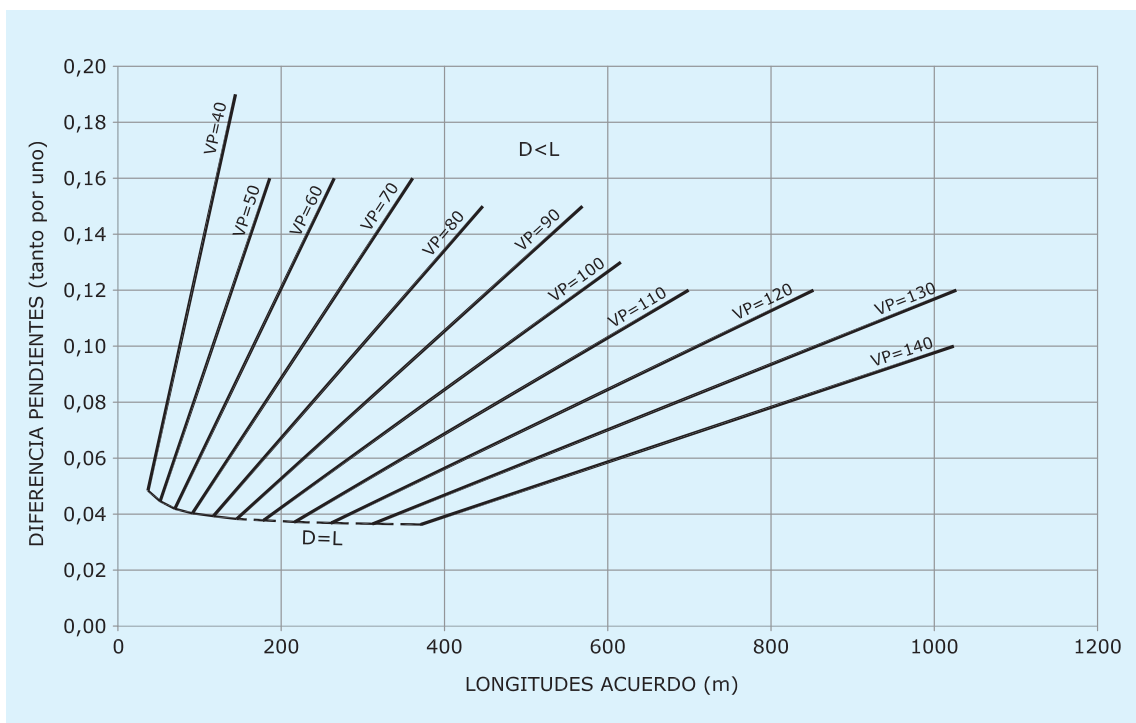
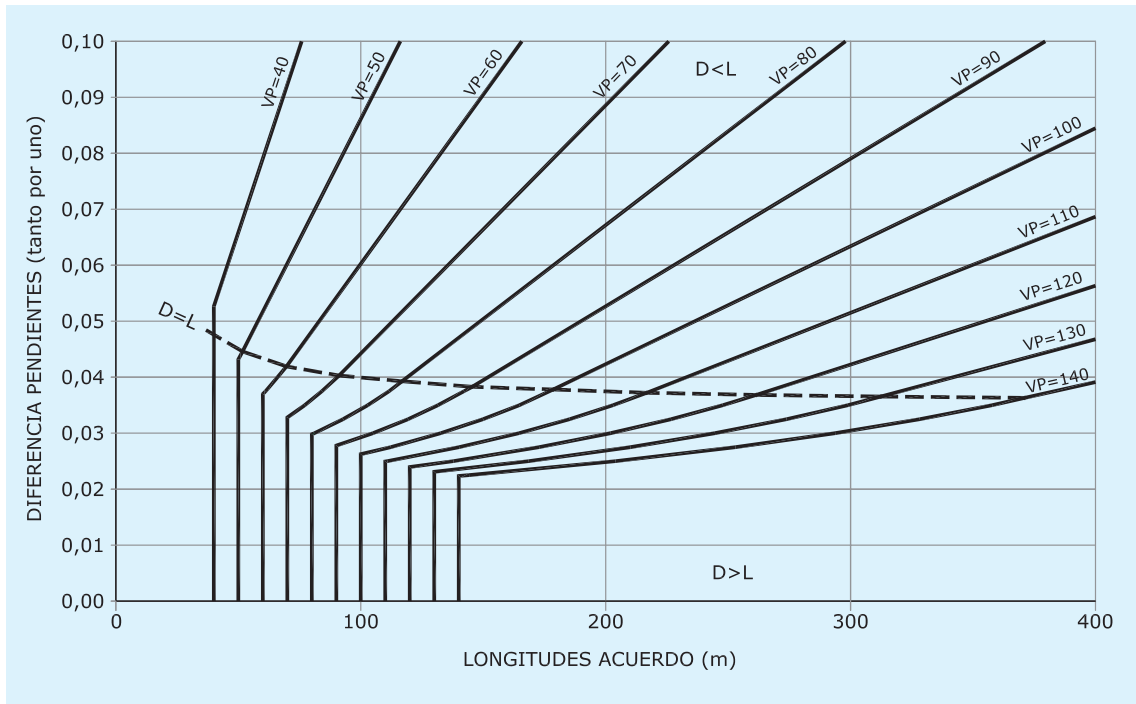
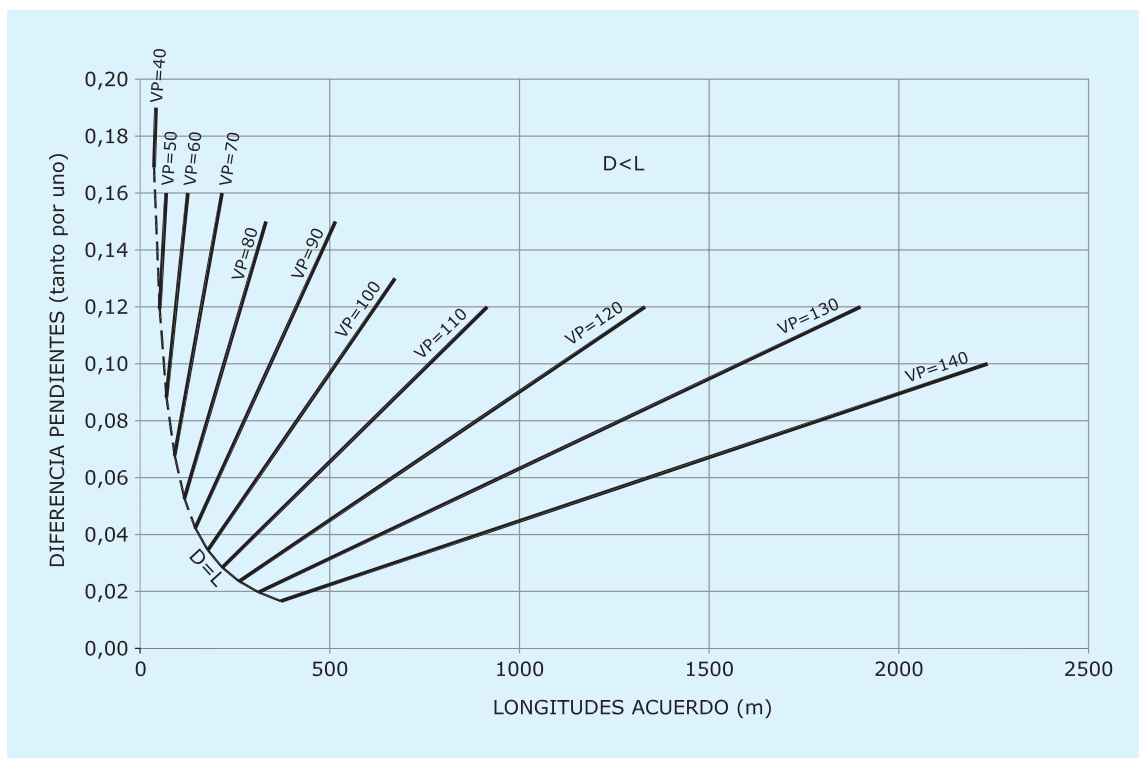
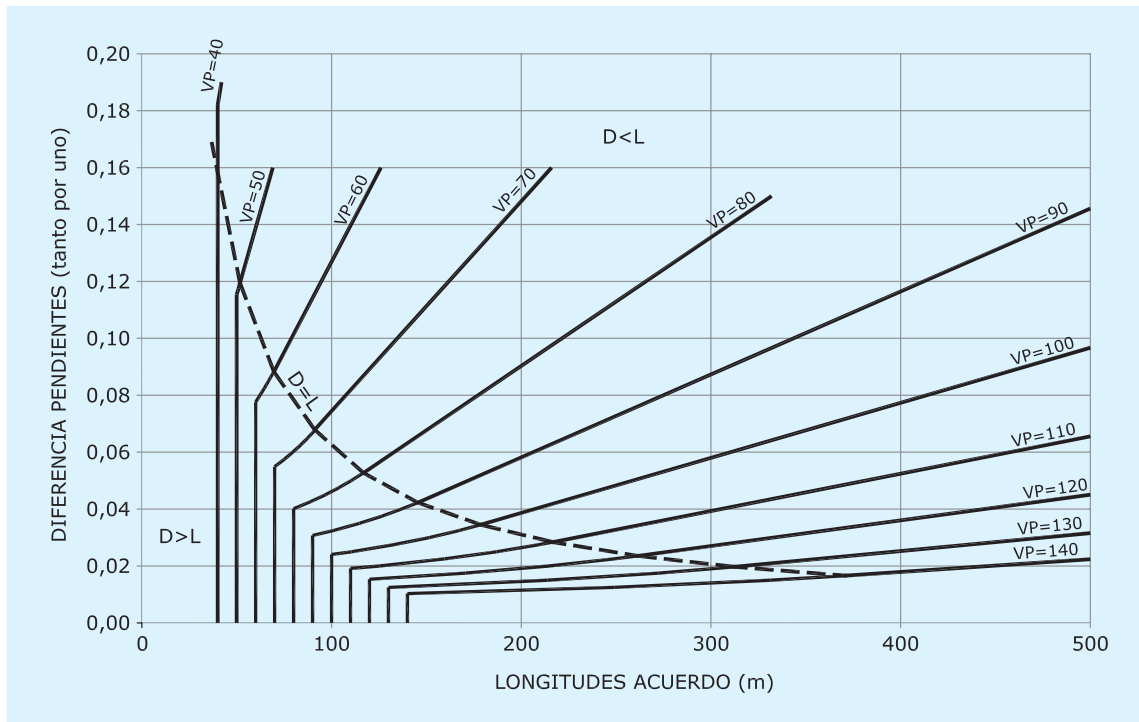


FIGURA 5.3
LONGITUDES DE LAS CURVAS DE ACUERDO VERTICAL CONVEXO



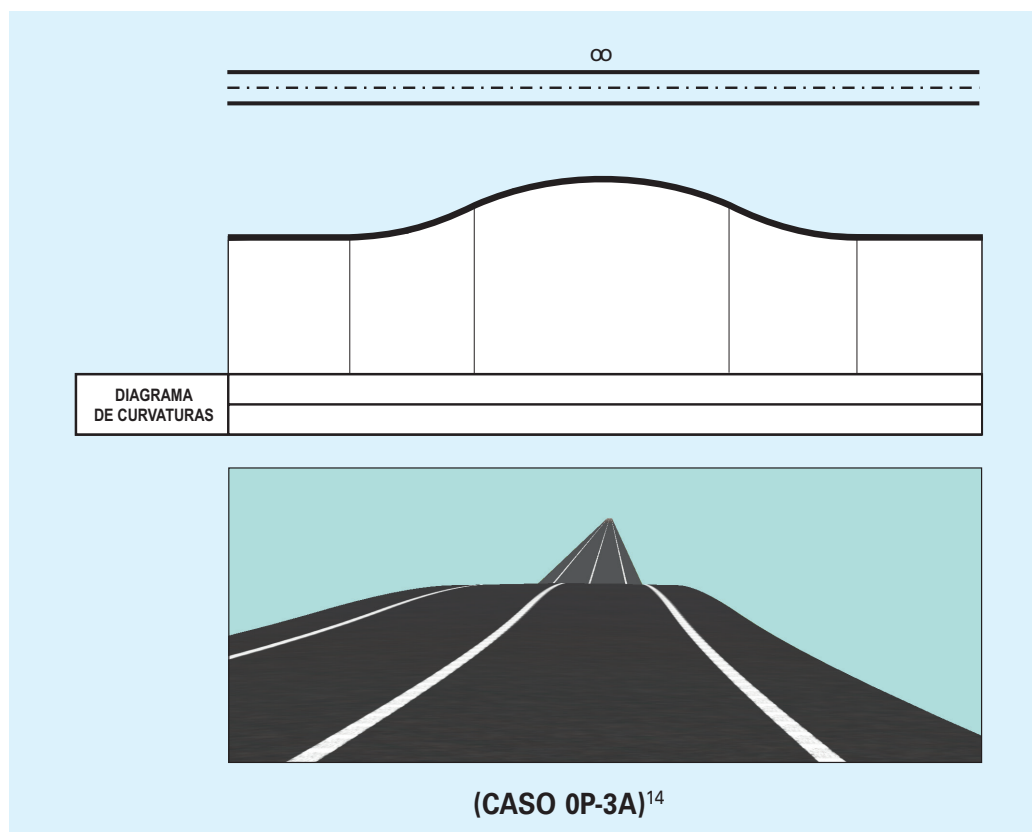
COORDINACIÓN DE TRAZADO EN PLANTA Y ALZADO

El trazado de una carretera en planta y alzado deberá estar coordinado de forma que el usuario pueda circular por ella en condiciones de comodidad y seguridad.

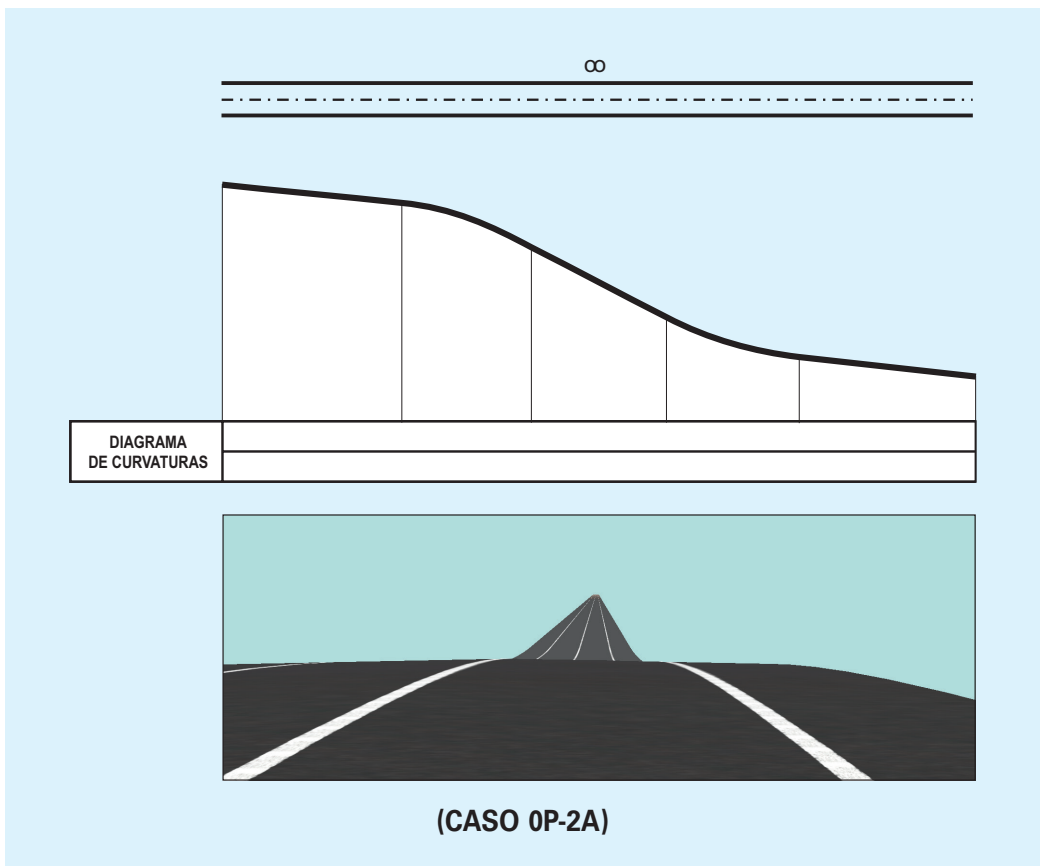
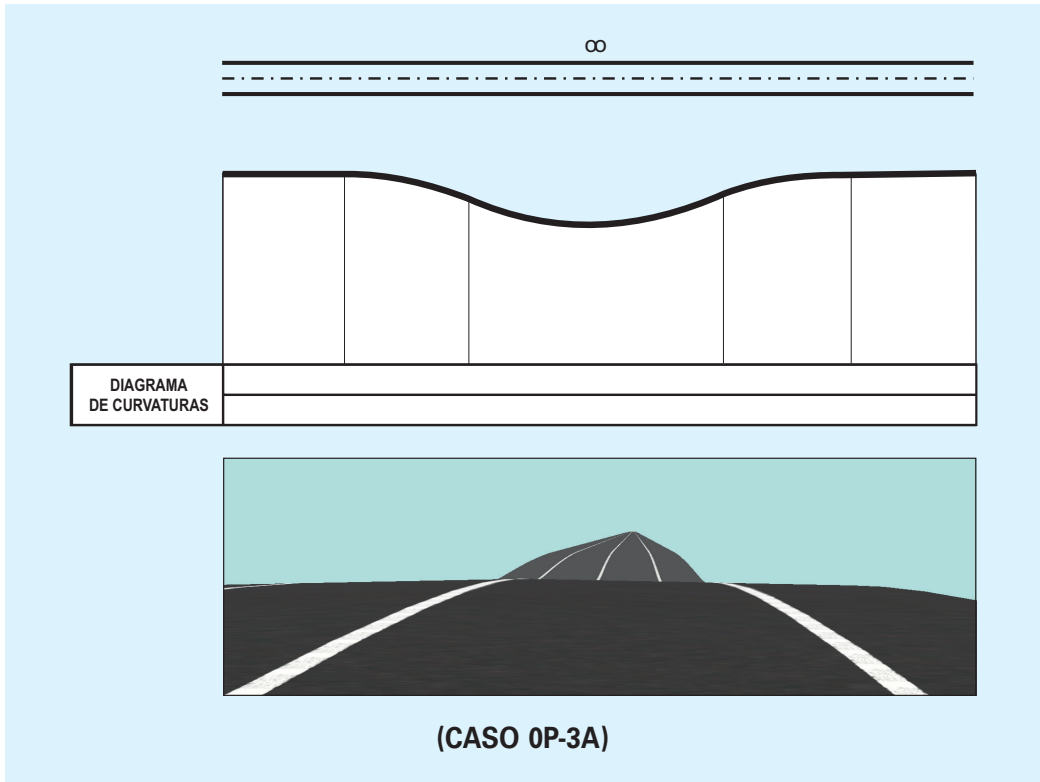
Las principales situaciones que pueden afectar significativamente a la percepción del conductor se pueden clasificar en:

- Pérdida de trazado. Consiste en la desaparición de un tramo de la plataforma en una alineación recta del campo visual del conductor. La pérdida de trazado será múltiple si desaparecen varios tramos (Figura 6.1).

FIGURA 6.1
ESQUEMAS DE PÉRDIDA DE TRAZADO



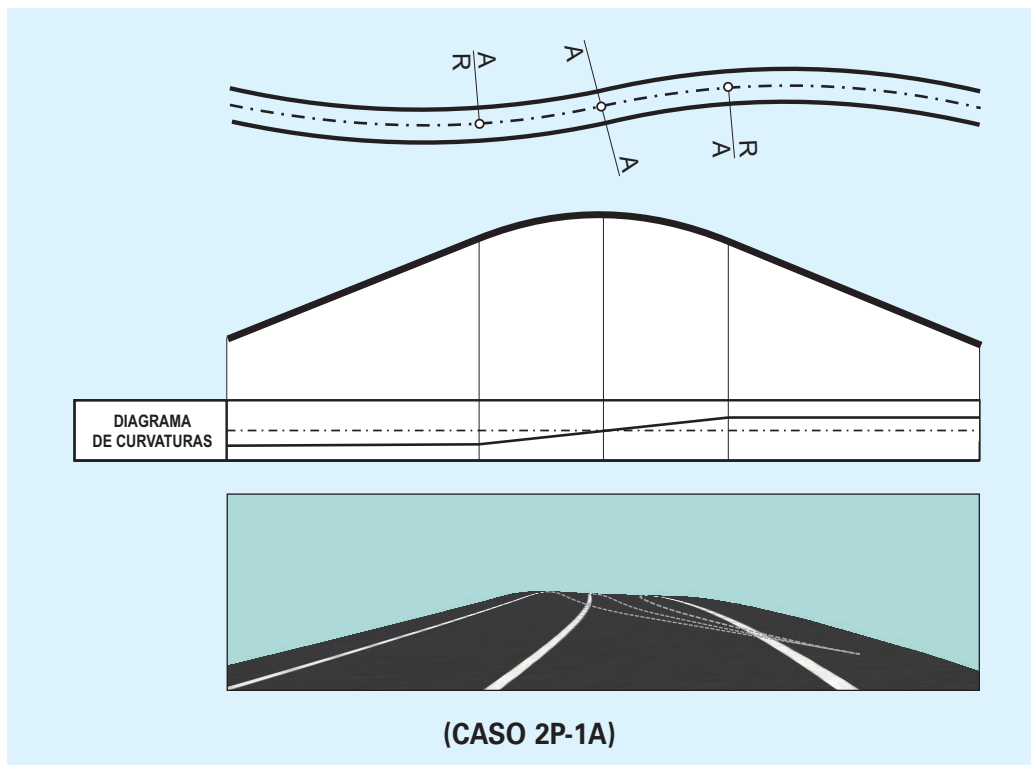
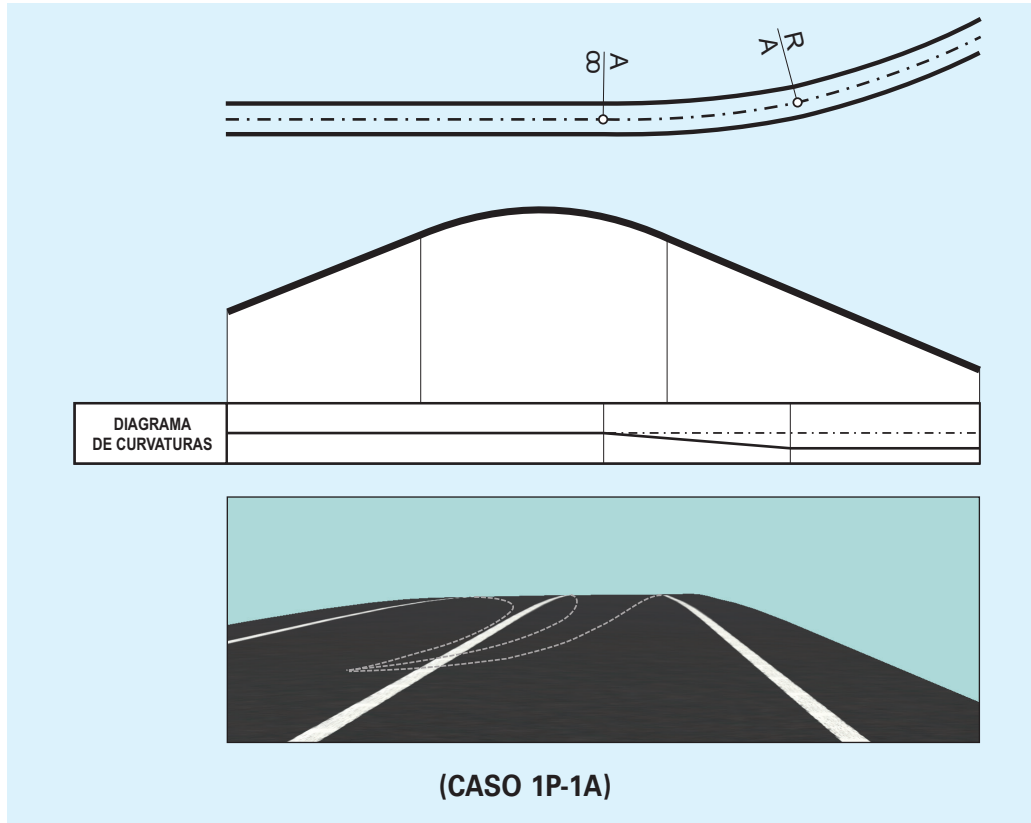
14 La nomenclatura utilizada expresa, dentro del tramo analizado, el número de alineaciones de acuerdo en planta (Tipo I en los esquemas) separado por un guion del número de las correspondientes al alzado.

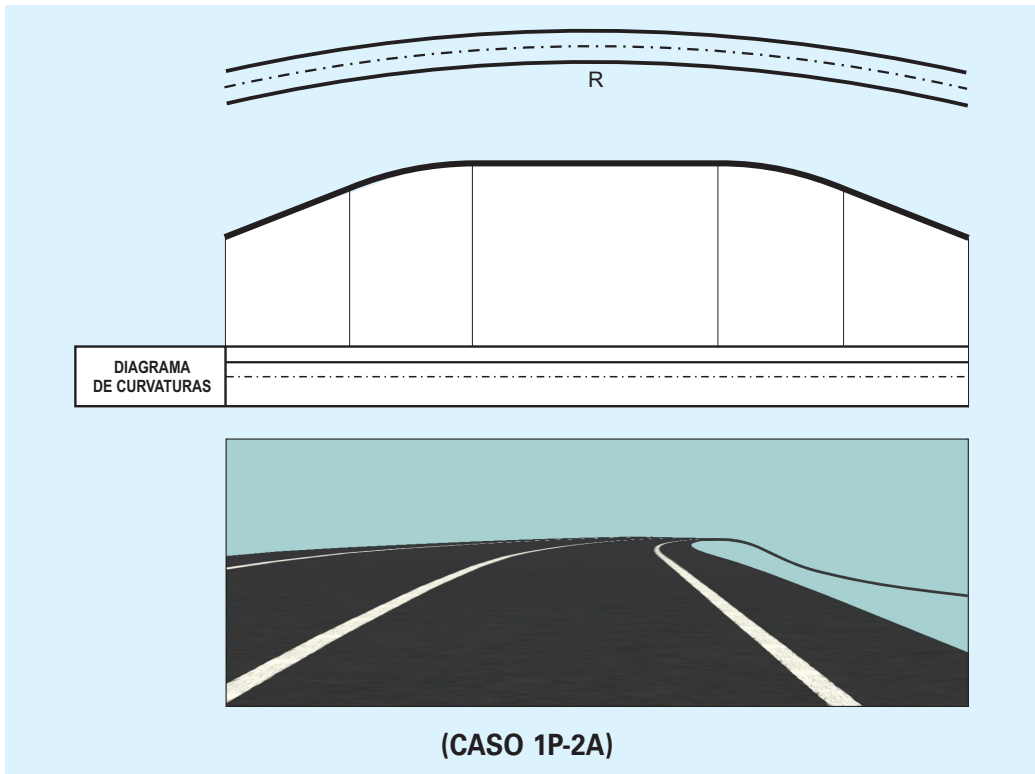


- Pérdida de orientación. Consiste en la desaparición total de la plataforma del campo visual del conductor con incertidumbre sobre la posible trayectoria a seguir (Figura 6.2).

FIGURA 6.2

ESQUEMAS DE PÉRDIDA DE ORIENTACIÓN

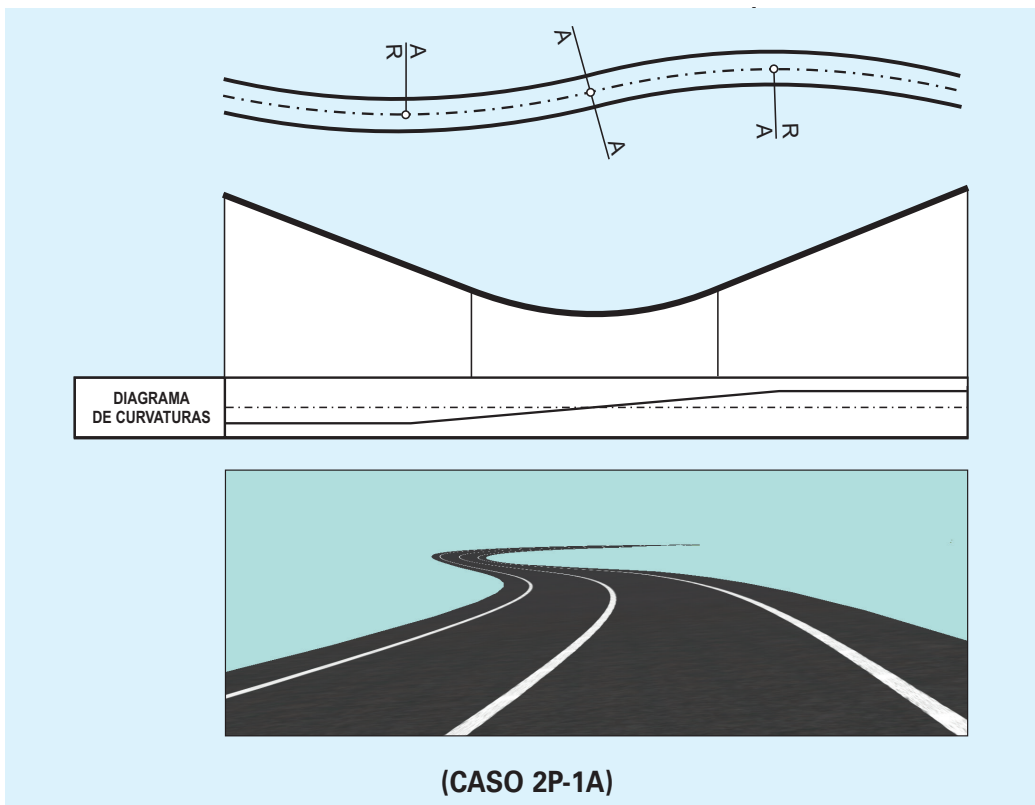


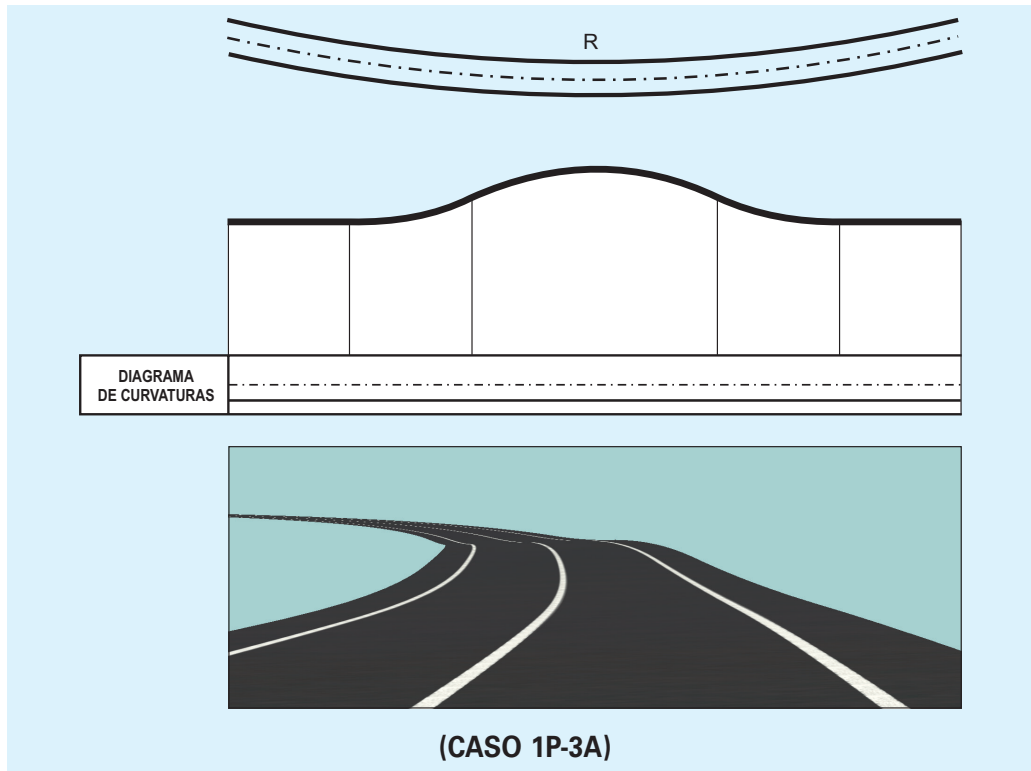


- Pérdida dinámica. Consiste en la desaparición parcial de la plataforma y en particular de alguna de sus características que permiten al conductor el guiado del vehículo (peralte, longitud de elementos, etc.) (Figura 6.3).

FIGURA 6.3

ESQUEMAS DE PÉRDIDA DINÁMICA

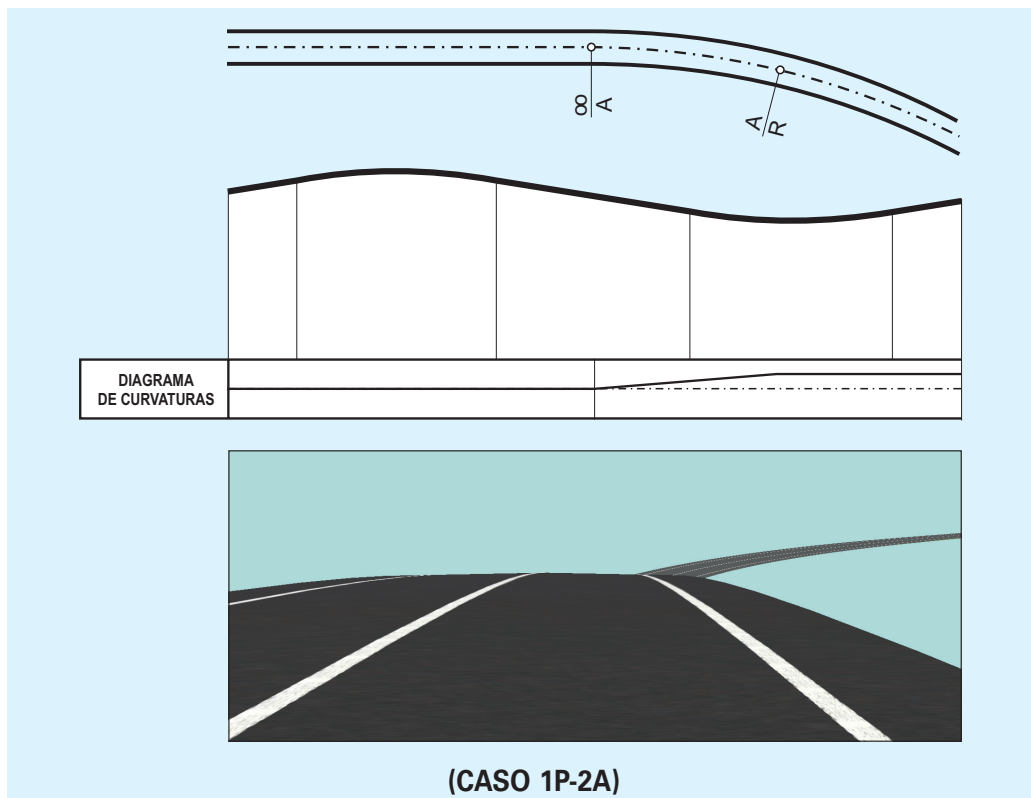




Estas situaciones se presentarán, en general, de forma combinada o con cierta desproporción entre los elementos del trazado en planta y alzado, lo que puede conllevar una diferencia de curvatura muy significativa entre dichos elementos (Figuras 6.4 y 6.5).

FIGURA 6.4

ESQUEMAS DE SITUACIONES COMBINADAS



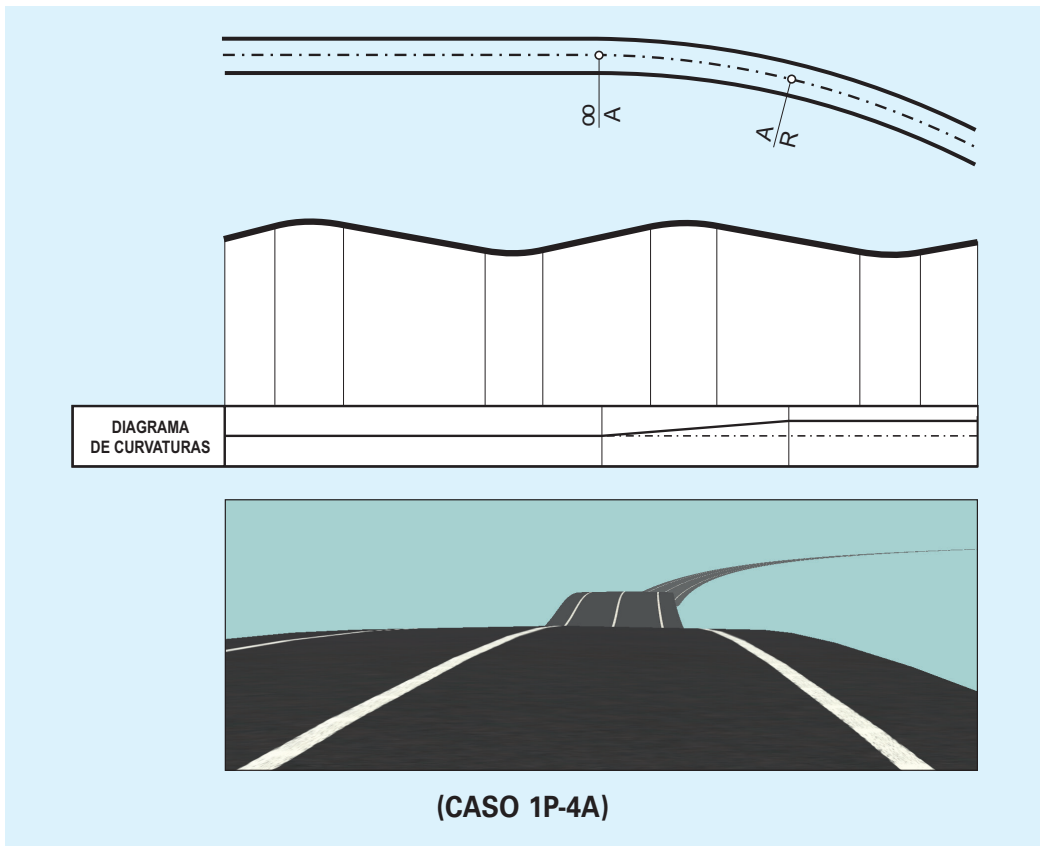
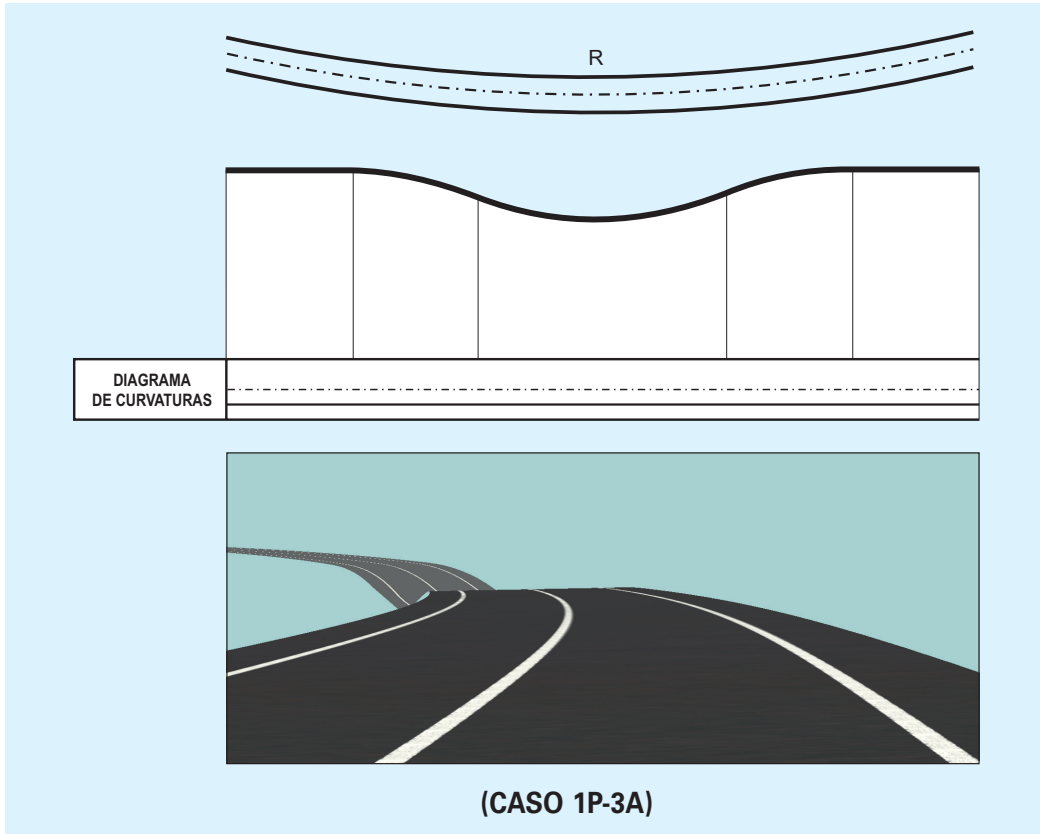
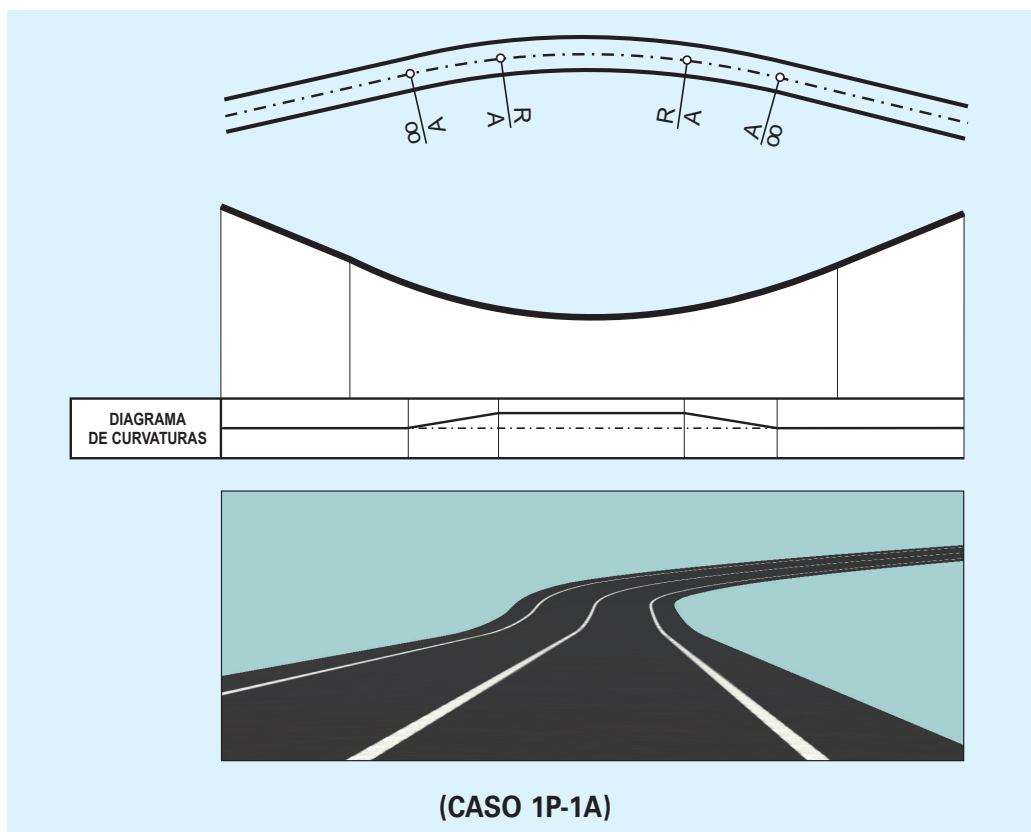
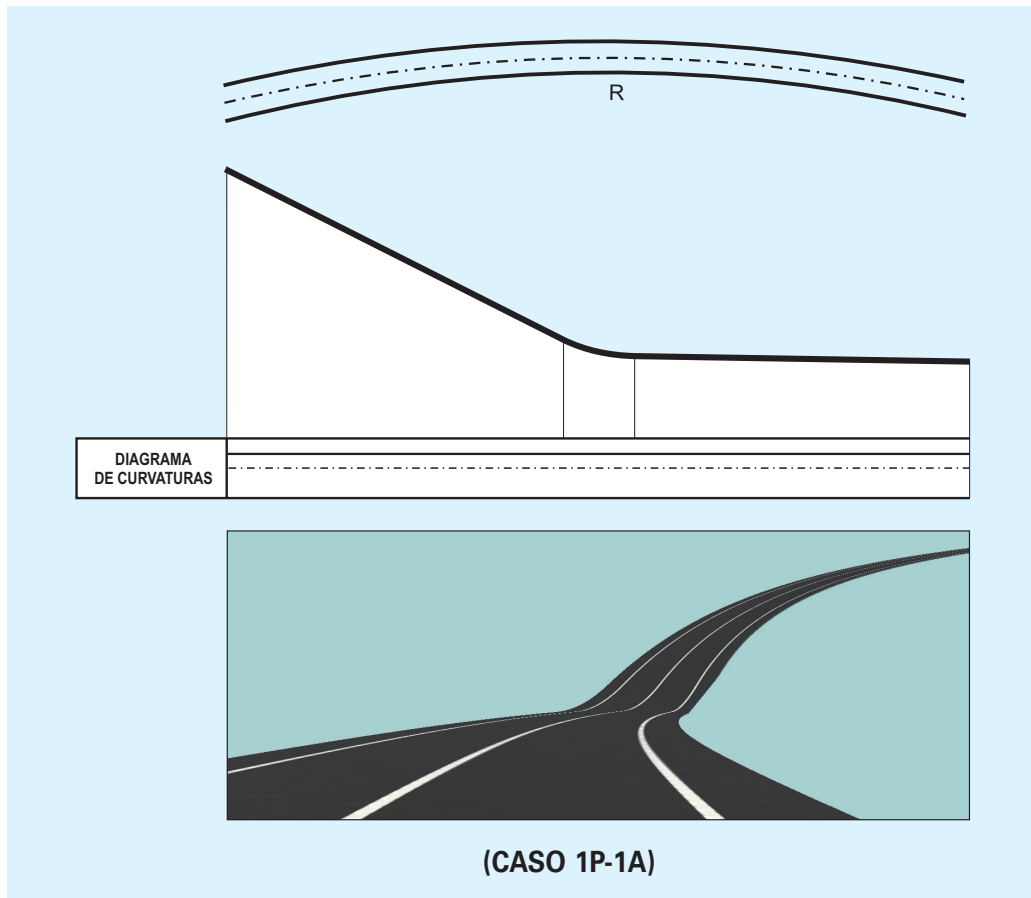
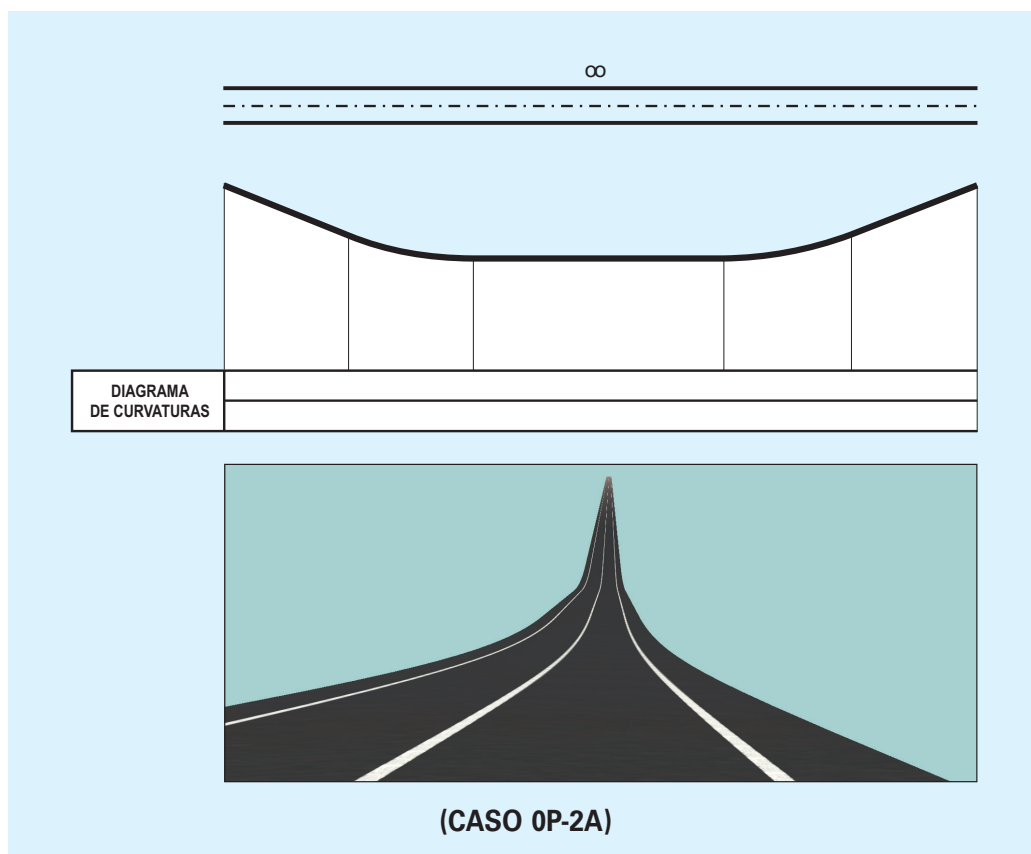


FIGURA 6.5

ESQUEMAS DE ACENTUADA DESPROPORCIÓN ENTRE ELEMENTOS





Para conseguir una adecuada coordinación del trazado, en toda clase 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 posible del punto de radio infinito.
- En carreteras con velocidad de proyecto (V_p) menor o igual que sesenta kilómetros por hora (≤ 60 km/h) y en carreteras de características reducidas, se cumplirá cuando sea posible la condición $K_v = \frac{100 \cdot R}{p}$. Si no fuese así, el cociente $\frac{K_v}{R}$ será mayor o igual que seis (≥ 6), siendo K_v el parámetro de la curva de acuerdo vertical (m), R el radio de la curva circular en planta en metros (m), y p el peralte correspondiente a la curva circular en tanto por ciento (%).

Algunas situaciones disminuyen su problemática y se transforman en un simple desajuste estético a medida que aumentan las dimensiones de los elementos del trazado.

Con anterioridad al análisis de las visibilidades mediante simulación (epígrafe 3.2.9), para identificar y valorar las posibles faltas de coordinación del trazado en planta y alzado, se deberá efectuar en los carriles de todas las calzadas una simulación en tres dimensiones de la percepción del trazado por el usuario, considerando las condiciones del trazado en planta, alzado y sección, al menos para la velocidad de proyecto (V_p) y para la V_{85} estimada de cada elemento de trazado.

En las calzadas con más de un carril por sentido la simulación de la percepción del trazado se efectuará, al menos, en los carriles interiores y exteriores.

7.1 GENERALIDADES

La sección transversal de una carretera o cualquier elemento de la misma, se establecerá en función de la intensidad y de la composición del tráfico previsible en la hora de proyecto del año horizonte, considerando como tal el posterior en veinte (20) años al de la fecha de su entrada en servicio.

Las plataformas con distinto sentido de circulación en autopistas, autovías y carreteras multicarril se separarán con una mediana.

Las plataformas correspondientes a una carretera y a una vía complementaria (apartado 2.7) se separarán con una terciaria.

7.2 CARRILES BÁSICOS DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL TIPO

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

En cualquier caso se tendrán en cuenta, sin computar los carriles adicionales, las siguientes consideraciones:

- Carreteras de calzadas separadas:
 - o No tendrán más de cuatro ($\neq 4$) carriles por calzada ni menos de dos ($\neq 2$) en la sección tipo.
 - o Si el número de carriles básicos necesarios en el tronco para el mismo sentido de circulación es superior a cuatro, se dispondrán dos calzadas sensiblemente paralelas para el mismo sentido de circulación. La vía complementaria¹⁵ a la central se utilizará preferentemente para regulación de accesibilidad y movilidad y dispondrá de al menos dos (≥ 2) carriles básicos. Ambas calzadas estarán separadas por una terciaria.

Aunque la accesibilidad con el entorno se realizará principalmente a través de la vía complementaria, la calzada central, justificadamente, podrá conectarse directamente con otras carreteras.

¹⁵ Las vías complementarias para regulación de accesibilidad y movilidad, según el apartado 2.7, pueden ser vías colectoras-distribuidoras, vías de servicio o vías laterales.

- o No se considerará como separación física (mediana o terciaria) entre plataformas la constituida exclusivamente por marcas viales sobre el pavimento o los bordillos montables (altura inferior a quince centímetros, < 15 cm). Excepcionalmente, de forma justificada, la separación de las carreteras multicarril en las travesías podrá reducirse a las marcas viales.
- Carreteras convencionales:
 - o Tendrán un carril para cada sentido de circulación.
 - o En ningún caso tendrán calzadas con dos o más carriles por sentido.
- Vías colectoras-distribuidoras:
 - o Tendrán uno o dos carriles. De forma justificada podrán tener hasta cuatro carriles en tramos urbanos y periurbanos.
 - o Tendrán una calzada con un sentido de circulación.
- Vías de servicio de sentido único:
 - o Tendrán uno o dos carriles.
 - o Tendrán una calzada con un sentido de circulación.
- Vías de servicio de doble sentido:
 - o Tendrán un carril para cada sentido de circulación.
 - o En ningún caso se proyectarán calzadas con dos o más carriles por sentido.
- Vías laterales:
 - o Tendrán al menos dos carriles en los tramos donde su funcionalidad sea mixta (sirviendo a tráfico de vía colectoras-distribuidoras y de vía de servicio). En tramos urbanos y periurbanos, de forma justificada, podrán tener hasta cuatro carriles.
 - o Tendrán una calzada con un sentido de circulación.

Los niveles de servicio mínimos en la hora de proyecto del año horizonte cumplirán los valores mínimos indicados en la Tabla 7.1.

El proyecto de una carretera podrá ser realizado por fases, debiendo cumplirse en este caso en cada una de ellas, los valores mínimos del nivel de servicio indicados en el párrafo anterior.

En el Anexo 1 se incluyen tablas con las máximas intensidades medias diarias admisibles para diversas hipótesis, en algunas clases de carretera, a partir de las cuales se puede hacer una primera estimación sobre la decisión técnica de proyectar una carretera convencional o una de calzadas separadas (autopista, autovía y carretera multicarril).

7.3 SECCIÓN TRANSVERSAL EN PLANTA

7.3.1 ELEMENTOS Y SUS DIMENSIONES

Entre los elementos que constituyen la sección transversal de una carretera están la plataforma (carriles y arcenes) y las bermas. Sus dimensiones se ajustarán a los valores que se indican en la Tabla 7.1.

El nivel de servicio se obtendrá de acuerdo con la metodología desarrollada en el Manual de Capacidad del TRB (Transportation Research Board).

La sección de una vía lateral se asimilará, salvo justificación en contrario, a la de una vía colectora-distribuidora.

La sección de un ramal de transferencia se asimilará, salvo justificación en contrario, a la de un ramal de enlace de sentido único.

El ancho habitual de los carriles será tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y se podrá reducir, si fuese necesario y de forma justificada, en tramos periurbanos y urbanos considerándose simultáneamente una reducción de la velocidad. En carreteras de calzadas separadas la reducción del ancho de los carriles podrá ser mayor en los situados a la izquierda que en los situados a la derecha, de uso más frecuente por vehículos pesados. Excepcionalmente, en tramo interurbanos de carreteras donde la intensidad de tráfico sea muy baja ($IMD < 300$ vehículos/día) podrá reducirse también el ancho del carril. En este caso, se considerará simultáneamente la reducción de la velocidad y la disposición de tramos con ancho superior o de apartaderos para el cruce de vehículos pesados.

En carreteras de calzadas separadas con velocidad de proyecto (V_p) mayor o igual que cien kilómetros por hora (≥ 100 km/h) se exigirá que el arcén interior tenga un ancho de un metro y cincuenta centímetros (1,50 m) para medianas o tercianas en las que, de forma continuada,¹⁶ la barrera de seguridad se disponga adosada al borde de la plataforma.

En carreteras en terrenos con relieves accidentados o muy accidentados (Tabla 2.2) y con baja intensidad de tráfico ($IMD < 3\ 000$) se podrá reducir el ancho del arcén en cincuenta centímetros (50 cm). Además se podrá justificar la ausencia o reducción de la berma, garantizando siempre un ancho que permita la implantación de la señalización vertical y, si se dispusiese un sistema de contención de vehículos, su anchura de trabajo.

El arcén derecho de un ramal de enlace tendrá un ancho no inferior al del arcén de la vía de la que sale con un valor mayor o igual que un metro y cincuenta centímetros ($\geq 1,50$ m).

El ancho de los arcenes podrá reducirse, de forma justificada, en algunas zonas siempre que se garantice la visibilidad de parada. Las transiciones del ancho de los arcenes se efectuarán de acuerdo con lo indicado en el apartado 7.5.

¹⁶ Como estimación se puede considerar que una barrera de seguridad está adosada de forma continuada si dicha longitud es mayor o igual que quinientos metros (≥ 500 m).

TABLA 7.1
DIMENSIONES DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL

CLASE DE CARRETERA	VELOCIDAD DE PROYECTO (V _p) (km/h)	ANCHO (m)				NIVEL DE SERVICIO MÍNIMO EN LA HORA DE PROYECTO DEL AÑO HORIZONTE
		CARRILES	ARCENES		BERMAS (MÍNIMO)	
			INTERIOR / IZQUIERDO	EXTERIOR / DERECHO		
Autopista y autovía	140, 130 y 120	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	C
	110 y 100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
Carretera multicarril	100	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
	50 y 40	3,25 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00 / 1,50	0,50	E
Carretera convencional	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E
Vía colectora - distribuidora y ramal de enlace de sentido único	100	3,50	1,50	2,50	1,00	D
	90 y 80	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50	2,50	1,00	E
	50 y 40	3,50	0,50 / 1,00	1,50 / 2,50	1,00	E
Ramal de enlace de doble sentido	100	3,50	2,50		1,00	D
	90 y 80	3,50	2,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	2,50		1,00	E
	50 y 40	3,50	1,50 / 2,50		1,00	E
Vía de servicio de sentido único	90 y 80	3,50	1,00	1,50	1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00	1,00 / 1,50	0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00	1,00	0,50	E
Vía de servicio de doble sentido	90 y 80	3,50	1,50		1,00	D
	70 y 60	3,50	1,00 / 1,50		0,75	E
	50 y 40	3,00 a 3,50	0,50 / 1,00		0,50	E

Si los ramales de enlace, los ramales de transferencia, las vías colectoras - distribuidoras, las vías de servicio y las vías laterales solo tuviesen un carril su ancho será de cuatro metros (4,00 m) y, en curvas, tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) más el sobreaño correspondiente (epígrafe 7.3.5) con un valor mínimo de cuatro metros (≥ 4,00 m).

El ancho mínimo de las bermas indicado en la Tabla 7.1 podrá ser aumentado por motivos de visibilidad, anchura de trabajo de los sistemas de contención de vehículos, dimensiones de las señales de tráfico, etc., teniendo en cuenta la posible simultaneidad de elementos.

En ramales de enlace de doble sentido de circulación separados por un sistema de contención de vehículos, el ancho de cada semiplataforma será el correspondiente al de un ramal de enlace de sentido único.

7.3.2 MEDIANA Y TERCIANA

Las características de la mediana en carreteras de calzadas separadas 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 previsión de incrementar el número de carriles, en su caso, así como cualquier otra circunstancia que pudiera ser necesario considerar en dicho estudio (apoyos de obras de paso y de señalización, excavaciones y rellenos, sistema de drenaje, iluminación, sistemas de contención de vehículos, coste de las expropiaciones, etc.).

El ancho mínimo de la mediana será:

- Cuando se prevea la ampliación del número de carriles a expensas de la mediana: diez metros ($\geq 10,00$ m).
- Cuando no se prevea la ampliación del número de carriles a expensas de la mediana: dos metros ($\geq 2,00$ m) o la anchura de trabajo del sistema de contención de vehículos en ambos sentidos si fuese superior.

Las características de la terciaria deberán permitir la implantación de los sistemas de contención de vehículos, de la señalización vertical y del sistema de drenaje. Eventualmente, además de los ramales de transferencia si existiesen, deberá ser posible ubicar los siguientes elementos: pilas de obras de paso, báculos de iluminación y pantallas antirruído.

El ancho de la terciaria deberá permitir, si fuese necesario y previsible, la ampliación de carriles a expensas de ella.

7.3.3 BOMBEO EN RECTA

El bombeo de la plataforma en una alineación recta se proyectará de modo que se evacúen 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 carreteras de calzada única:
 - o Si son de doble sentido de circulación, 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.
 - o Si son de sentido único de circulación, la calzada y los arcenes se dispondrán con una misma inclinación transversal mínima del dos por ciento (≥ 2 %) hacia un solo lado.

En zonas de elevada pluviometría podrá justificarse aumentar la inclinación transversal mínima al dos y medio por ciento ($\geq 2,5 \%$).

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 en curvas de acuerdo la pendiente transversal de la calzada y de los arcenes coincidirá con el peralte.

Las bermas tendrán una pendiente transversal hacia el exterior de la plataforma no inferior al cuatro por ciento ($\nless 4 \%$). Cuando el 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.

7.3.5 SOBREANCHO EN CURVAS

El ancho de los carriles en las curvas de carreteras¹⁷ de radio inferior a doscientos cincuenta metros ($< 250 \text{ m}$) se estimará mediante la aplicación de procedimientos de simulación, teniendo en cuenta que dicho ancho se deberá incrementar en dichas curvas con una holgura tal que, al recorrer la trayectoria que defina el trazado en planta, tanto la esquina delantera exterior como la esquina trasera interior del vehículo patrón característico no estén a menos de cincuenta centímetros ($\nless 50 \text{ cm}$) de los bordes de dicho carril con un mínimo absoluto de treinta centímetros ($\geq 30 \text{ cm}$). Para este análisis, el vehículo se considerará centrado en el carril.

El vehículo patrón característico se determinará en el correspondiente estudio de tráfico, para lo cual se tendrán en cuenta las condiciones de explotación (circunstancias ordinarias y extraordinarias)¹⁸ consideradas en la carretera.

El sobreancho en una curva es la diferencia entre el ancho del carril en dicha curva y en una recta, debido al mayor espacio que, si el radio es reducido, requiere un vehículo que circule por ella, no pudiendo obtenerse por disminución del ancho de los arcenes.

De forma simplificada y fuera de intersecciones, la transición entre el ancho de los carriles en recta y en curva se podrá realizar linealmente, en una longitud mayor o igual que treinta metros ($\geq 30 \text{ m}$) desarrollada a lo largo de la clotoide, aumentando progresivamente el ancho de los carriles hasta alcanzar el sobreancho máximo estimado en el inicio de la curva circular. En casos especialmente difíciles (como cuando no existe curva de acuerdo) podrá aceptarse que el veinticinco por ciento (25 %) de la transición se sitúe dentro de la propia curva circular. La ampliación del ancho del carril por el sobreancho en curvas se efectuará, salvo justificación en contrario, por el borde derecho del carril en el sentido de la marcha, de acuerdo con lo indicado en el apartado 7.5.

Para evitar reiteradas modificaciones del ancho de un carril por la existencia de curvas de distinto radio se procurará homogeneizar la sección del carril al valor máximo. Si el

17 Relacionadas en el apartado 2.2 E).

18 Las condiciones de explotación están descritas en el apartado 10.1 para los nudos y son extrapolables a las carreteras. Los vehículos patrón están relacionados en el Anexo 3.

tramo tuviese una longitud mayor o igual que doscientos cincuenta metros (≥ 250 m) podrá modularse el sobreecho en curvas por intervalos de doscientos cincuenta metros (250 m).

En curvas circulares en carreteras de radio inferior a doscientos cincuenta metros (< 250 m) y para vehículos rígidos, el ancho de cada carril (en metros) podrá ser estimado, de forma simplificada, mediante la expresión:

$$3,5 + \frac{l^2}{2 \cdot R}$$

Siendo:

R = Radio de la curva horizontal (m).

l = Longitud del vehículo patrón característico, medida entre su extremo delantero y el eje de las ruedas traseras (m). Salvo casos excepcionales convenientemente justificados, el valor de la longitud del vehículo patrón característico (l) se obtendrá de la Tabla A3.1 (Anexo 3).

7.3.6 DESMONTES, RELLENOS, CUNETAS Y OTROS ELEMENTOS

Las diversas secciones tipo se proyectarán teniendo en cuenta, además de las plataformas, los desmontes, los rellenos, las cunetas, el drenaje longitudinal subterráneo, los sistemas de contención de vehículos con su anchura de trabajo, la señalización vertical y el balizamiento de acuerdo con la normativa vigente. Eventualmente se considerarán también las instalaciones para los sistemas inteligentes de transporte (ITS), los báculos de iluminación, las pantallas antirruído, las pilas y los estribos de las estructuras y las cimentaciones de todos los elementos.

7.3.7 ALTURA LIBRE

La altura libre mínima bajo pasos superiores sobre cualquier punto de la plataforma de las carreteras será:

- En tramos interurbanos y periurbanos mayor o igual que cinco metros y treinta centímetros ($\geq 5,30$ m).
- En tramos urbanos mayor o igual que cinco metros ($\geq 5,00$ m).

La altura libre mínima bajo pasarelas, pórticos o banderolas, sobre cualquier punto de la plataforma, será mayor o igual que cinco metros y cincuenta centímetros ($\geq 5,50$ m).

En túneles, soterramientos y cubrimientos la altura libre en cualquier punto de la plataforma y en las zonas accesibles a los vehículos será mayor o igual que cinco metros ($\geq 5,00$ m). Sobre las aceras será suficiente una altura libre mayor o igual que dos metros ($\geq 2,00$ m).

7.4 SECCIONES TRANSVERSALES SINGULARES

Se considerarán secciones transversales singulares las correspondientes a túneles, soterramientos, cubrimientos y ciertos tipos de obras de paso.

Dadas las dificultades que, en general, se presentan en la ampliación de las secciones transversales singulares, se deberá tener en cuenta que en estas obras el año horizonte se sitúa treinta (30) años después de la fecha de entrada en servicio. No obstante, además de esta consideración, se podrán tener en cuenta otros criterios suficientemente justificados que permitan su optimización.

En el caso de túneles, soterramientos, cubrimientos y obras de paso consecutivos y próximos deberá proyectarse la sección transversal con la mayor homogeneidad posible.

7.4.1 TÚNELES, SOTERRAMIENTOS Y CUBRIMIENTOS

La sección transversal en túneles, soterramientos y cubrimientos se establecerá en función de su longitud.

Se dispondrán aceras de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho a ambos lados de la plataforma, al menos en los casos indicados en el Real Decreto 635/2006, de 26 de mayo, sobre requisitos mínimos de seguridad en los túneles de carreteras del Estado o normativa que lo sustituya.

7.4.1.1 TÚNELES, SOTERRAMIENTOS Y CUBRIMIENTOS DE LONGITUD MENOR QUE DOSCIENTOS METROS (< 200 m)

En túneles, soterramientos y cubrimientos de longitud menor que doscientos metros (< 200 m), salvo expresa justificación en contrario, se mantendrá:

- En carreteras de calzadas separadas: la sección de cada plataforma.
- En carreteras convencionales: la sección de la plataforma. En carreteras convencionales C-100, C-90 y C-80, se incluirá además una zona intermedia cebreada, de ancho un metro (1,00 m) en la que no se permitirá la circulación de vehículos (reduciéndose así la posibilidad de invasión del carril de circulación en sentido opuesto).

7.4.1.2 TÚNELES, SOTERRAMIENTOS Y CUBRIMIENTOS DE LONGITUD MAYOR O IGUAL QUE DOSCIENTOS METROS (\geq 200 m)

En los túneles, soterramientos y cubrimientos de longitud mayor o igual que doscientos metros (\geq 200 m) las secciones que se adoptarán en las plataformas, salvo expresa justificación en contrario, serán las siguientes:

- Carreteras de calzadas separadas (para cada plataforma):
 - o Calzada con dos carriles sin previsión de ampliación.

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 2,50 \text{ m} = 10,50 \text{ m}$$

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:

$$\text{Arcén } 0,50 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 8,50 \text{ m}$$

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

La sección de la plataforma una vez ampliada estará formada por:

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 3 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 12,50 \text{ m}$$

Antes de la ampliación se dispondrá dentro de la plataforma de doce metros y cincuenta centímetros (12,50 m) una sección de:

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 2,50 \text{ m} = 10,50 \text{ m}$$

En el resto de la sección, dos metros (2,00 m), se dispondrá un cebreado que se ubicará a la derecha, salvo que razones de visibilidad aconsejen disponerlo a la izquierda.

- o Calzada con tres carriles sin previsión de ampliación.

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 3 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 12,50 \text{ m}$$

- o Calzada con tres carriles con previsión de ampliación a cuatro carriles.

La sección de la plataforma una vez ampliada estará formada por:

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 4 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 16,00 \text{ m}$$

Antes de la ampliación se dispondrá dentro de la plataforma de dieciséis metros (16,00 m) una sección de:

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 3 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 2,50 \text{ m} = 14,00 \text{ m}$$

En el resto de la sección, dos metros (2,00 m), se dispondrá un cebreado que se ubicará a la derecha, salvo que razones de visibilidad aconsejen disponerlo a la izquierda.

- o Calzada con cuatro carriles.

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 4 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 16,00 \text{ m}$$

- Carreteras convencionales:

La sección de la plataforma será simétrica, sin espacio para la detención de un vehículo en el arcén. En las carreteras C-100, C-90 y C-80 se incluirá una zona intermedia cebreada de un metro (1,00 m) de ancho en la que no se permitirá la circulación de vehículos (reduciéndose así la posibilidad de invasión del carril de circulación en sentido opuesto).

La sección de la plataforma estará formada por:

- o Carreteras convencionales C-100, C-90 y C-80.

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + \text{carril } 3,50 \text{ m} + \text{zona intermedia } 1,00 \text{ m} + \text{carril } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 10,00 \text{ m}$$

- o Carreteras convencionales C-70 y C-60 con arcenes de un metro y cincuenta centímetros (1,50 m) y con arcenes de un metro (1,00 m).

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 9,00 \text{ m}$$

- o Carreteras convencionales C-50 y C-40 con carriles de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y arcenes de un metro (1,00 m).

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 9,00 \text{ m}$$

- o Carreteras convencionales C-50 y C-40 con carriles de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y arcenes de cincuenta centímetros (0,50 m).

$$\text{Arcén } 0,50 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 0,50 \text{ m} = 8,00 \text{ m}$$

- o Carreteras convencionales C-50 y C-40 con carriles de tres metros (3,00 m) y arcenes de un metro (1,00 m).

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,00 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 8,00 \text{ m}$$

- o Carreteras convencionales C-50 y C-40 con carriles de tres metros (3,00 m) y arcenes de cincuenta centímetros (0,50 m).

$$\text{Arcén } 0,50 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,00 \text{ m} + \text{arcén } 0,50 \text{ m} = 7,00 \text{ m}$$

- Las secciones en otros tipos de carreteras de calzada única se diseñarán con criterios análogos.

En la Tabla 7.2 se incluye la sección de la plataforma de los túneles, soterramientos y cubrimientos de longitud mayor o igual que doscientos metros (≥ 200 m), sin incluir las aceras de setenta y cinco centímetros (75 cm) de ancho.

Si se proyectasen túneles, soterramientos y cubrimientos en carreteras convencionales C-100, C-90 y C-80 con previsión de que constituyan una primera calzada de una carretera de calzadas separadas se ampliará la zona intermedia cebreada del túnel hasta un metro y cincuenta centímetros (1,50 m) para poder obtener una sección de diez metros y cincuenta centímetros (10,50 m).

El diseño de las instalaciones para el equipamiento de los túneles, soterramientos, cubrimientos y otros elementos de seguridad (puestos de emergencia, refugios, apartaderos, galerías, etc.) podrá suponer modificaciones puntuales de la sección transversal, debiendo también tenerse en cuenta a estos efectos la señalización vertical fija y variable.

Si dentro de un túnel, soterramiento o cubrimiento se proyectasen apartaderos se evitará que existan cambios bruscos de las secciones transversales de transición.

TABLA 7.2

CLASE DE CARRETERA		SECCIÓN DE LA PLATAFORMA (m)	
		FUERA DE LOS TÚNELES, SOTERRAMIENTOS Y CUBRIMIENTOS	EN LOS TÚNELES, SOTERRAMIENTOS Y CUBRIMIENTOS (*)
CALZADAS SEPARADAS	2 Carriles por calzada sin previsión de ampliación	1,0/2x3,5/2,5=10,50	1,0/2x3,5/2,5=10,50 Excepción 0,5/2x3,5/1,0=8,50
	2 Carriles por calzada con previsión de ampliación a 3 carriles	1,0/2x3,5/2,5=10,50 1,0/3x3,5/2,5=14,00 Ampliada	1,0/2x3,5/2,5/2,0=12,50 1,0/3x3,5/1,0=12,50 Ampliada
	3 Carriles por calzada sin previsión de ampliación	1,0/3x3,5/2,5=14,00	1,0/3x3,5/1,0=12,50
	3 Carriles por calzada con previsión de ampliación a 4 carriles	1,0/3x3,5/2,5=14,00 1,0/4x3,5/2,5=17,50 Ampliada	1,0/3x3,5/2,5/2,0=16,00 1,0/4x3,5/1,0=16,00 Ampliada
	4 Carriles por calzada	1,0/4x3,5/2,5=17,50	1,0/4x3,5/1,0=16,00
CONVENCIONALES	C-100	2,5/2x3,5/2,5=12,00	1,0/3,5/1,0/3,5/1,0=10,00
	C-90 y C-80	1,5/2x3,5/1,5=10,00	1,0/3,5/1,0/3,5/1,0=10,00
	C-70 y C-60 con arcenes de 1,50 m	1,5/2x3,5/1,5=10,00	1,0/2x3,5/1,0=9,00
	C-70 y C-60 con arcenes de 1,00 m	1,0/2x3,5/1,0=9,00	1,0/2x3,5/1,0=9,00
	C-50 y C-40 con carriles de 3,50 m y arcenes de 1,00 m	1,0/2x3,5/1,0=9,00	1,0/2x3,5/1,0=9,00
	C-50 y C-40 con carriles de 3,50 m y arcenes de 0,50 m	0,5/2x3,5/0,5=8,00	0,5/2x3,5/0,5=8,00
	C-50 y C-40 con carriles de 3,00 m y arcenes de 1,00 m	1,0/2x3,0/1,0=8,00	1,0/2x3,0/1,0=8,00
	C-50 y C-40 con carriles de 3,00 m y arcenes de 0,50 m	0,5/2x3,0/0,5=7,00	0,5/2x3,0/0,5=7,00

(*) Para longitud mayor o igual que doscientos metros (≥ 200 m).

7.4.2 OBRAS DE PASO

La sección transversal de las obras de paso será función de su longitud y se dispondrá en ella un espacio adicional que permita la correcta implantación de los sistemas de contención de vehículos (pretilos), la señalización vertical, los servicios y las posibles aceras.

7.4.2.1 OBRAS DE PASO DE LONGITUD MENOR QUE CIENTO METROS (< 100 m)

En las obras de paso de longitud menor que cien metros (< 100 m), medida entre estribos, se mantendrá el ancho de la plataforma (calzada y arcenes).

7.4.2.2 OBRAS DE PASO DE LONGITUD MAYOR O IGUAL QUE CIENTO METROS (≥ 100 m)

En las obras de paso de longitud mayor o igual que cien metros (≥ 100 m), medida entre estribos, las secciones que se adoptarán en las plataformas, salvo expresa justificación en contrario, serán las siguientes:

- Carreteras de calzadas separadas (para cada plataforma):

- o Calzada con dos carriles sin previsión de ampliación.

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 2,50 \text{ m} = 10,50 \text{ m}$$

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

La sección de la plataforma una vez ampliada estará formada por:

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 3 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 12,50 \text{ m}$$

Antes de la ampliación se dispondrá dentro de la plataforma de doce metros y cincuenta centímetros (12,50 m) una sección de:

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 2,50 \text{ m} = 10,50 \text{ m}$$

En el resto de la sección dos metros (2,00 m), se dispondrá un cebreado que se ubicará a la derecha salvo que razones de visibilidad aconsejen disponerlo a la izquierda.

- o Calzada con tres carriles sin previsión de ampliación.

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 3 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 12,50 \text{ m}$$

- o Calzada con tres carriles con previsión de ampliación a cuatro carriles.

La sección de la plataforma una vez ampliada estará formada por:

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 4 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 16,00 \text{ m}$$

Antes de la ampliación se dispondrá dentro de la plataforma de dieciséis metros (16,00 m) una sección de:

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 3 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 2,50 \text{ m} = 14,00 \text{ m}$$

En el resto de la sección dos metros (2,00 m), se dispondrá un cebreado que se ubicará a la derecha salvo que razones de visibilidad aconsejen disponerlo a la izquierda.

- o Calzada con cuatro carriles.

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 4 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 16,00 \text{ m}$$

- Carreteras convencionales:

- o Carreteras convencionales C-100.

$$\text{Arcén } 1,50 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,50 \text{ m} = 10,00 \text{ m}$$

- o Carreteras convencionales C-90 y C-80.

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 9,00 \text{ m}$$

- o Carreteras convencionales C-70 y C-60 con arcenes de un metro y cincuenta centímetros (1,50 m) y con arcenes de un metro (1,00 m).

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 9,00 \text{ m}$$

- o Carreteras convencionales C-50 y C-40 con carriles de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y con arcenes de un metro (1,00 m).

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 9,00 \text{ m}$$

- o Carreteras convencionales C-50 y C-40 con carriles de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y arcenes de cincuenta centímetros (0,50 m).

$$\text{Arcén } 0,50 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,50 \text{ m} + \text{arcén } 0,50 \text{ m} = 8,00 \text{ m}$$

- o Carreteras convencionales C-50 y C-40 con carriles de tres metros (3,00 m) y arcenes de un metro (1,00 m).

$$\text{Arcén } 1,00 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,00 \text{ m} + \text{arcén } 1,00 \text{ m} = 8,00 \text{ m}$$

- o Carreteras convencionales C-50 y C-40 con carriles de tres metros (3,00 m) y arcenes de cincuenta centímetros (0,50 m).

$$\text{Arcén } 0,50 \text{ m} + 2 \text{ carriles de } 3,00 \text{ m} + \text{arcén } 0,50 \text{ m} = 7,00 \text{ m}$$

- Las secciones en otros tipos de carreteras de calzada única se diseñarán con criterios análogos.

En la Tabla 7.3 se incluye la sección de la plataforma de las obras de paso de longitud mayor o igual que cien metros (≥ 100 m) sin incluir espacios adicionales.

TABLA 7.3

CLASE DE CARRETERA		SECCIÓN DE LA PLATAFORMA (m)	
		FUERA DE LAS OBRAS DE PASO	EN LAS OBRAS DE PASO (*)
CALZADAS SEPARADAS	2 Carriles por calzada sin previsión de ampliación	1,0/2x3,5/2,5=10,50	1,0/2x3,5/2,5=10,50
	2 Carriles por calzada con previsión de ampliación a 3 carriles	1,0/2x3,5/2,5=10,50 1,0/3x3,5/2,5=14,00 Ampliada	1,0/2x3,5/2,5/2,0=12,50 1,0/3x3,5/1,0=12,50 Ampliada
	3 Carriles por calzada sin previsión de ampliación	1,0/3x3,5/2,5=14,00	1,0/3x3,5/1,0=12,50
	3 Carriles por calzada con previsión de ampliación a 4 carriles	1,0/3x3,5/2,5=14,00 1,0/4x3,5/2,5=17,50 Ampliada	1,0/3x3,5/2,5/2,0=16,00 1,0/4x3,5/1,0=16,00 Ampliada
	4 Carriles por calzada	1,0/4x3,5/2,5=17,50	1,0/4x3,5/1,0=16,00
CONVENCIONALES	C-100	2,5/2x3,5/2,5=12,00	1,5/2x3,5/1,5=10,00
	C-90 y C-80	1,5/2x3,5/1,5=10,00	1,0/2x3,5/1,0=9,00
	C-70 y C-60 con arcenes de 1,50 m	1,5/2x3,5/1,5=10,00	1,0/2x3,5/1,0=9,00
	C-70 y C-60 con arcenes de 1,00 m	1,0/2x3,5/1,0=9,00	1,0/2x3,5/1,0=9,00
	C-50 y C-40 con carriles de 3,50 m y arcenes de 1,00 m	1,0/2x3,5/1,0=9,00	1,0/2x3,5/1,0=9,00
	C-50 y C-40 con carriles de 3,50 m y arcenes de 0,50 m	0,5/2x3,5/0,5=8,00	0,5/2x3,5/0,5=8,00
	C-50 y C-40 con carriles de 3,00 m y arcenes de 1,00 m	1,0/2x3,0/1,0=8,00	1,0/2x3,0/1,0=8,00
	C-50 y C-40 con carriles de 3,00 m y arcenes de 0,50 m	0,5/2x3,0/0,5=7,00	0,5/2x3,0/0,5=7,00

(*) Para longitud de obras de paso mayor o igual que cien metros (≥ 100 m).

7.4.3 CARRILES ADICIONALES Y APARTADEROS

Las secciones transversales de los carriles adicionales y apartaderos se describen en el Capítulo 8 con las especificaciones propias de cada uno de ellos.

La implantación de un carril adicional (apartado 8.1) en una carretera, salvo indicación en contrario, no supondrá la disminución del ancho de los arcenes ni su supresión. No obstante, en tramos urbanos y periurbanos se podrá de forma justificada disminuir el ancho del arcén adosado a un carril adicional (que no sea carril o cuña de cambio de velocidad, carril de convergencia o divergencia) hasta un mínimo de un metro ($\nless 1,00$ m).

7.5 TRANSICIÓN DEL ANCHO DE CARRILES Y ARCENES

Si fuese necesario modificar el ancho de los carriles de una carretera por alguna de las circunstancias indicadas en el epígrafe 7.3.1, la transición de dicho ancho (excepto en ramales de enlace, ramales de transferencia, vías colectoras-distribuidoras y vías de servicio de un (1) carril) se hará gradualmente y preferiblemente en tramos rectos.

La longitud de la transición L cumplirá la relación $L \geq 40 \cdot \sqrt{T}$, siendo deseable alcanzar el valor $L = 80 \cdot \sqrt{T}$.

Siendo:

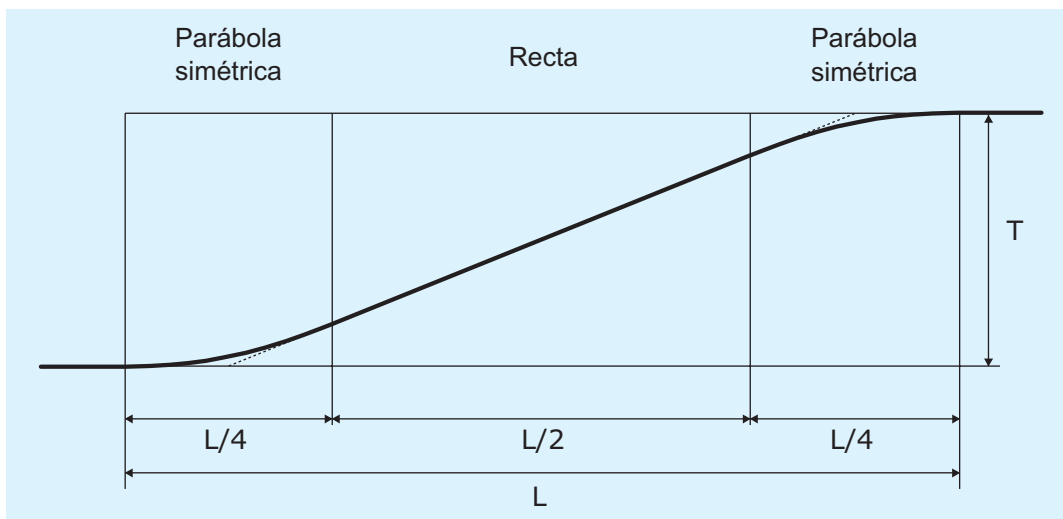
L = Longitud de la transición en metros.

T = Ensanche o reducción en metros.

Se procurará efectuar la transición del ancho de los carriles de una carretera (Figura 7.1) como una sucesión de parábola, recta y parábola.

FIGURA 7.1

TRANSICIÓN DEL ANCHO DE LOS CARRILES DE UNA CARRETERA



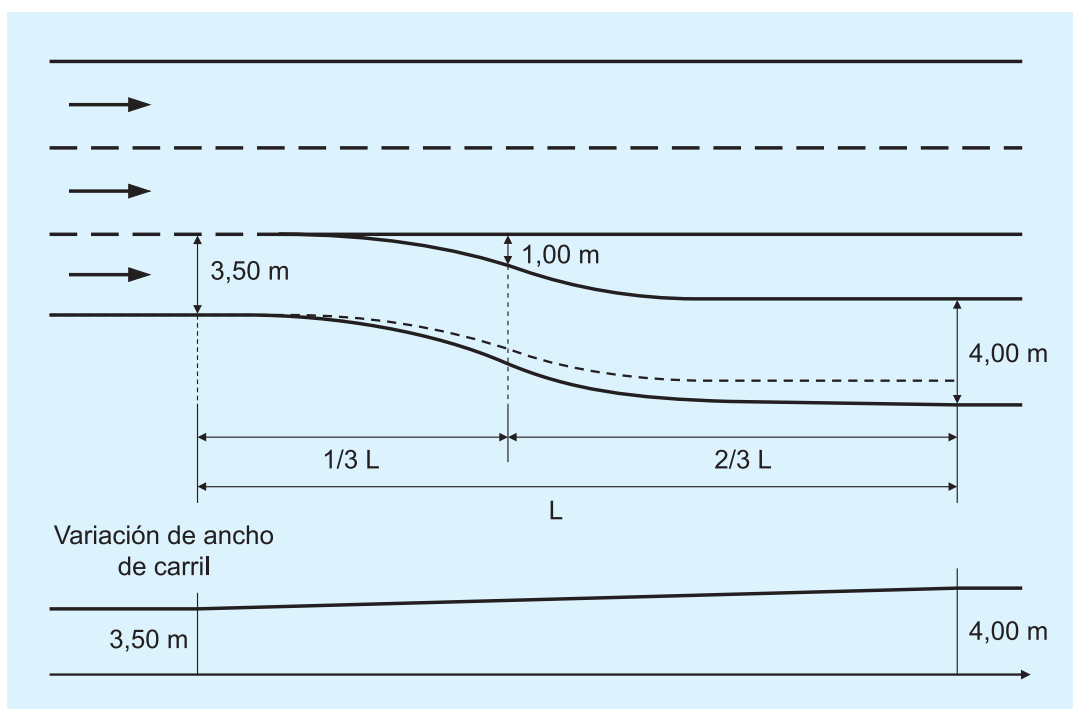
De acuerdo con lo indicado en la Tabla 7.1, los ramales de enlace, los ramales de transferencia, las vías colectoras-distribuidoras, las vías de servicio y las vías laterales de un carril tendrán un ancho mínimo de cuatro metros ($\geq 4,00$ m). En consecuencia, la

transición del ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m), existente en el carril o cuña de cambio de velocidad, al ancho de cuatro metros (4,00 m), existente en los citados ramales de enlace, ramales de transferencia, vías colectoras-distribuidoras, vías de servicio y vías laterales de un (1) carril, se realizará, salvo justificación en contrario, modificando el borde de la calzada exterior común y, si es factible, antes de alcanzar un posible sobreebanco en curvas.

Tomando como referencia la sección característica de 1,0 m del carril o cuña de cambio de velocidad, se establecerá una variación lineal del ancho en la que se asigne un tercio de la longitud de transición al carril o cuña de cambio de velocidad y el resto al ramal de enlace, ramal de transferencia, vía colectora-distribuidora, vía de servicio y vía lateral de un carril (Figura 7.2, caso de una salida).

FIGURA 7.2

TRANSICIÓN DEL ANCHO DE CARRIL O CUÑA DE CAMBIO DE VELOCIDAD



En el caso de que la transición del ancho de los carriles coincida con la correspondiente al sobreebanco en curvas circulares en carreteras de radio inferior a doscientos cincuenta metros (< 250 m) descrita en el epígrafe 7.3.5, se coordinarán las transiciones cumpliéndose las especificaciones más restrictivas.

La transición del ancho de los arcones se hará, salvo justificación en contrario, linealmente en una longitud mayor o igual que cincuenta metros (≥ 50 m) en las carreteras de los Grupos 1 y 2 y que veinticinco metros (≥ 25 m) en las carreteras del Grupo 3.

7.6 ANÁLISIS DE OBSTÁCULOS EN CALZADAS Y MÁRGENES

En los proyectos de carreteras se efectuará un análisis de aquellos obstáculos que puedan impedir la visibilidad de objetos sobre la calzada o suponer riesgo de accidente en caso de colisión con dichos obstáculos por salida del vehículo de la plataforma.

Este análisis determinará el despeje necesario para que el conductor disponga de la visibilidad requerida (parada, adelantamiento, decisión o cruce) en cada caso, teniendo en cuenta simultáneamente tanto el trazado en planta como en alzado. En el caso de trazados en acuerdos verticales cóncavos debe comprobarse la afección a la visibilidad que puede suponer una estructura sobre la calzada o carril (paso superior, pasarela, pórtico y banderola de señalización, etc.).

Para una curva circular en planta, y siempre que el vehículo y el obstáculo a divisar se encuentren dentro de ella, el valor del despeje necesario en cada punto para disponer de una determinada visibilidad (sin tener en cuenta el alzado) se estimará, en una primera aproximación (Figura 7.3), aplicando la fórmula:

$$F = R - \left(R + \frac{R \cdot (a+b) + 2 \cdot a \cdot b}{2 \cdot R + a + b} \right) \cdot \cos \left(\frac{\alpha}{2} \right)$$

Siendo:

F = Distancia mínima del obstáculo que impide la visión al borde de la calzada más próximo a él (m).

R = Radio del borde de la calzada más próxima al obstáculo que impide la visión (m).

a = Distancia del obstáculo a divisar al borde de la calzada más próximo al obstáculo que impide la visión (m) (se determinará en cada caso de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.2).

b = Distancia del punto de vista del conductor al borde de la calzada más próximo al obstáculo que impide la visión (m) (se determinará en cada caso de acuerdo con lo indicado en el apartado 3.2).

α = Ángulo correspondiente al arco D' :

$$\text{En radianes: } \frac{\alpha}{2} = \frac{D'}{2 \cdot R}$$

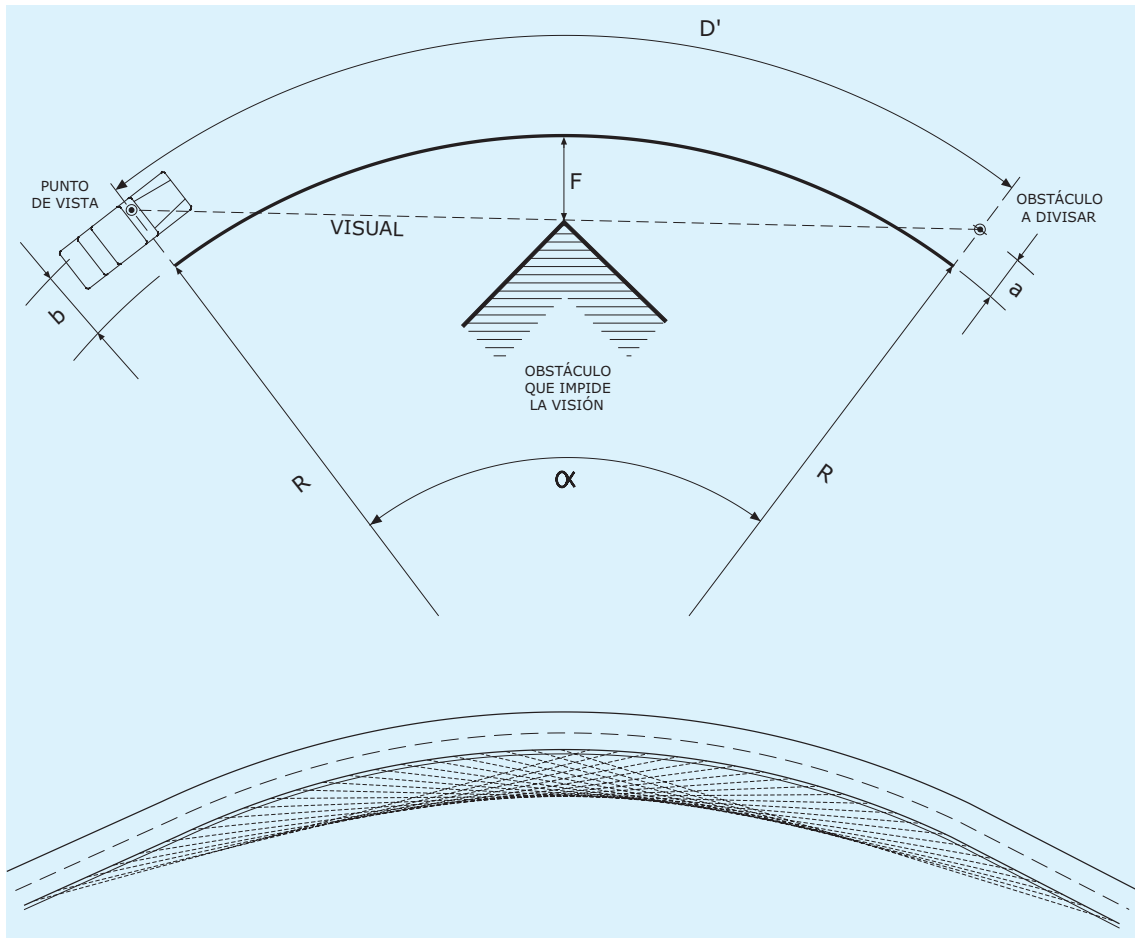
$$\text{En gonios: } \frac{\alpha}{2} = 31,83 \cdot \frac{D'}{R}$$

D' = Distancia a lo largo del arco correspondiente al borde de la calzada entre el punto de vista del conductor y el obstáculo a divisar (m).

La distancia D' será mayor o igual que la visibilidad requerida (parada, adelantamiento, decisión o cruce).

FIGURA 7.3

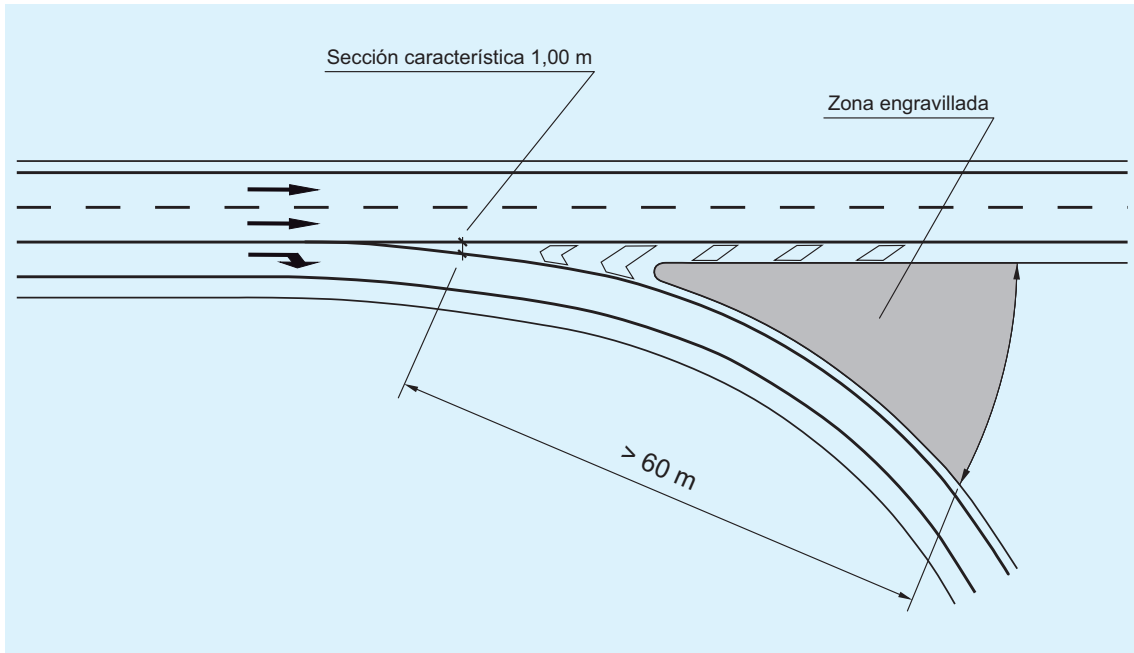
VISIBILIDAD EN PLANTA EN CURVAS CIRCULARES



Adicionalmente se identificarán los posibles obstáculos existentes hasta una distancia de veinte metros (20,00 m) desde los bordes exteriores de la calzada, realizándose el correspondiente análisis de riesgo. A estos efectos, también tendrán la consideración de obstáculo aquellas estructuras situadas en las márgenes de las calzadas donde exista posibilidad de colisión del vehículo con la parte inferior de la estructura (por ser el gálibo respecto a la rasante existente menor que cinco metros (< 5,00 m)).

Además, en carreteras de calzadas separadas, entre las dos plataformas de una bifurcación o de una divergencia correspondientes a un carril de deceleración o de trenzado, se procurará mantener, hasta una distancia mayor que sesenta metros (> 60 m) a partir del punto de apertura de los carriles completos (sección característica de 1,00 m) una zona sensiblemente coplanaria y libre de obstáculos, en la cual se dispondrá preferentemente gravilla suelta (Figura 7.4).

FIGURA 7.4
ZONA SENSIBLEMENTE COPLANARIA Y LIBRE DE OBSTÁCULOS



CARRILES ADICIONALES Y OTROS ELEMENTOS DE TRAZADO

8.1 GENERALIDADES

Para prestar un adecuado servicio a los usuarios de las infraestructuras viarias se deberán analizar las distintas maniobras de los vehículos.

Este objetivo implica la necesidad de proyectar tramos donde se pueda desarrollar el adelantamiento, restringir el paso a determinados vehículos, permitir el almacenamiento o incluso la parada de los vehículos, ya sea en circunstancias ordinarias o extraordinarias. En el diseño de los nudos, este objetivo implica la necesidad de proyectar tramos donde distintas corrientes de vehículos puedan converger o divergir, confluir o bifurcar, o trenzar sus trayectorias.

Estos tramos se encuentran físicamente constituidos a su vez por diversos elementos específicos del diseño, diferenciándose los de transición de las condiciones de circulación y los carriles adicionales:

- Elementos de transición de las condiciones de circulación:
 - o Elementos de cambio de trayectoria y velocidad:
 - Carriles de cambio de velocidad.
 - Cuñas de cambio de velocidad.
 - Envolventes de giro o aproximaciones.
 - o Carriles centrales de almacenamiento y espera.
 - o Carriles de confluencia o bifurcación.
- Carriles adicionales:
 - o Carriles de mejora de los niveles de servicio:
 - Carriles en rampa o pendiente.
 - Carriles de trenzado.
 - Carriles de adelantamiento.
 - Carriles de convergencia o divergencia.
 - o Carriles especializados para la circulación de un tipo de vehículo:
 - Carriles para vehículos de transporte colectivo (BUS).
 - Carriles para vehículos de transporte colectivo y vehículos de alta ocupación (BUS-VAO).
 - Carriles para vehículos pesados (VP).

Asimismo existen otros elementos que también modifican la sección transversal:

- Paradas de vehículos de transporte colectivo.
- Apartaderos:
 - o Apartaderos de conservación y explotación.
 - o Apartaderos de emergencia.
 - o Apartaderos para revisión y control de vehículos pesados.
- Lechos de frenado.
- Pasos de mediana y terciaria.

En este capítulo también se incluyen la descripción y los posibles tipos de ramales de transferencia, así como las condiciones de las vías ciclistas adyacentes a las carreteras.

8.2 ELEMENTOS DE CAMBIO DE TRAYECTORIA Y VELOCIDAD

En las conexiones con una carretera (incluyendo las vías que tienen la consideración de tales -apartado 2.7-) se proyectarán, para facilitar los movimientos de entrada y salida de los vehículos, alguno de los siguientes elementos:

- Carriles de cambio de velocidad.
- Cuñas de cambio de velocidad.
- Envolvertes de giro.

Las condiciones de utilización de los citados elementos se establecen en la Tabla 9.1.

8.2.1 CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD

Carril de cambio de velocidad es aquel cuya función es permitir incrementar o reducir la velocidad, desde la correspondiente a los elementos de una conexión y eventualmente un acceso, a la correspondiente a la calzada de la carretera o viceversa.

8.2.1.1 CLASES Y TIPOS

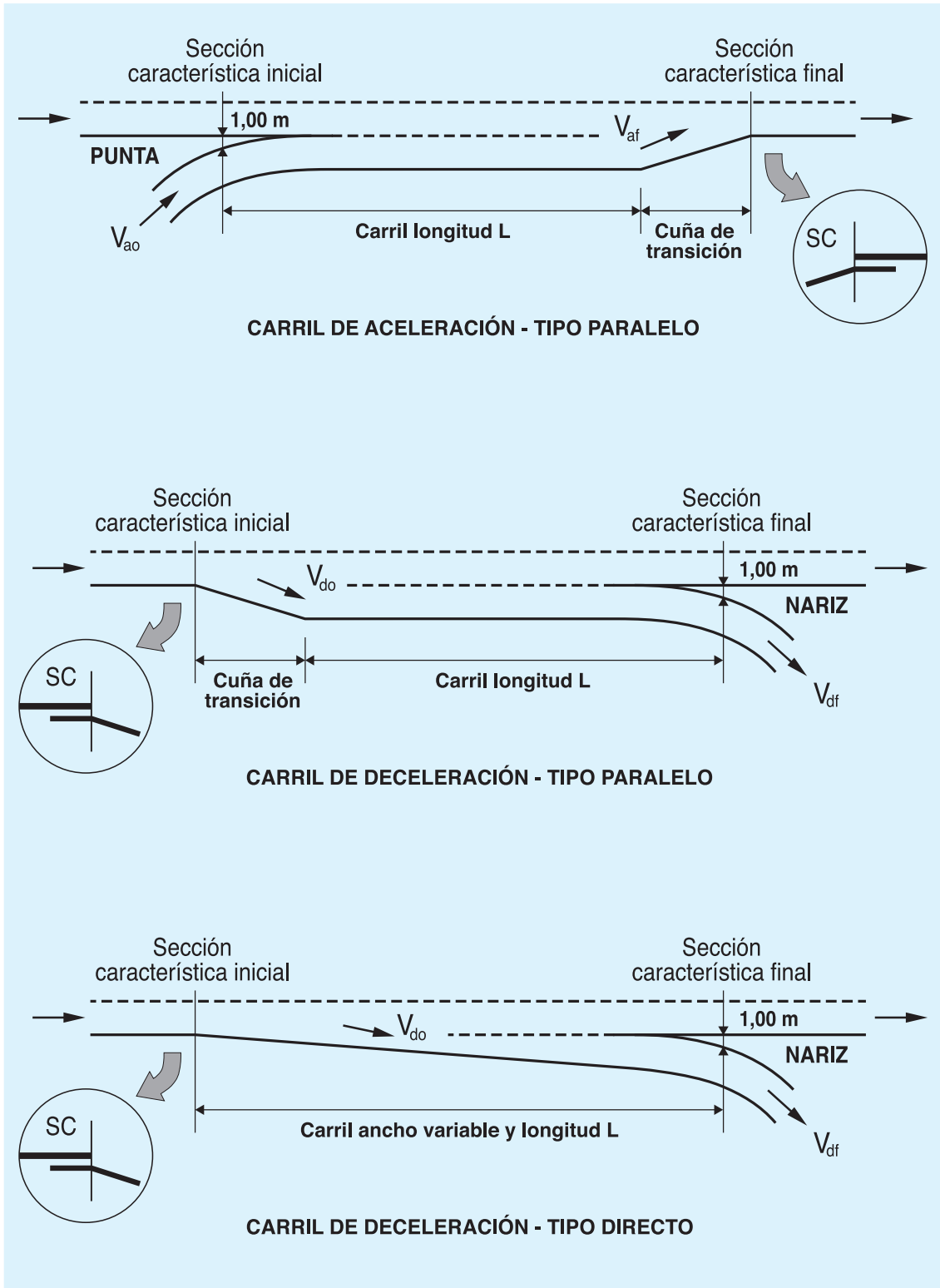
Se podrán utilizar dos clases de carriles de cambio de velocidad: carriles de aceleración y carriles de deceleración.

Existen dos tipos de carriles de cambio de velocidad (Figura 8.1):

- Paralelo, en el que el carril de cambio de velocidad está adosado al borde de la calzada y consta de dos elementos: el carril de cambio de velocidad propiamente dicho, de ancho constante, y una cuña triangular de transición en su extremo.
- Directo, en el que el carril de cambio de velocidad es tangente al borde de la calzada o forma con él un ángulo cuya cotangente no sea inferior a veinte (≤ 20) y no rebase treinta y cinco (≥ 35).

Los carriles de aceleración y los de deceleración serán de tipo paralelo. Excepcionalmente, previa expresa justificación, cuando la velocidad de proyecto (V_p) sea inferior a cien kilómetros por hora (< 100 km/h) los carriles de deceleración podrán ser de tipo directo.

FIGURA 8.1
CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD



Se definen como secciones características de un carril de cambio de velocidad (Figura 8.1):

- "Sección característica de 0,0 m". Aquélla donde el ancho de la cuña de transición medida perpendicularmente al eje de la calzada principal desde el borde de ésta, sea nula (0,00 m). Corresponde a la sección característica inicial del carril de deceleración y a la sección característica final del carril de aceleración. Se sitúa en el borde exterior de la calzada en coincidencia con el borde interior de la marca vial que delimita el arcén exterior.
- "Sección característica de 1,0 m". Aquélla 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). Corresponde a la sección característica final de un carril de deceleración y a la sección característica inicial de un carril de aceleración. Si excepcionalmente no se alcanzase esa separación de un metro (1,00 m) se considerará a efectos de definir una sección característica, aquella en la que la separación entre bordes de calzada del carril y la calzada principal es nula (0,00 m).

En el proyecto de intersecciones esta "Sección característica de 1,0 m" se podrá hacer coincidir con la sección en la que la separación entre bordes de calzada del carril y la calzada principal, medida perpendicularmente al eje de ésta, sea nula (0,00 m).

8.2.1.2 DIMENSIONES

Los carriles de cambio de velocidad de tipo paralelo tendrán un ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) mientras no se separen de la calzada.

Los carriles de cambio de velocidad tendrán un arcén derecho de igual ancho que el de la calzada.

En los carriles de cambio de velocidad de tipo paralelo se dispondrán cuñas de transición en forma triangular, que se situarán en el extremo inicial de los carriles de deceleración y en el extremo final de los carriles de aceleración. Las longitudes de estas cuñas de transición se incluyen en la Tabla 8.1, en función de la velocidad de proyecto (V_p) del tronco.

TABLA 8.1
LONGITUD (m) DE LAS CUÑAS DE TRANSICIÓN

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	LONGITUD DE LAS CUÑAS DE TRANSICIÓN (m)
140 y 130	V_p (km/h) + 10
120	135
110	130
100	125
90	115
80	100
70	80
60	60
50	40
40	25

Para la estimación de la longitud (L) de los carriles de cambio de velocidad, se supondrá que la velocidad de un vehículo a lo largo de dichos carriles, sin considerar la longitud de las cuñas de transición, varía entre los valores siguientes:

- Carriles de aceleración:
 - o Velocidad en la sección característica inicial del carril de aceleración (V_{ao}). Es el valor de la velocidad de proyecto (V_p) del elemento del carril de aceleración que contiene la sección característica de un metro (1,00 m).
 - o Velocidad en la sección característica final del carril de aceleración (V_{af}). Es el valor de la velocidad de proyecto (V_p) del tronco.
- Carriles de deceleración:
 - o Velocidad en la sección característica inicial del carril de deceleración (V_{do}). Es el valor de la velocidad de proyecto (V_p) del tronco.
 - o Velocidad en la sección característica final del carril de deceleración (V_{df}). Es el valor de la velocidad de proyecto (V_p) del elemento del carril de deceleración que contiene la sección característica de un metro (1,00 m).

Las longitudes (L) de los carriles de cambio de velocidad de tipo paralelo se medirán entre la sección con un ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) adosada a la cuña de transición y la sección característica de un metro (1,00 m), sin considerar la longitud de las cuñas de transición.

Las longitudes (L) de los carriles de cambio de velocidad (deceleración) de tipo directo se medirán entre la sección característica de cero metros (0,00 m) y la sección característica de un metro (1,00 m).

En la Tabla 8.2 se indican las longitudes en metros (m) de los carriles de aceleración y deceleración para valores discretos de la inclinación (i) de la rasante en tanto por ciento (%) y de las velocidades inicial (V_{ao} y V_{do}) y final (V_{af} y V_{df}) en kilómetros por hora (km/h), tanto para aceleración como para deceleración. Los valores situados por debajo de las diagonales corresponden a las longitudes de los carriles de deceleración y los valores situados por encima de las diagonales corresponden a las longitudes de los carriles de aceleración. Se podrán interpolar valores en dicha Tabla.

Para calcular el valor de (i) se tomará, salvo justificación en contrario, el valor medio de las inclinaciones de las rasantes existentes entre las secciones características inicial y final de los carriles de cambio de velocidad.

En la determinación de la longitud (L) de los carriles de cambio de velocidad se han utilizado las expresiones incluidas en el Anexo 2.

Para longitudes (L) de carriles de aceleración y deceleración mayores que trescientos metros (> 300 m) o cuando por aplicación de la Tabla 8.2 se deduzca que el vehículo no puede alcanzar la velocidad final (indicado como NP en la Tabla 8.2), se estudiará la posibilidad de que parte de la variación de la velocidad se realice, en su caso, en los ramales de enlace, vías de giro y vías colectoras-distribuidoras, teniendo en cuenta lo indicado en el epígrafe 10.7.4.

En carreteras con inclinaciones de la rasante superiores al seis por ciento ($i < - 6 \%$ e $i > + 6 \%$) se deberá efectuar un estudio de la longitud de los carriles de cambio de velocidad.

Se efectuará un estudio del nivel de servicio de la carretera en los tramos donde se ubiquen los carriles de cambio de velocidad, en especial en entornos urbanos y periurbanos, por si fuese necesario disponer carriles de convergencia o divergencia (apartado 8.8). En el estudio se tendrán en cuenta las intensidades horarias y el porcentaje de vehículos pesados.

8.2.1.3 PENDIENTE TRANSVERSAL

Los carriles de cambio de velocidad tendrán en toda su longitud la misma pendiente transversal que la calzada.

TABLA 8.2
LONGITUDES (L) DE LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD (m)

INCLINACIÓN DE LA RASANTE: $-2\% \leq i \leq +2\%$							
		Velocidad final (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
Velocidad inicial (km/h)	40	20	35	85	175	320	615
	60	40	30	50	135	285	580
	80	95	55	40	85	235	530
	100	170	130	70	55	150	445
	120	250	215	160	90	75	295
	140	360	320	265	190	105	95

INCLINACIÓN DE LA RASANTE: $+2\% < i \leq +4\%$							
		Velocidad final (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
Velocidad inicial (km/h)	40	20	40	100	215	455	NP
	60	35	30	60	175	410	NP
	80	80	50	40	115	350	NP
	100	140	105	65	55	240	NP
	120	215	180	135	75	75	NP
	140	300	265	220	160	95	95

INCLINACIÓN DE LA RASANTE: $-2\% < i \leq -4\%$							
		Velocidad final (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
Velocidad inicial (km/h)	40	20	30	70	140	250	440
	60	50	30	40	110	225	410
	80	120	70	40	70	180	365
	100	210	160	90	55	110	300
	120	320	270	200	110	75	185
	140	450	400	330	240	130	95

INCLINACIÓN DE LA RASANTE: $+4\% < i \leq +6\%$							
		Velocidad final (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
Velocidad inicial (km/h)	40	20	45	115	250	585	NP
	60	30	30	70	205	540	NP
	80	75	45	40	135	470	NP
	100	130	100	55	55	335	NP
	120	195	165	125	75	75	NP
	140	275	245	200	150	95	95

INCLINACIÓN DE LA RASANTE: $-4\% < i \leq -6\%$							
		Velocidad final (km/h)					
		40	60	80	100	120	140
Velocidad inicial (km/h)	40	20	30	65	130	230	385
	60	60	30	40	100	200	360
	80	140	80	40	60	160	320
	100	240	185	105	55	100	250
	120	370	310	230	130	75	160
	140	520	460	380	275	150	95

NP: El vehículo de cálculo no puede alcanzar esa velocidad.

8.2.2 CUÑAS DE CAMBIO DE VELOCIDAD

Cuña de cambio de velocidad es una ampliación de la superficie de la calzada de forma triangular cuya función es permitir incrementar o reducir la velocidad, desde la correspondiente a los elementos de una conexión y eventualmente un acceso, a la correspondiente a la calzada o viceversa.

8.2.2.1 CLASES

Existen dos clases de cuñas de cambio de velocidad:

- Cuña de aceleración (también denominada cuña de incorporación).
- Cuña de deceleración (también denominada cuña de salida).

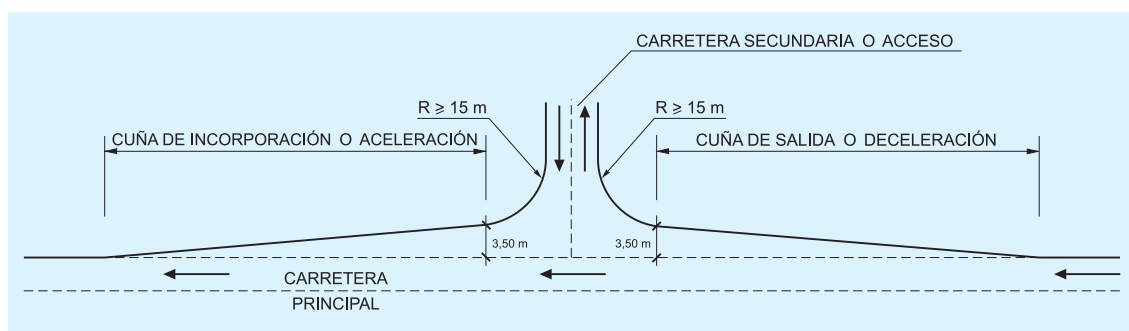
La cuña de cambio de velocidad tendrá forma triangular (Figura 8.2) y estará adosada al borde de la calzada.

Se definen como secciones características de una cuña de cambio de velocidad:

- "Sección característica de 0,0 m". Aquélla donde el ancho de la cuña medida perpendicularmente al eje de la calzada principal desde el borde de ésta, sea nula (0,00 m). Corresponde a la sección característica inicial de la cuña de deceleración y a la sección característica final de la cuña de aceleración. Se sitúa en el borde exterior de la calzada en coincidencia con el borde interior de la marca vial que delimita el arcén exterior.
- "Sección característica de 3,5 m". Aquélla donde el ancho de la cuña medida perpendicularmente al eje de la calzada principal desde el borde de ésta, sea de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m). Corresponde a la sección característica final de la cuña de deceleración y a la sección característica inicial de la cuña de aceleración.

FIGURA 8.2

CUÑAS DE CAMBIO DE VELOCIDAD



8.2.2.2 DIMENSIONES

La longitud de las cuñas de cambio de velocidad será la establecida en la Tabla 8.3 en función de la velocidad de proyecto (V_p) del tronco. Se medirá entre el inicio o el final 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 cincuenta centímetros (3,50 m), medida perpendicularmente al eje de ésta.

El ancho de las cuñas de cambio de velocidad será variable entre cero metros (0,00 m) y tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m).

Las cuñas de cambio de velocidad tendrán un arcén derecho de igual ancho que el de la calzada.

TABLA 8.3
LONGITUD (m) DE CUÑAS DE CAMBIO DE VELOCIDAD

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	LONGITUD DE LAS CUÑAS DE ACELERACIÓN Y DECELERACIÓN (m)
100	125
90	115
80	100
70	80
60	60
50	40
40	25

8.2.2.3 PENDIENTE TRANSVERSAL

Las cuñas de cambio de velocidad tendrán la misma pendiente transversal que la calzada.

8.2.2.4 CUÑAS REDUCIDAS

En algunas conexiones y accesos incluidas en la Tabla 9.1 se podrán efectuar las uniones con el tronco mediante cuñas reducidas de cambio de velocidad (abreviadamente cuñas reducidas).

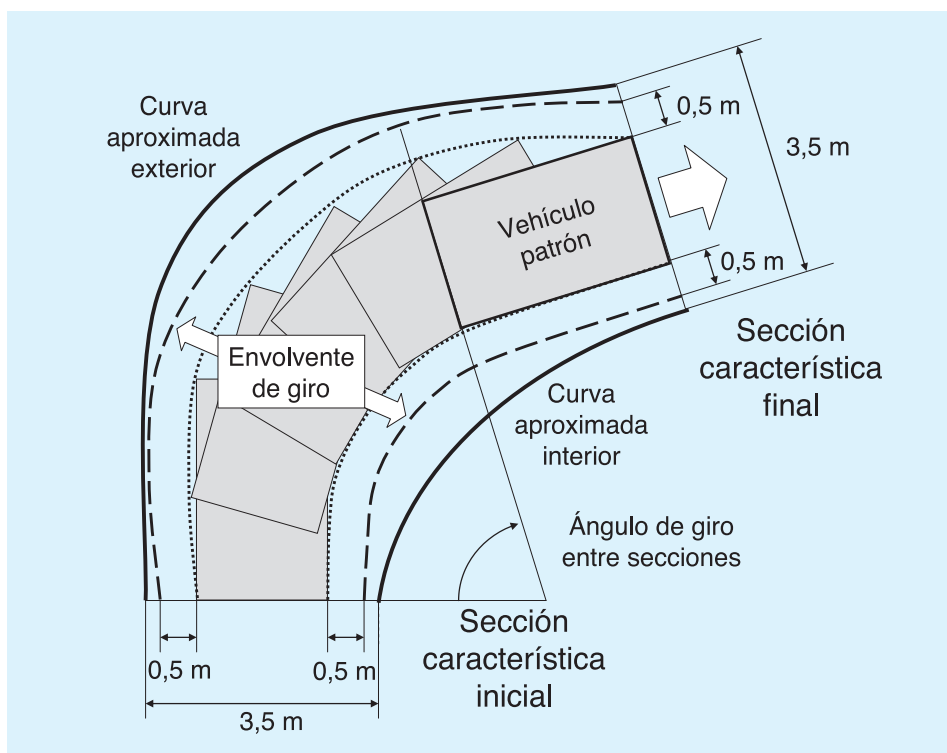
Las longitudes de las cuñas reducidas serán la mitad de las longitudes de las cuñas de cambio de velocidad definidas en la Tabla 8.3 en función de la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera.

8.2.3 ENVOLVENTES DE GIRO Y APROXIMACIONES

Envolvente de giro es la superficie barrida por el vehículo patrón característico, al efectuar la maniobra correspondiente a dicho giro, incrementada con una holgura de ancho cincuenta centímetros (0,50 m) por cada lado (Figura 8.3) con un mínimo absoluto de treinta centímetros (≥ 30 cm). Adicionalmente se dispondrán los arcenes que procedan.

Los vehículos patrón están definidos en el Anexo 3 y se justificará la elección del que se considere característico (apartado 10.1), a partir de la información proporcionada por el correspondiente estudio de tráfico.

FIGURA 8.3
ENVOLVENTE DE GIRO GENÉRICA



Deberá justificarse la velocidad de giro que se considere para la estimación de la envolvente y, en todo caso, mantener un criterio homogéneo para todos los elementos involucrados en el diseño.

Para la elección de la velocidad de giro de entrada en una carretera se tendrá en cuenta que:

- Cuando el movimiento se realice a velocidad de maniobra, considerando como tal la que no es superior a quince kilómetros por hora ($\nless 15$ km/h), el vehículo iniciará el giro desde una detención obligatoria.
- Cuando el movimiento se realice a velocidad superior a la de maniobra, deberá disponerse una cuña o un carril de cambio de velocidad en la incorporación. En este caso, la envolvente constituye una vía de giro de corto desarrollo.
- Cuando la velocidad elegida sea suficientemente elevada para poder implantar alineaciones curvas, la envolvente de giro constituye una vía de giro que tendrá un carril de cambio de velocidad para materializar la incorporación a la carretera.

La maniobra de giro a la derecha para entrar en una carretera secundaria a velocidad superior a la de maniobra necesitará una cuña o un carril de cambio de velocidad para facilitar la salida y, si esta velocidad implica la disposición de alineaciones curvas, se proyectará un carril de cambio de velocidad para materializar la salida de la carretera.

La confluencia de trayectorias de distintos movimientos requerirá considerar la regulación de la prioridad de paso.

Las envolventes de giro pueden utilizarse como elemento único de transición o en unión con carriles o cuñas de cambio de velocidad y estará acotada por sus secciones características, correspondientes a la primera y última sección donde se dispone del ancho habitual del carril.

En las Figuras 8.4 y 8.5 se presentan diferentes casos para movimientos de entrada en una carretera principal y en una secundaria¹⁹. Las longitudes de los carriles de cambio de velocidad y de las cuñas de cambio de velocidad indicadas en dichas figuras son las mencionadas en los epígrafes 8.2.1.2 y 8.2.2.2.

La delimitación de la correspondiente intersección se obtendrá a partir de la consideración de las secciones características más alejadas del conjunto de los movimientos contemplados.

Los perímetros exterior e interior de la envolvente de giro se podrán sustituir por otras curvas que los engloben (aproximaciones). Las principales opciones disponibles son:

- Alineación recta que materializa una cuña triangular, para el caso de existencia de una envolvente de giro como elemento único.
- Curva circular de radio único.
- Curva compuesta de varias curvas circulares.

¹⁹ Los casos designados con la letra (a) corresponden a situaciones en las que la envolvente de giro constituye el elemento único de transición. Los casos designados con la letra (b) corresponden a situaciones en las que la envolvente de giro está adosada a una cuña de cambio de velocidad. Los casos designados con la letra (c) corresponden a situaciones en las que la envolvente de giro está adosada a un carril de cambio de velocidad.

FIGURA 8.4

MOVIMIENTOS DE ENTRADA EN CARRETERA PRINCIPAL

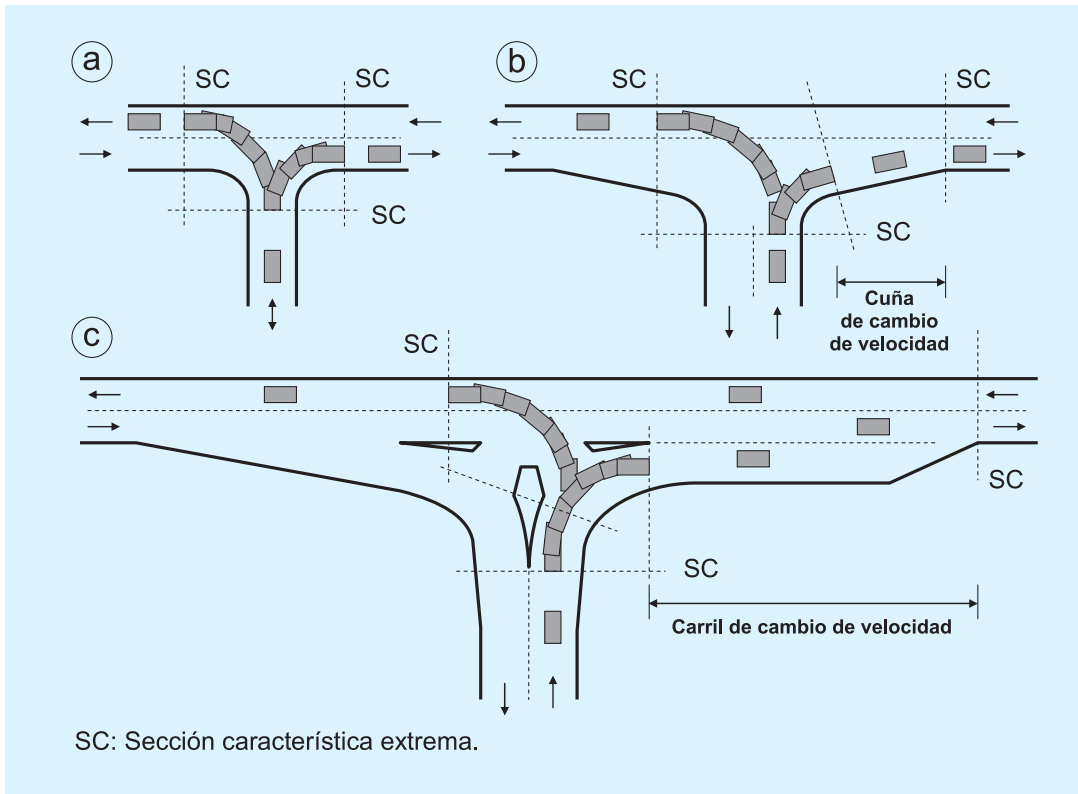
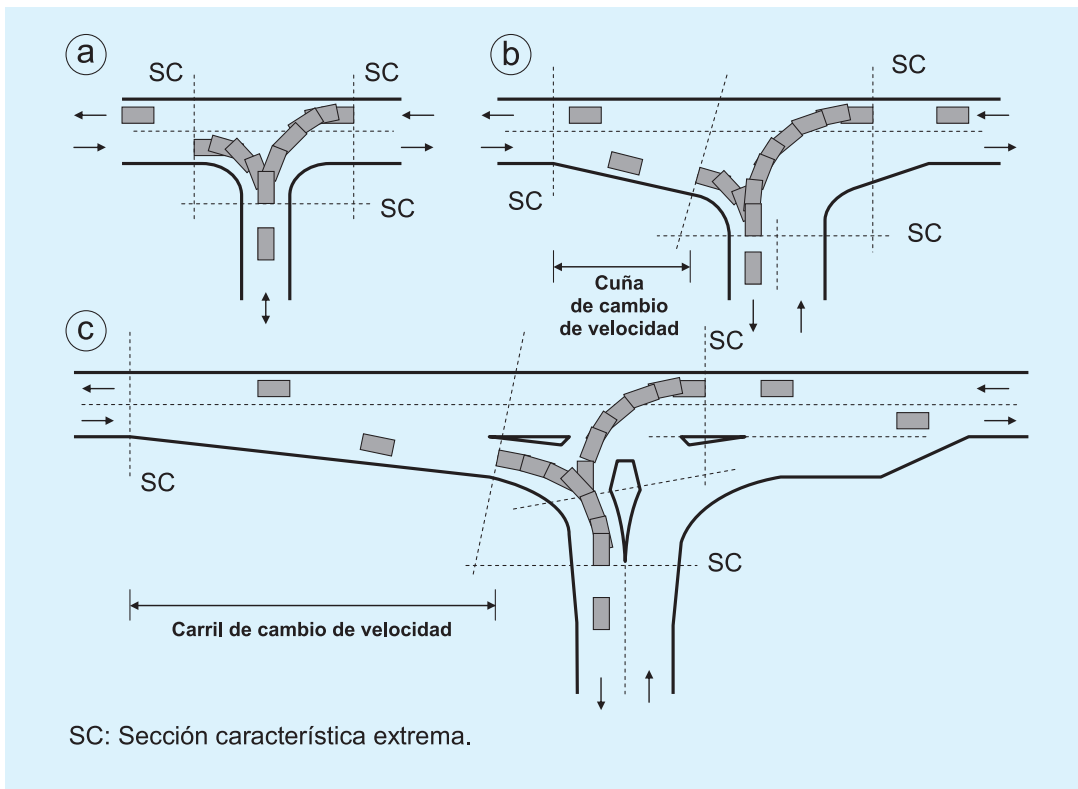


FIGURA 8.5

MOVIMIENTOS DE ENTRADA EN CARRETERA SECUNDARIA



8.3 CARRILES CENTRALES DE ALMACENAMIENTO Y ESPERA

Los carriles centrales de almacenamiento y espera, que se podrán disponer únicamente en carreteras convencionales (o vías de servicio de doble sentido), son aquellos que se sitúan en el centro de la calzada para realizar una detención antes de efectuar una maniobra de giro.

Los carriles centrales de almacenamiento y espera constarán, en general, de los siguientes elementos:

- Tramo de almacenamiento y espera.
- Tramo de cambio de velocidad, constituido por un carril o una cuña de cambio de velocidad, según el caso.

La combinación de estos elementos permitirá definir las siguientes tipologías básicas:

- Carriles centrales de almacenamiento y espera con deceleración previa. Permiten realizar una maniobra de giro a la izquierda desde un carril central que dispone de una línea de parada (Figura 8.6).
- Carriles centrales de almacenamiento y espera con aceleración posterior. Permiten la incorporación a un carril después de una maniobra de giro a la izquierda desde otra carretera (Figura 8.7).

Los conductores de los vehículos deberán disponer de visibilidad de parada durante toda la maniobra que utiliza el carril central. En el tramo de aceleración, el conductor del vehículo deberá divisar por los retrovisores una longitud mayor o igual que la visibilidad de parada.

El inicio de un carril central de cualquier tipo deberá situarse donde se disponga de visibilidad de parada y de visibilidad de decisión.

Los carriles centrales tendrán en todos los casos un ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y se procurará que estén implantados en una alineación recta.

Si la longitud de los elementos proyectados resultase excesiva o físicamente inviable, se podrá reducir la velocidad de proyecto (V_p) del tramo, con el consecuente ajuste de la correspondiente señalización.

La desviación de los carriles de su trayectoria para crear una separación que permita alojar un carril central de almacenamiento y espera se efectuará de manera gradual, sin que los conductores que circulen por los carriles básicos tengan que efectuar maniobras bruscas.

La longitud del tramo de almacenamiento y espera, se determinará en función de la demanda de tráfico estimada para las carreteras conectadas por la intersección de acuerdo con lo indicado en el epígrafe 9.1.2. Dicha longitud será mayor o igual que veinte metros (≥ 20 m).

El diseño del tramo de cambio de velocidad, mediante carriles o cuñas de cambio de velocidad, se efectuará de acuerdo con lo indicado en el epígrafe 9.1.2.

FIGURA 8.6

CARRIL CENTRAL DE DECELERACIÓN, CON TRAMO DE ALMACENAMIENTO Y ESPERA PARA MANIOBRAS DE GIRO A LA IZQUIERDA

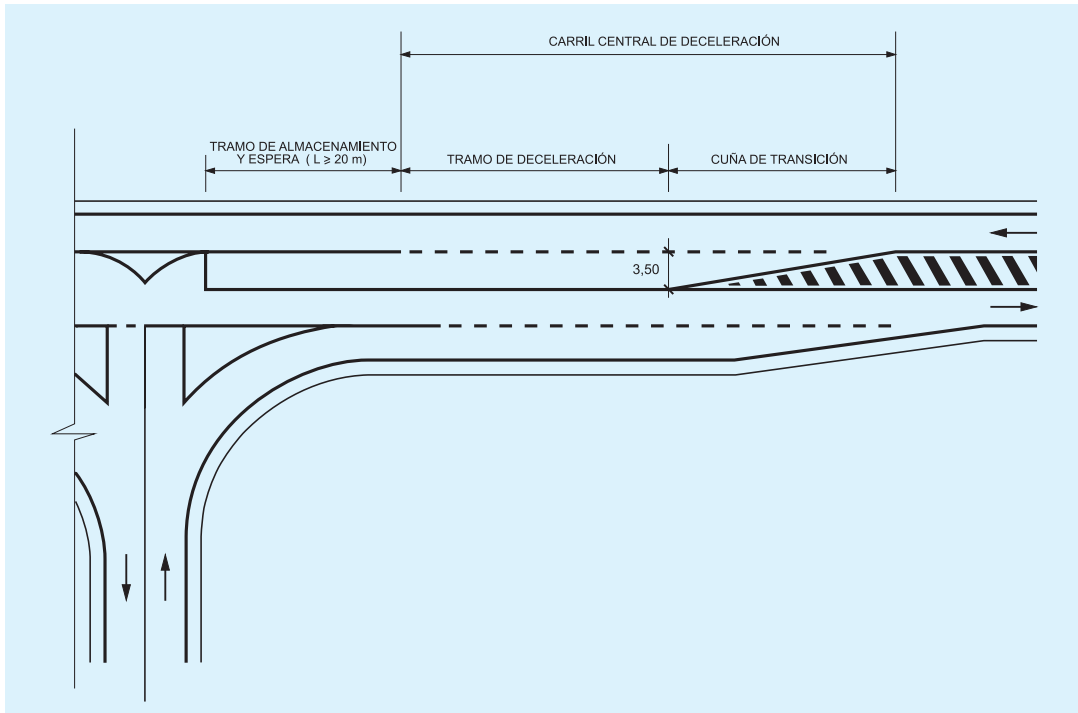
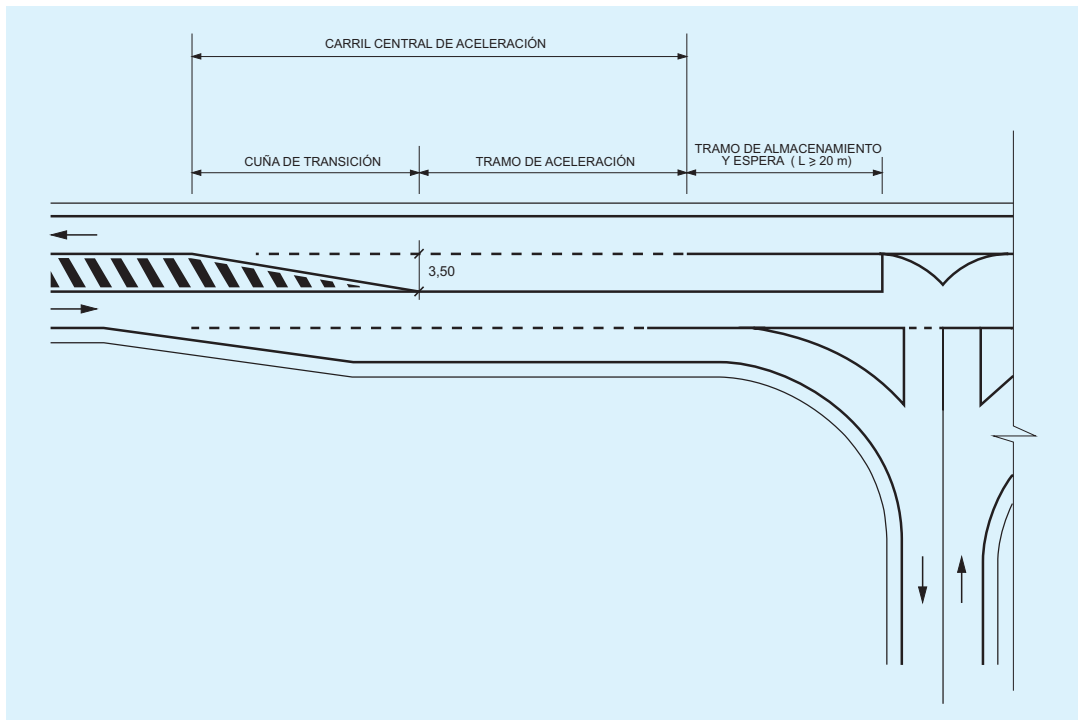


FIGURA 8.7

CARRIL CENTRAL DE ACELERACIÓN, CON TRAMO DE ALMACENAMIENTO Y ESPERA PARA MANIOBRAS DE GIRO A LA IZQUIERDA



8.4 CARRILES DE CONFLUENCIA O BIFURCACIÓN

Las confluencias y bifurcaciones se establecerán donde se produzca concurrencia de flujos de tráfico similares, debiendo ser asimismo similares las velocidades de proyecto (V_p) de los elementos correspondientes, pudiendo disminuirse o incrementarse, si fuese necesario, de forma gradual el número de carriles en la calzada común.

Podrán proyectarse asimismo confluencias y bifurcaciones en las que no se modifica el número de carriles²⁰.

Se denominan carriles de confluencia aquellos carriles que después de una confluencia se suprimen progresivamente hasta alcanzar el número de carriles básicos en la calzada y carriles de bifurcación aquellos carriles que se añaden progresivamente a los carriles básicos de la calzada antes de efectuar una bifurcación.

Estos carriles podrán ser de dos tipos:

- Carriles de confluencia o bifurcación de ancho constante. Éste será de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m). Son los utilizados en los esquemas de las Figuras 8.8, 8.9 y 8.10.
- Carriles de confluencia o bifurcación de ancho variable (denominados carriles bífidos). Proporcionan una variación lineal del ancho de carril entre tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y siete metros (7,00 m). Son los utilizados en los esquemas de las Figuras 8.11 y 8.12.

Salvo justificación en contrario en el diseño de las confluencias y bifurcaciones con modificación del número de carriles se utilizarán preferentemente los carriles de confluencia o bifurcación de ancho constante.

Las confluencias con disminución del número de carriles utilizando carriles de ancho constante se efectuarán, generalmente, de acuerdo con los esquemas de las Figuras 8.8 y 8.9, que podrán extrapolarse para diferente número de carriles, suprimiendo preferentemente los carriles de la calzada por los que circula un menor número de vehículos pesados, de la siguiente forma:

- Después de una confluencia se mantendrán cuatro carriles en una longitud de quinientos metros (500 m) y, posteriormente, se suprimirá un carril con una cuña de longitud doscientos cincuenta metros (250 m).
- Si fuese necesario suprimir un segundo carril se mantendrán los tres carriles durante una longitud de quinientos metros (500 m) para, mediante otra cuña de longitud doscientos cincuenta metros (250 m), pasar de tres a dos carriles.

Las bifurcaciones con incremento del número de carriles utilizando carriles de ancho constante se efectuarán, generalmente, de acuerdo con el esquema de la Figura 8.10, que podrá extrapolarse para diferente número de carriles de la siguiente forma:

- Para pasar de tres a cuatro carriles, se añadirá un carril por la derecha con una cuña de longitud ciento sesenta metros (160 m), manteniendo los cuatro carriles en una longitud de quinientos (500 m) y posteriormente proceder a la bifurcación.
- Para pasar de dos a cuatro carriles, se añadirá un carril por la derecha con una cuña de longitud ciento sesenta metros (160 m), manteniendo los tres carriles en una

20 Situación frecuente en vías para regulación de accesibilidad y movilidad (apartado 2.7).

longitud de doscientos cincuenta metros (250 m), agregando posteriormente un segundo carril por la derecha con otra cuña de longitud ciento sesenta metros (160 m), manteniendo los cuatro carriles en una longitud de quinientos (500 m) y posteriormente proceder a la bifurcación.

FIGURA 8.8

CONFLUENCIA POR LA IZQUIERDA CON DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE CARRILES UTILIZANDO CARRILES DE ANCHO CONSTANTE

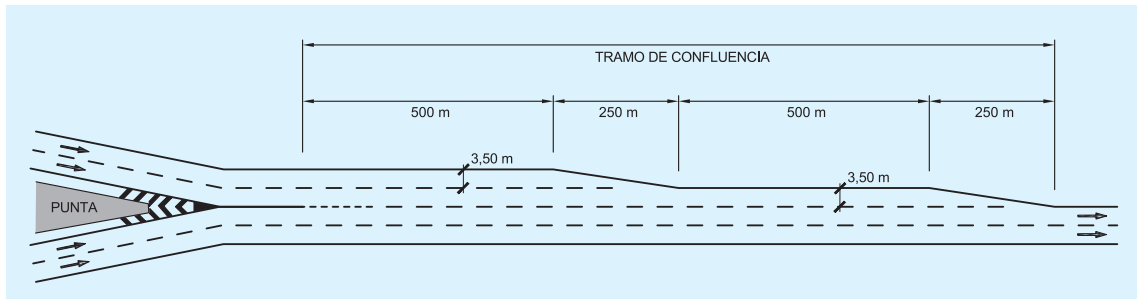


FIGURA 8.9

CONFLUENCIA POR LA DERECHA CON DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE CARRILES UTILIZANDO CARRILES DE ANCHO CONSTANTE

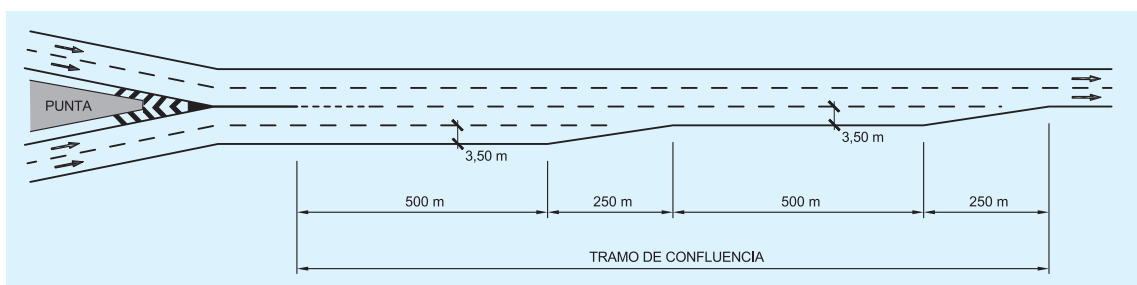
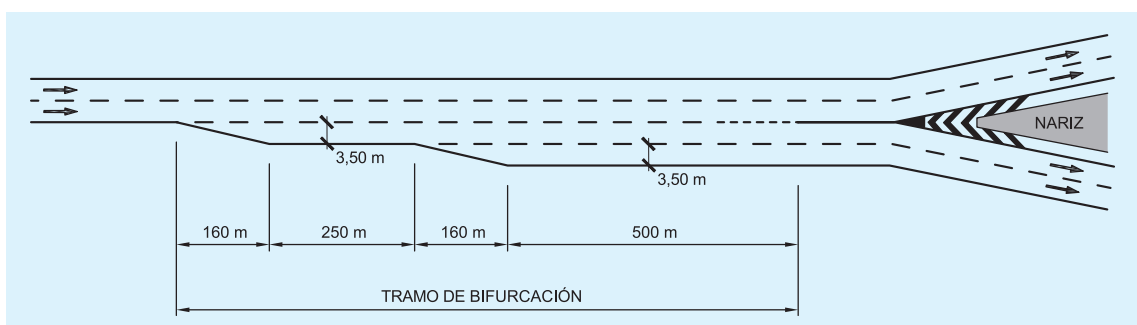


FIGURA 8.10

BIFURCACIÓN CON INCREMENTO DEL NÚMERO DE CARRILES UTILIZANDO CARRILES DE ANCHO CONSTANTE



Las confluencias con disminución del número de carriles utilizando carriles de ancho variable (carriles bífidos) se efectuarán de acuerdo con el esquema de la Figura 8.11 aplicable a la supresión de un carril. La reducción del ancho del carril bífido desde siete metros (7,00 m) hasta tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) se efectuará en una longitud mayor o igual que quinientos metros (≥ 500 m).

Las bifurcaciones con incremento del número de carriles utilizando carriles de ancho variable (carriles bífidos) se efectuarán de acuerdo con el esquema de la Figura 8.12 aplicable a la adición de un carril. El aumento del ancho del carril bífido desde tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) hasta siete metros (7,00 m) se efectuará en una longitud mayor o igual que quinientos metros (≥ 500 m).

FIGURA 8.11
CONFLUENCIA CON DISMINUCIÓN DEL NÚMERO DE CARRILES
UTILIZANDO CARRILES DE ANCHO VARIABLE

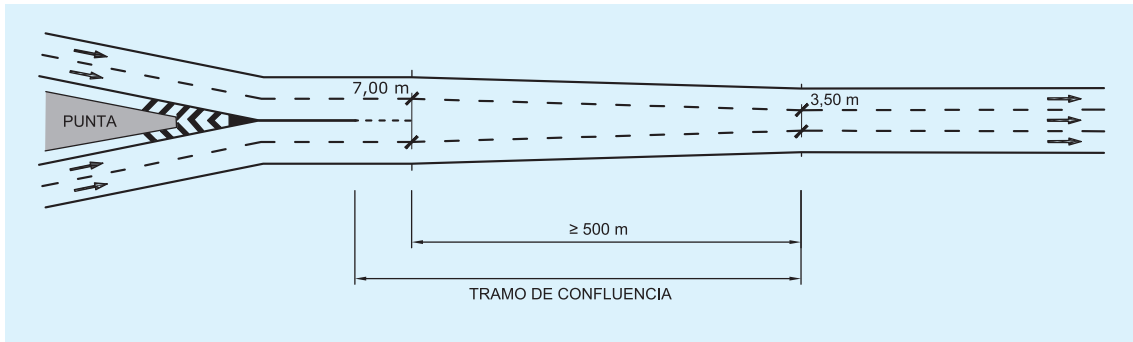
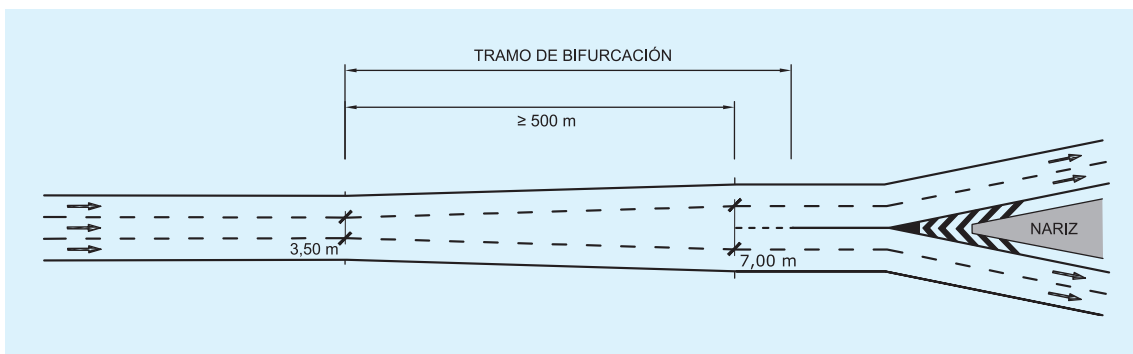


FIGURA 8.12
BIFURCACIÓN CON INCREMENTO DEL NÚMERO DE CARRILES
UTILIZANDO CARRILES DE ANCHO VARIABLE



En los tramos de confluencia y bifurcación no se modificará el ancho de los arcenes.

No se podrán disponer conexiones y accesos en los tramos de confluencia y bifurcación.

En las bifurcaciones, la diferencia entre la velocidad de proyecto (V_p) del tronco antes de la bifurcación y las velocidades específicas en la primera curva de cada una de las dos calzadas resultantes no será mayor que veinte kilómetros por hora ($\nlessgtr 20$ km/h).

8.5 CARRILES EN RAMPA Y PENDIENTE

8.5.1 GENERALIDADES

El establecimiento de un carril adicional en rampa en una carretera convencional exigirá el cumplimiento simultáneo de las tres condiciones siguientes:

1. La intensidad de vehículos en el sentido de subida es mayor que doscientos (> 200) vehículos por hora.
2. La intensidad de vehículos pesados en el sentido de subida es mayor que veinte (> 20) vehículos por hora.
3. Se produce alguna de las tres circunstancias siguientes:
 - Reducción de la velocidad de los vehículos pesados en quince kilómetros por hora o más (≥ 15 km/h) respecto de la velocidad de proyecto (V_p) sin considerar velocidades iniciales mayores que cien kilómetros por hora ($\nless 100$ km/h). La reducción de velocidad se podrá estimar de acuerdo con las curvas de las Figuras 8.13 y 8.14.
 - Nivel de servicio D o E (Tabla 7.1) en la rampa.
 - Pérdida de dos niveles de servicio respecto al existente en el tramo de aproximación.

El establecimiento de un carril adicional en rampa en carreteras de calzadas separadas únicamente estará justificado si en dicha rampa se alcanza el nivel de servicio C o D (Tabla 7.1).

El establecimiento de un carril adicional en pendiente, en carreteras convencionales y en carreteras de calzadas separadas, se justificará mediante un estudio que, como consecuencia de una elevada inclinación, concluyera que los vehículos pesados al reducir la velocidad pudieran provocar retenciones en el tráfico.

8.5.2 DISPOSICIÓN

Para cualquier clase de carretera la implantación de los carriles en rampa y pendiente se hará de acuerdo con el siguiente criterio:

- Se dispondrán preferentemente por la izquierda de la calzada (carriles para circulación rápida).
- Se permitirá la disposición por la derecha (carriles para circulación lenta), excepcionalmente, cuando se justifique suficientemente.

Las soluciones mixtas requerirán justificación exhaustiva.

8.5.3 DIMENSIONES

Los carriles en rampa o pendiente tendrán el mismo ancho que los carriles básicos que constituyen la calzada y, en curvas, dicho ancho más el sobreancho correspondiente.

Para definir el inicio y final de un carril adicional en rampa, y consecuentemente su longitud, se tendrá en cuenta:

- El inicio del carril adicional se situará donde los vehículos pesados reduzcan su velocidad en diez kilómetros por hora (10 km/h) respecto de la velocidad de proyecto (V_p) sin considerar velocidades iniciales mayores que cien kilómetros por hora (≥ 100 km/h). La estimación de la reducción de velocidad en las rampas se podrá hacer de acuerdo con las curvas de las Figuras 8.13, 8.14, 8.15 y 8.16.
- El final del carril adicional se situará donde, una vez superado el vértice del acuerdo, el vehículo pesado recupere la velocidad correspondiente que hizo necesario el establecimiento del carril adicional y, en el caso de carreteras convencionales, donde además se disponga de visibilidad de adelantamiento para la velocidad de proyecto (V_p).

Se podrán utilizar los gráficos incluidos en las Figuras 8.15 y 8.16²¹ para estimar, en condiciones generales, las prestaciones de los vehículos pesados en rampa y pendiente con el fin de evaluar los correspondientes niveles de servicio.

Antes del inicio y después del final de los carriles adicionales en rampa se dispondrán cuñas de transición. Las longitudes de las cuñas de transición se establecen en la Tabla 8.1 en función de la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera.

Al final de los carriles adicionales para circulación rápida después de la cuña de transición definida en la Tabla 8.1, se dispondrá adicionalmente un tramo cebreado con una longitud mayor o igual que doscientos metros (≥ 200 m).

Con los mismos criterios se definirán el inicio y el final de los carriles adicionales en pendiente.

Cuando se amplíe la plataforma para disponer un carril en rampa o pendiente, se mantendrán las dimensiones de los arcones y de las bermas.

En ningún caso se permitirá en carreteras convencionales, en toda la longitud del carril adicional, que los vehículos que puedan utilizar dos carriles circulen por el carril del sentido opuesto (prohibición de adelantamiento).

En las Figuras 8.17 y 8.18 se incluyen ejemplos de carriles adicionales para circulación rápida y lenta.

21 En las Figuras 8.15 y 8.16 las líneas continuas corresponden a pérdida de velocidad o a deceleración y las líneas discontinuas a recuperación de velocidad o a aceleración.

FIGURA 8.13

ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE UN VEHÍCULO PESADO DESDE CIENTO KILÓMETROS POR HORA (100 km/h) EN UNA RAMPA

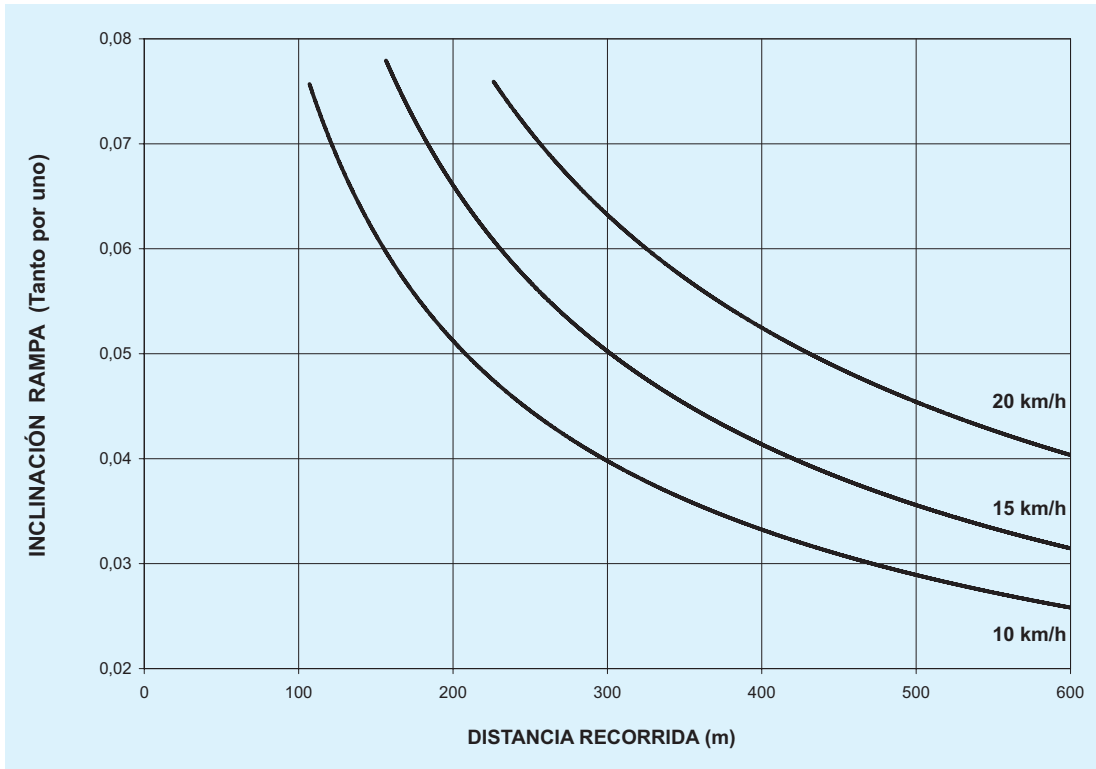


FIGURA 8.14

ESTIMACIÓN DE LA REDUCCIÓN DE VELOCIDAD DE UN VEHÍCULO PESADO DESDE OCHENTA KILÓMETROS POR HORA (80 km/h) EN UNA RAMPA

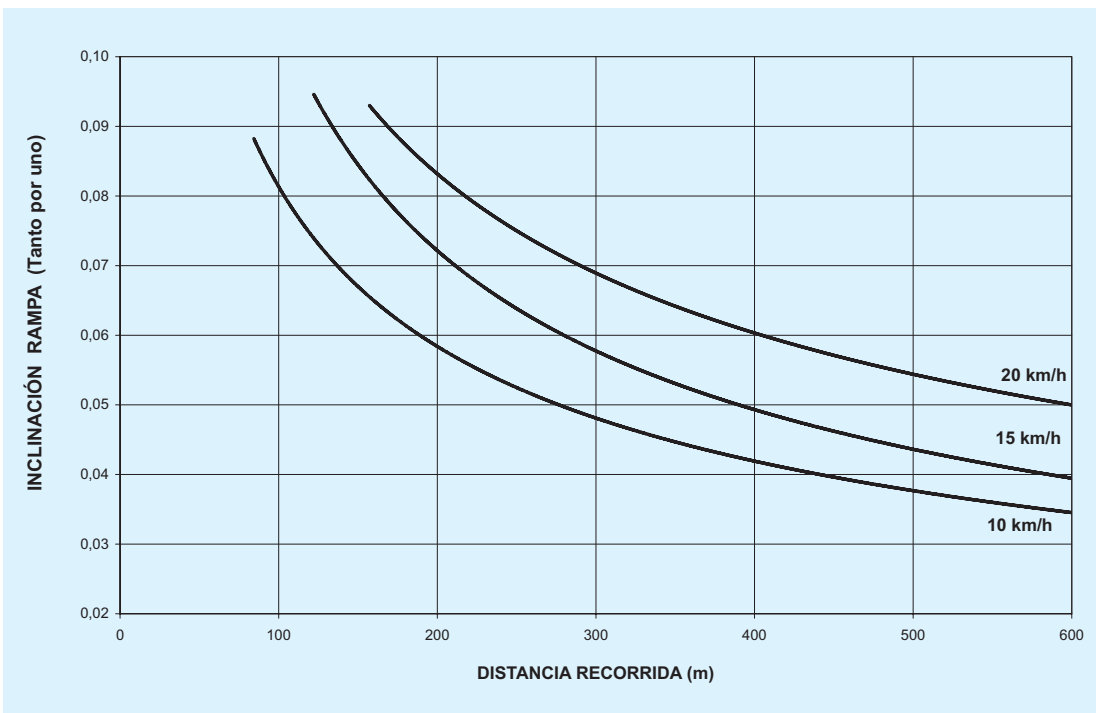


FIGURA 8.15

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VEHÍCULO PESADO
DESDE CIENTO KILÓMETROS POR HORA (100 km/h)

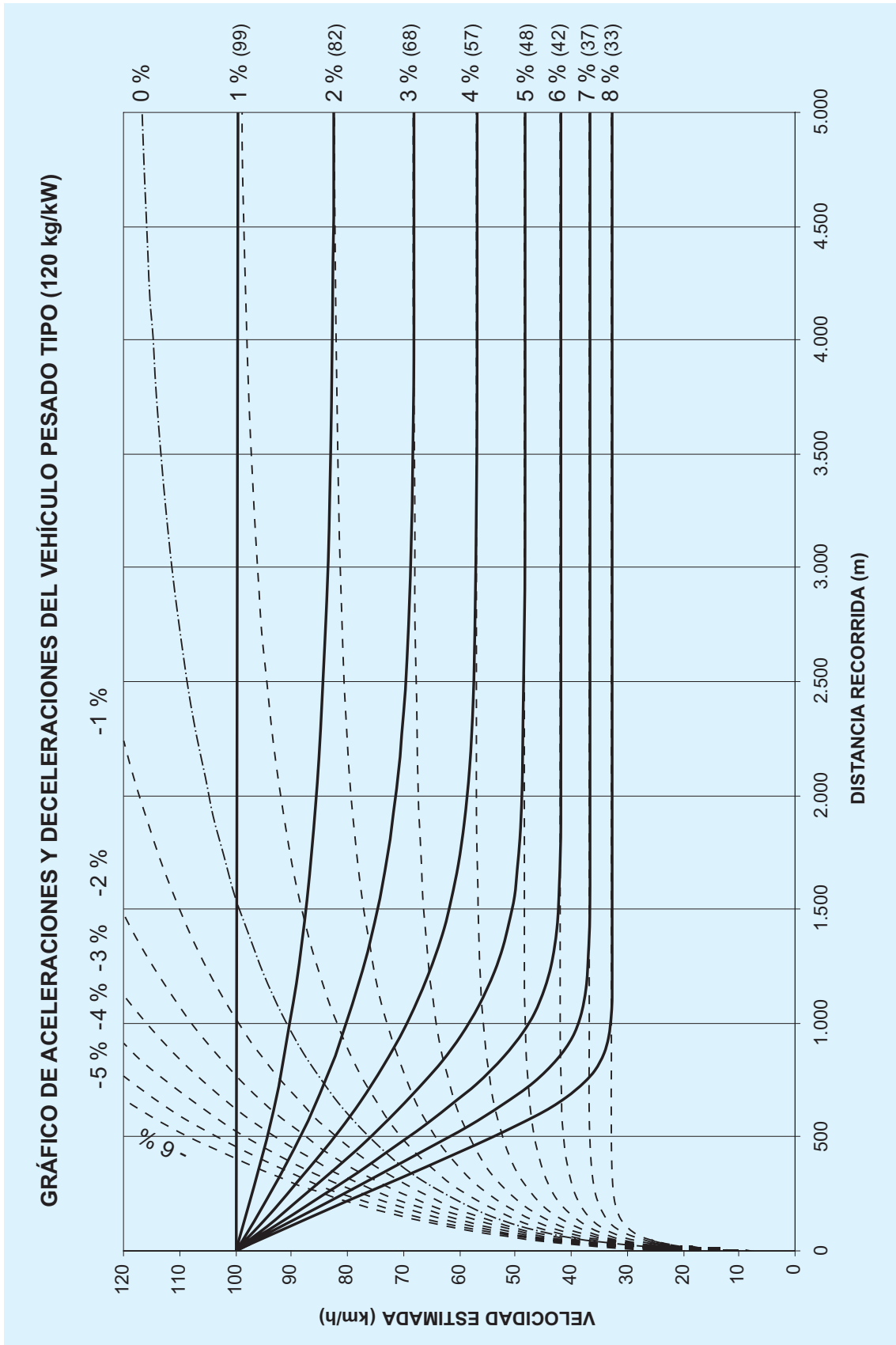


FIGURA 8.16

VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD DEL VEHÍCULO PESADO DESDE OCHENTA KILÓMETROS POR HORA (80 km/h)

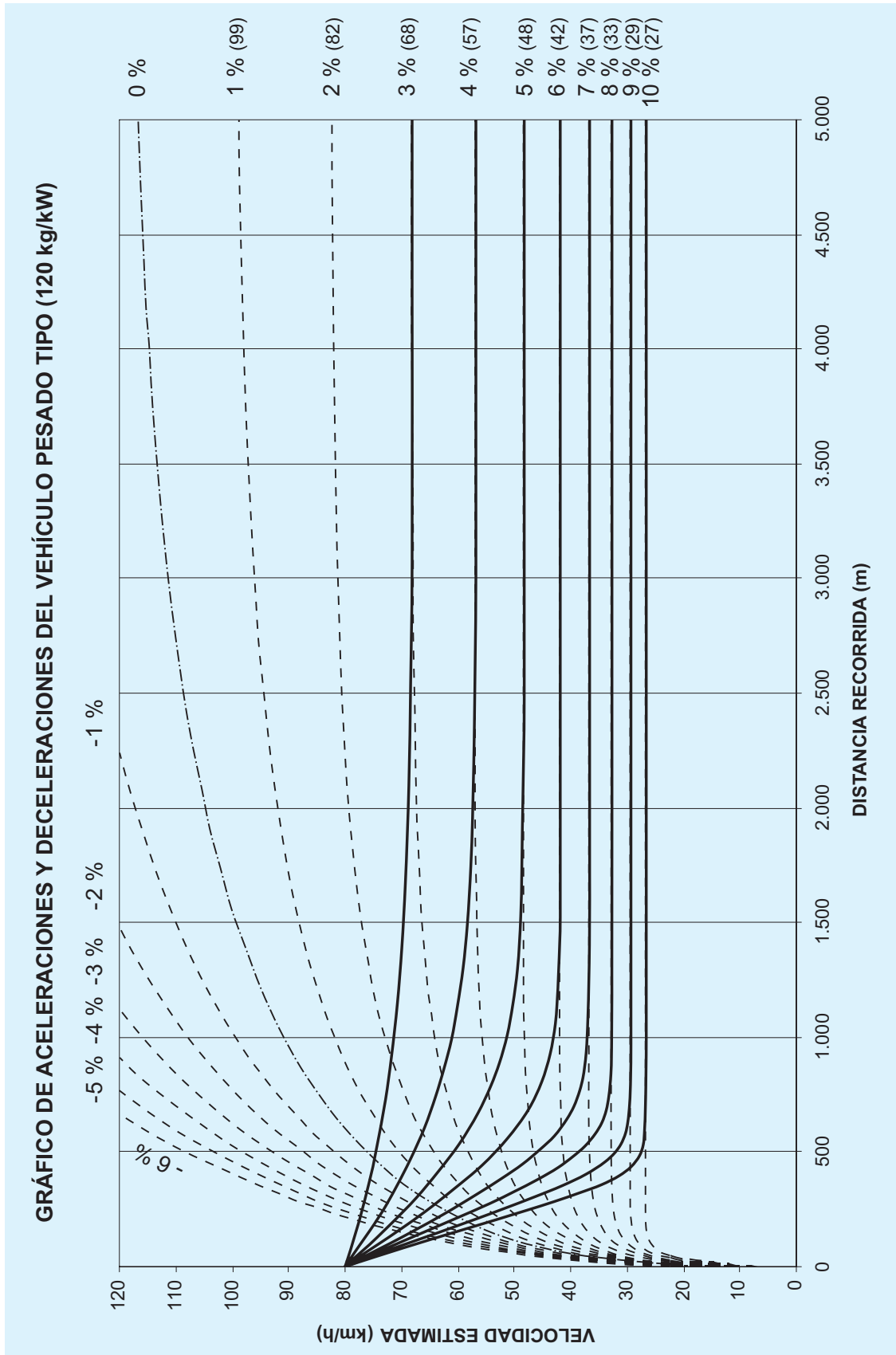


FIGURA 8.17

CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACIÓN RÁPIDA

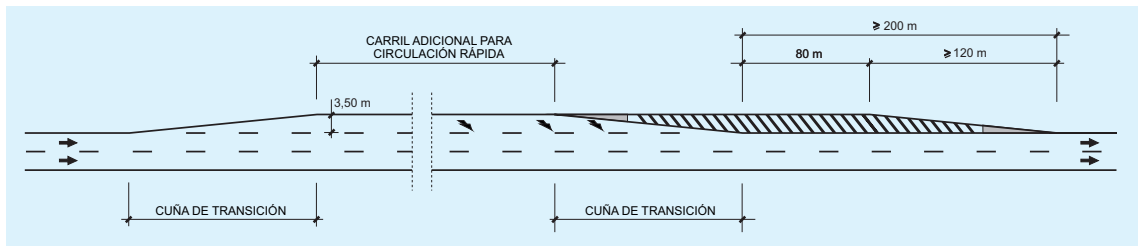
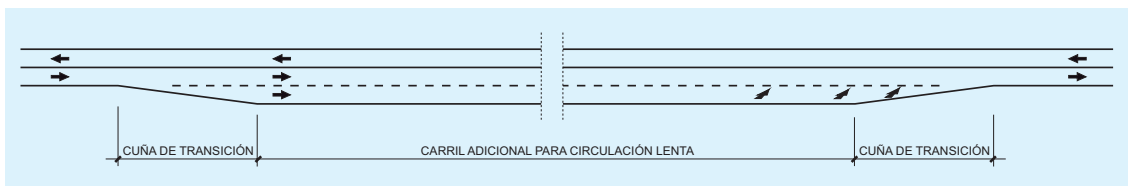


FIGURA 8.18

CARRIL ADICIONAL PARA CIRCULACIÓN LENTA

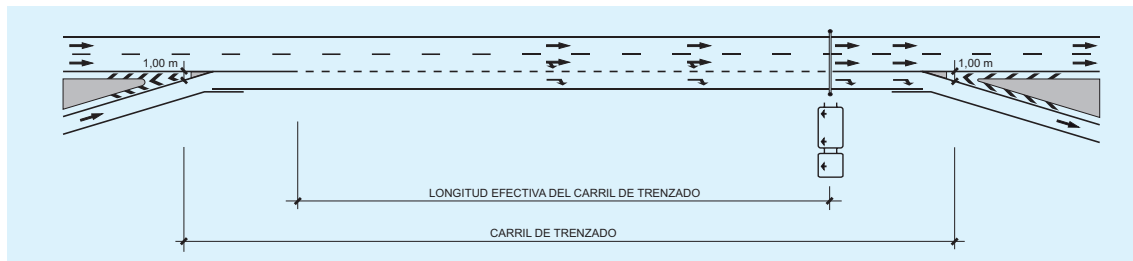


8.6 CARRILES DE TRENZADO

Se denominan carriles de trenzado a los carriles constituidos por la unión de un carril de aceleración y otro de deceleración consecutivo (Figura 8.19).

FIGURA 8.19

CARRIL DE TRENZADO



La longitud efectiva del carril de trenzado es aquella en la que están autorizadas las maniobras de trenzado y que coincide con la longitud de la marca vial discontinua.

Para que pueda ser considerado y señalizado como tal, la longitud máxima de un carril de trenzado, medida entre secciones características de un metro (1,00 m) no será, salvo justificación en contrario, mayor que mil quinientos metros ($\nless 1\ 500$ m).

Las longitudes mínimas de los carriles de trenzado se incluyen en el Capítulo 9.

Los carriles de trenzado tendrán:

- Ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y, en curvas, dicho ancho más el sobrecancho correspondiente, mientras no se separen de la calzada.
- Arcén derecho de igual ancho que el arcén derecho de la calzada.
- Igual 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 (1,00 m).

8.7 CARRILES DE ADELANTAMIENTO

Se denominan carriles de adelantamiento a los carriles que se pueden añadir en algunos tramos de carreteras convencionales para mejorar el nivel de servicio o para reducir la accidentabilidad por falta de oportunidades de realizar una maniobra de adelantamiento.

Se dispondrán por la izquierda del carril que sea objeto de adelantamiento y no podrán coincidir en planta con carriles adicionales en rampa o pendiente.

Su diseño será tal que los conductores, en ningún caso, puedan considerar que circulan por una carretera de calzadas separadas, por lo que no podrán coincidir en planta carriles de adelantamiento en ambos sentidos de circulación.

La proyección de carriles de adelantamiento y la estimación de su longitud será objeto de un estudio de tráfico que analice los niveles de servicio.

La longitud del carril de adelantamiento se medirá entre las secciones características inicial y final de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m).

En carreteras convencionales, donde exista un carril de adelantamiento, se dispondrán entre ambos sentidos de circulación arcenes interiores con un ancho de un metro (1,00 m) y mediana con el ancho necesario para la preceptiva implantación de un sistema de contención de vehículos.

Los carriles de adelantamiento tendrán:

- Ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y, en curvas, dicho ancho más el sobreancho correspondiente.
- Igual pendiente transversal que el carril básico existente a su derecha.

En las zonas de las carreteras convencionales donde exista carril de adelantamiento en un sentido se garantizará que la sección transversal para el sentido contrario permita que un vehículo detenido pueda ser rebasado.

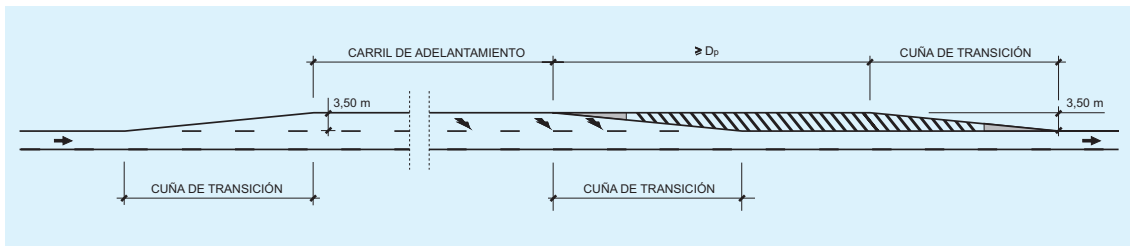
Antes del inicio y después del final de carril de adelantamiento se dispondrán cuñas de transición. Las longitudes de las cuñas de transición se establecen en la Tabla 8.1, en función de la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera.

Al final del carril de adelantamiento y después de la cuña de transición definida en la Tabla 8.1, se dispondrá adicionalmente un tramo cebreado con una longitud mayor o igual que doscientos metros (≥ 200 m) con el mismo criterio que la Figura 8.17.

La longitud central del tramo cebreado podrá reducirse, de forma justificada, siempre que se cumpla que la suma de la longitud de la cuña de transición más la longitud de dicho tramo central sea mayor o igual que la distancia de parada ($\geq D_p$) correspondiente al tramo donde se implante dicho carril de adelantamiento (Figura 8.20).

FIGURA 8.20

CARRIL ADICIONAL PARA ADELANTAMIENTO CON LA ZONA CEBREADA REDUCIDA



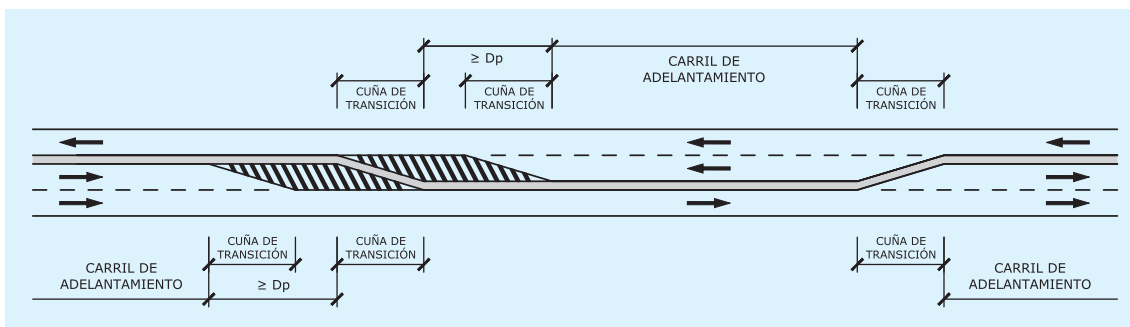
Cuando en un ramal de enlace o en una vía colectora-distribuidora se disponga un carril de adelantamiento su final se proyectará con la zona cebreada reducida.

Si en un tramo de una carretera convencional se proyecta una alternancia de carriles de adelantamiento entre ambos sentidos de circulación se cumplirán, salvo justificación en contrario, las siguientes condiciones (Figura 8.21):

- Entre el inicio de un carril de adelantamiento en un sentido y el inicio de un carril de adelantamiento en el sentido opuesto existirá la longitud necesaria para disponer en cada sentido la cuña de transición previa al inicio del carril de adelantamiento.
- Entre el final de un carril de adelantamiento en un sentido y el final de un carril de adelantamiento en el sentido opuesto existirá la longitud necesaria para disponer en cada sentido la zona cebreada reducida correspondiente.
- La longitud de cada carril de adelantamiento no será mayor que mil quinientos metros ($\geq 1\ 500$ m).

FIGURA 8.21

CARRILES ADICIONALES ALTERNOS PARA ADELANTAMIENTO



8.8 CARRILES DE CONVERGENCIA Y DE DIVERGENCIA

Se denominan carriles de convergencia y divergencia aquellos que, para mejorar el funcionamiento de los carriles de cambio de velocidad de tipo paralelo, se diseñan aumentando su longitud²², de manera que el nivel de servicio de la zona de convergencia y de divergencia sea C en el año horizonte, consiguiendo con ello:

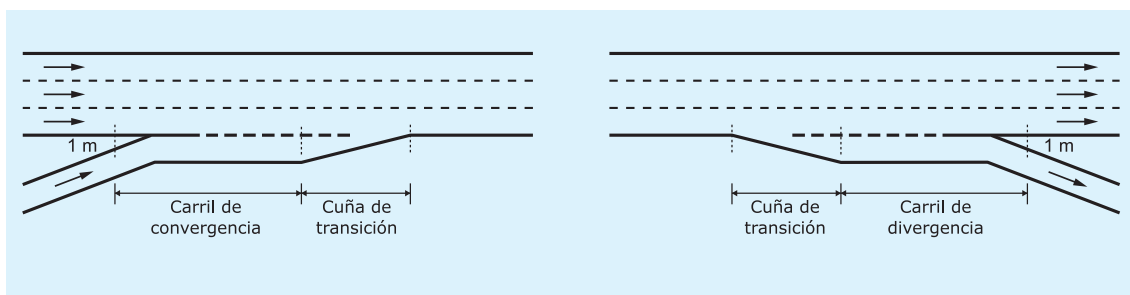
- Mejorar el nivel de servicio.
- Evitar que las posibles retenciones existentes en los ramales de los enlaces afecten al tronco de la carretera.
- Aumentar la posibilidad de incorporarse al tronco de la carretera, en el caso de los carriles de aceleración, si su intensidad media diaria o en la hora de proyecto es elevada o con alto porcentaje de pesados.

Se utilizarán preferentemente en tramos urbanos y periurbanos, con elevada IMD.

Adicionalmente al inicio de un carril de divergencia y al final de un carril de convergencia se dispondrá una cuña de transición (Figura 8.22), cuya longitud se establece en la Tabla 8.1, en función de la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera.

FIGURA 8.22

CARRILES DE CONVERGENCIA Y DIVERGENCIA



Los carriles de convergencia y de divergencia tendrán:

- Ancho de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y, en curvas, dicho ancho más el sobreaño correspondiente.
- Arcén derecho de igual ancho que el de la calzada.
- Igual pendiente transversal que la calzada.

22 Respecto a la necesaria para un carril de cambio de velocidad según Tabla 8.2.

8.9 PLATAFORMAS Y CARRILES ESPECIALIZADOS PARA CIRCULACIÓN DE DETERMINADOS TIPOS DE VEHÍCULOS

Se denominan plataformas y carriles especializados, de un tramo o un itinerario, los que se disponen para servir a los tipos de vehículos que se indican a continuación:

- Vehículos para el transporte colectivo (en abreviatura BUS).
- Vehículos de alta ocupación (en abreviatura VAO).
- Vehículos pesados (en abreviatura VP).

Las plataformas y los carriles para vehículos de transporte colectivo, vehículos de alta ocupación y vehículos pesados deberán cumplir, salvo justificación en contrario, las condiciones relativas a trazado en planta, alzado, sección transversal, coordinación y visibilidad de parada que se incluyen en la presente Norma para la velocidad de proyecto (V_p) del tramo o itinerario o para la que, en su caso, se diseñe.

Por su localización, elementos y relación con la carretera, se distinguen los siguientes tipos:

- Plataforma independiente: Plataforma de uno o varios carriles con trazado independiente a una vía principal a la que sirve y se conecta. Dada la proximidad entre ambas, podrá ser necesario establecer sistemas de contención de vehículos.
- Plataforma adosada: Plataforma de uno o varios carriles adosada a una vía principal, pero separada físicamente de ella por sistemas de contención de vehículos.
- Carril especializado: Carril para vehículos de transporte colectivo que forma parte de una plataforma de más de un (> 1) carril, estando separado únicamente mediante marcas viales y eventualmente balizamiento (sin sistemas de contención de vehículos).

8.9.1 PLATAFORMAS Y CARRILES PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO (BUS)

8.9.1.1 DEFINICIÓN Y TIPOS

Se denomina vehículo de transporte colectivo (autobús, microbús y autocar) al vehículo automóvil que tiene más de nueve (> 9) plazas incluida la del conductor, destinado, por su construcción y acondicionamiento, al transporte de personas y equipajes.

Se denomina plataforma para vehículos de transporte colectivo aquella que, mediante la regulación legal correspondiente, queda habilitada para el uso por los citados vehículos. En el caso de mínima ocupación, la plataforma se reducirá a un carril formando parte de la vía cuya funcionalidad complementa.

Por su regulación y tipo de vehículos cuyo uso se autoriza, se distinguen los siguientes tipos de carriles para vehículos de transporte colectivo:

- Carril de uso exclusivo (también denominado carril reservado): Carril cuyo uso solo está autorizado para vehículos de transporte colectivo.
- Carril de uso preferente: Carril para vehículos de transporte colectivo que en algunos tramos es compartido o atravesado por otros vehículos.

Por el sentido de circulación, las plataformas podrán ser:

- Unidireccionales: Cada sentido de circulación dispone de una plataforma independiente, una plataforma adosada o un carril especializado.
- Bidireccionales: Ambos sentidos de circulación comparten una plataforma independiente o una plataforma adosada.

Por el período de utilización, las plataformas podrán ser (esta diferenciación no suele ser aplicable a carriles):

- No reversibles: Si el sentido de circulación se mantiene fijo independientemente del día o de la hora.
- Reversibles: Si el sentido de circulación cambia según el día o la hora. La reversibilidad se garantiza mediante la adecuada regulación.

8.9.1.2 CRITERIOS DE IMPLANTACIÓN Y LIMITACIONES

Las plataformas (independiente o adosada) y los carriles especializados se utilizarán en aquellas carreteras en las que se produzca una congestión recurrente y retrasos significativos en el funcionamiento de las líneas de vehículos de transporte colectivo. Esta solución favorece particularmente la regularidad en el recorrido de un itinerario, especialmente si su uso es exclusivo para este tipo de vehículos.

Para seleccionar el tipo de plataforma o carril y la regulación del tráfico necesaria en ellos, se deberán evaluar, al menos, los siguientes factores:

- Tipología del transporte colectivo (urbano o interurbano) y número de vehículos a los que se pretenda servir.
- Ocupación que exige esta infraestructura y su coste de implantación en un determinado itinerario (ejecución de las obras y pago de las expropiaciones).
- Clase de carretera (autopista, autovía, carretera convencional, vía de servicio, etc.) respecto de la cual es auxiliar la plataforma o el carril.
- Adaptación de la plataforma o el carril al cruce de los accesos existentes en las vías que afecta y características de los mismos (longitudes de los carriles o cuñas de cambio de velocidad, número de vehículos que los usan y tipo, etc.).
- Otras circunstancias que limiten su implantación, como el número de conexiones de la plataforma con la vía principal en el caso de plataforma separada, afección a obras de paso o túneles que restrinjan la sección transversal disponible, etc.
- Número y distribución de las paradas, así como recorridos peatonales necesarios para acceder a las mismas.
- Velocidad de proyecto (V_p) de las plataformas.

Dentro de un itinerario, estos u otros factores pueden variar y conllevar que la plataforma o el carril tengan una tipología diferente a lo largo del mismo. En particular, el diseño de estas plataformas o carriles donde existan enlaces exigirá un detallado estudio técnico y económico de las diferentes soluciones, en el que se tendrá en cuenta la posibilidad de que los vehículos de transporte colectivo puedan entrar desde la vía que

enlaza o salir hacia la misma. Las conexiones de las plataformas con las carreteras cumplirán las exigencias de esta Norma para el tipo de carreteras con el que se conectan²³.

El estudio de la necesidad de una plataforma o carril contemplará, al menos, los siguientes aspectos:

- Capacidad.
- Mejora real en el funcionamiento del transporte colectivo (disminución del tiempo de recorrido).
- Incremento de congestión en carriles de circulación convencional.
- Instrumento de promoción de políticas de transporte público.
- Selección, con los siguientes criterios:
 - o Plataformas:
 - Para autobuses interurbanos (recorridos relativamente largos y pocas paradas).
 - Sin conexión con otras carreteras salvo:
 - En los puntos inicial y final.
 - En las vías de escape.
 - En los lugares intermedios que se prevean para salidas o entradas de vehículos de transporte colectivo.
 - Las de tipo adosado no se utilizarán en autopistas.
 - o Carriles especializados:
 - Para autobuses urbanos y periurbanos (recorridos relativamente cortos y numerosas paradas).
 - Su implantación podrá estar justificada cuando el número previsto de viajeros sea superior al de los que utilizan como media diaria un carril básico.
 - Formarán parte, cuando sea posible, de las plataformas de las vías de servicio.
 - No se utilizarán en:
 - Autopistas.
 - Autovías.
 - Carreteras convencionales.
 - Vías colectoras-distribuidoras.

23 Con la debida justificación, se podrán establecer conexiones intermedias de esas plataformas con la calzada principal mediante ramales de transferencia.

8.9.1.3 SECCIONES TRANSVERSALES

El ancho de las plataformas deberá ser objeto de un estudio en el que se tendrán en cuenta, al menos, los siguientes aspectos:

- Prever un ancho de la plataforma suficiente para rebasar a un vehículo de transporte colectivo averiado o temporalmente detenido.
- Incluir espacio para los sistemas de contención de vehículos y la señalización vertical.
- Prever sistemas que permitan a los vehículos detenidos detrás de un vehículo de transporte colectivo averiado salir de la plataforma.

Las plataformas independientes y adosadas dispondrán de carriles y arcenes. En plataformas de más de un carril, el ancho de los carriles será de tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y, en curvas, dicho ancho más el sobreancho correspondiente. Si tuviesen un único carril su ancho mínimo será de cuatro metros ($\geq 4,00$ m). El ancho de los carriles, de los arcenes y de las bermas se incluyen en la Tabla 7.1 de acuerdo con la velocidad de proyecto (V_p) y se podrá, de forma justificada por razones de espacio, reducir el ancho de los arcenes hasta un valor mínimo de cincuenta centímetros (≥ 50 cm) sin que por ello deje de disponerse de la visibilidad de parada.

En tramos donde un carril especializado coincida con otros carriles adicionales para entrada a la calzada o salida de la misma (carriles y cuñas de cambio de velocidad, carriles de trenzado, confluencias y bifurcaciones, convergencias y divergencias) dicho carril cumplirá alguna de las siguientes condiciones:

- En el caso de carril de uso exclusivo se modificará su trazado, independizándose en ese tramo de la plataforma de la que formaba parte, de manera que no interfiera con los movimientos de trenzado entre la vía principal y los carriles adicionales.
- En el caso de carril preferente, se deberá permitir su utilización por otros vehículos, en una distancia mayor o igual que doscientos cincuenta metros (≥ 250 m) antes del inicio y después de la terminación del carril adicional, para lo cual se dispondrán en el carril de uso exclusivo marcas viales discontinuas y la señalización vertical correspondiente.

Los carriles especializados (de uso exclusivo y de uso preferente) se podrán situar:

- A la derecha de los demás carriles sin suprimir el arcén. Es una disposición útil si existen pocos accesos a la carretera y muchas paradas para el transporte colectivo.
- A la izquierda, de forma justificada, sin suprimir el arcén, debiendo en este caso disponer en las paradas una separación física (elemento de contención) con el resto de la vía y pasos a desnivel para el acceso de los peatones. Es una disposición, con un coste superior, es más práctica si existen muchos accesos a la vía principal y pocas paradas para los vehículos de transporte colectivo.

Se añadirá un carril especializado, salvo justificación en contrario, en calzadas que ya tengan al menos dos carriles en el mismo sentido, sin tener en cuenta otros carriles adicionales necesarios.

8.9.2 PLATAFORMAS PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO Y VEHÍCULOS DE ALTA OCUPACIÓN (BUS-VAO)

Para mejorar el aprovechamiento de una plataforma para vehículos de transporte colectivo, se plantea en ocasiones la conveniencia de permitir su utilización a los vehículos de alta ocupación (VAO).

Se denomina vehículo de alta ocupación (VAO) a aquel automóvil destinado exclusivamente al transporte de personas, cuya masa máxima autorizada no exceda de tres mil quinientos kilos ($\leq 3\,500$ kg) y que esté ocupado por el número de personas que se fije para cada tramo de la red viaria.

En función de las características del tráfico, la habilitación para la circulación de vehículos de alta ocupación (VAO) podrá ser permanente o temporal, con horario fijo o en función del estado de la circulación. Estos factores serán tenidos en cuenta en el diseño. También deberá preverse la posibilidad de que en circunstancias no habituales y por razones de seguridad viaria o fluidez de la circulación, se pueda permitir, recomendar u ordenar a otros vehículos la utilización del carril reservado para aquellos.

Se establecerán generalmente en tramos urbanos y periurbanos utilizando una plataforma situada en la mediana de una autopista o más frecuentemente de una autovía o un carril específico para dicho uso. Usualmente se utilizará el tipo reversible.

8.9.3 PLATAFORMAS PARA VEHÍCULOS PESADOS (VP)

Las plataformas para vehículos pesados (independientes o adosadas) estarán reservadas exclusivamente para la circulación de dichos vehículos.

Se denomina vehículo pesado a aquel automóvil cuya masa máxima autorizada exceda de tres mil quinientos kilos ($> 3\,500$ kg) destinado al transporte de mercancías o que tiene más de nueve (> 9) plazas incluida la del conductor destinado al transporte de personas, excluyendo los denominados vehículos especiales.

La decisión de implantar una plataforma (o carretera) para vehículos pesados deberá ser objeto de un análisis de coste-beneficio.

Las plataformas para vehículos pesados deberán cumplir las condiciones de proyecto de una carretera convencional. No dispondrán de accesos y, si existiesen, estarán restringidos a vehículos pesados.

El ancho de los carriles será tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y excepcionalmente, y de forma justificada, tres metros y setenta y cinco centímetros (3,75 m) y, en curvas, dicho ancho más el sobreaño correspondiente. Si existiese un único carril su ancho será cuatro metros (4,00 m) y, en curvas, tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) más el sobreaño correspondiente con un valor mínimo de cuatro metros ($\geq 4,00$ m). El ancho de los arcenes y de las bermas será el indicado en la Tabla 7.1 para la velocidad de proyecto (V_p) de la plataforma.

8.10 PARADAS DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO

Los vehículos de transporte colectivo no podrán detenerse en los carriles destinados a la circulación por lo que, en los lugares donde se permita, deberán establecerse paradas mediante un ensanche de la plataforma adosado a la calzada.

El número de paradas y su implantación en las carreteras se establecerá mediante un estudio de las necesidades de los posibles viajeros de los transportes colectivos.

La ubicación de las paradas se regirá por los siguientes criterios:

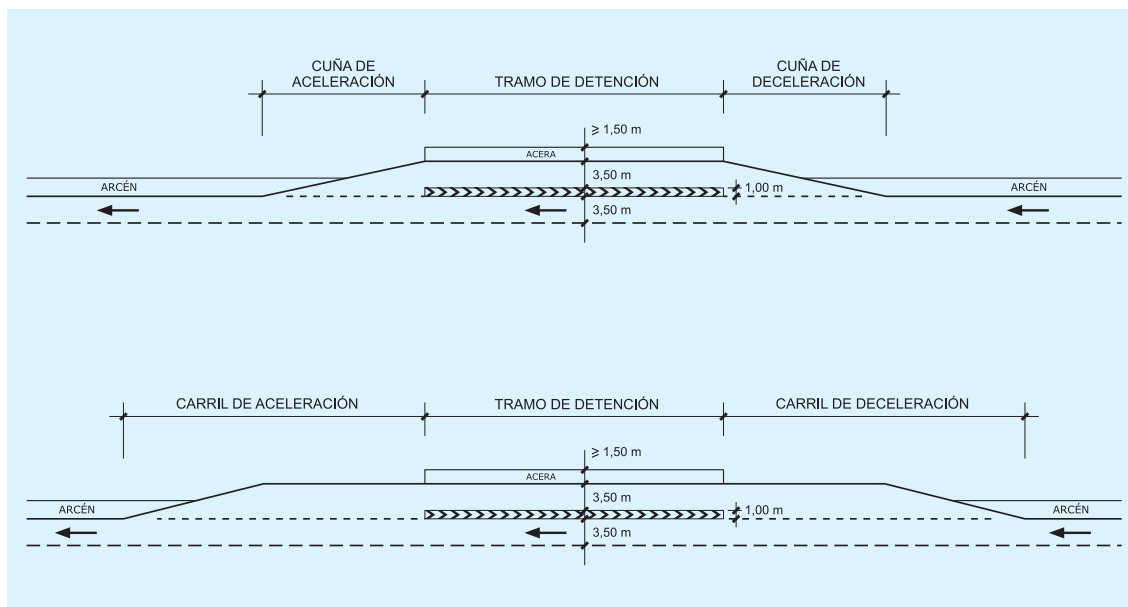
- En el tronco de autopistas, autovías y vías colectoras-distribuidoras no se dispondrán.
- En las plataformas o carriles para vehículos de transporte colectivo se dispondrán, salvo excepciones justificadas, adosadas a las mismas; en ausencia de dichas plataformas o carriles, se ubicarán de forma preferente en vías de servicio.
- En las proximidades de un enlace, se dispondrán en la vía o carretera secundaria con las que se conecte o en sus ramales, debiendo exigirse en este caso, que se sitúe a más de doscientos cincuenta metros (> 250 m) medidos en el ramal desde la sección característica de un metro (1,00 m) del carril de cambio de velocidad.
- En carreteras convencionales o multicarril, se dispondrán adosadas a la propia carretera.

Los vehículos de transporte colectivo detenidos en las paradas deberán ser divisados por los conductores a una distancia mayor o igual que la correspondiente a la visibilidad de parada, para la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera, debiendo su implantación ser analizada conjuntamente con el trazado en planta y alzado.

Las paradas constarán de un carril de cambio de velocidad o cuña de deceleración, de un tramo para detención de estos vehículos y de un carril de cambio de velocidad o cuña de aceleración.

El ancho total de las paradas en el tramo de detención será de cuatro metros y cincuenta centímetros (4,50 m) con la siguiente distribución: tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) de parada propiamente dicha y un metro (1,00 m) de cebreado de separación del carril. En el tramo de detención se dispondrá, además, para resguardo de los peatones, una acera con un ancho mínimo de un metro y cincuenta centímetros ($\geq 1,50$ m) (Figura 8.23), sin contar el ensanche que pueda ser necesario para disponer tanto una marquesina como el desembarco de una pasarela si existiese.

FIGURA 8.23

PARADA DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO²⁴

Las paradas y sus carriles o cuñas de cambio de velocidad se dispondrán con la misma pendiente transversal que los arcenes de la calzada principal.

La longitud del tramo de detención en las paradas, teniendo en cuenta la frecuencia de uso²⁵ y el tipo de vehículos que la utilizan (rígidos o articulados), será:

- Si no fuera frecuente la coincidencia de dos vehículos de transporte colectivo en una parada:
 - o Mayor o igual que quince metros ($\geq 15,00$ m) si todos los vehículos son rígidos.
 - o Mayor o igual que veinte metros ($\geq 20,00$ m) si hay vehículos articulados.
- Si fuera frecuente la coincidencia de dos vehículos de transporte colectivo en una misma parada:
 - o Mayor o igual que treinta metros ($\geq 30,00$ m) si todos los vehículos son rígidos.
 - o Mayor o igual que cuarenta metros ($\geq 40,00$ m) si hay vehículos articulados.
- Si del estudio de tráfico se dedujese la necesidad de permitir la detención simultánea de tres o más (≥ 3) vehículos de transporte colectivo se analizará el posible incremento de longitud del tramo de parada o el diseño de dársenas en paralelo.

24 Aunque no se indique en la Figura 8.23 los carriles de cambio de velocidad y las cuñas de cambio de velocidad estarán dotados, en su caso, de arcenes o aceras.

25 Si se desconocen los horarios de los vehículos de transporte colectivo, se podrá considerar que una parada no es de uso frecuente (con bajas posibilidades de detención simultánea de dos vehículos de transporte colectivo), cuando el número de detenciones en la franja horaria de mayor tráfico es menor que quince (< 15).

En los extremos de las paradas se dispondrán:

- Carriles de cambio de velocidad con las longitudes definidas en el epígrafe 8.2.1.2 para paradas situadas en carreteras convencionales y multicarril C-100 y C-90 y en carreteras convencionales y multicarril C-80 con IMD mayor o igual que mil quinientos ($\geq 1\,500$) vehículos/día. Para efectuar el cálculo de las longitudes de los carriles de cambio de velocidad se considerará que, salvo justificación en contrario, la velocidad final en el carril de deceleración y la velocidad inicial en el carril de aceleración es de cuarenta kilómetros por hora (40 km/h).
- Cuñas de cambio de velocidad con las longitudes definidas en la Tabla 8.3 para paradas situadas en carreteras convencionales y multicarril C-80 con IMD menor que mil quinientos ($< 1\,500$) vehículos/día, en carreteras convencionales y multicarril C-70, C-60 y en otros viales con velocidades de señalización comprendidas entre ochenta kilómetros por hora (80 km/h) y sesenta kilómetros por hora (60 km/h).
- Cuñas reducidas de cambio de velocidad con las longitudes definidas en la Tabla 8.3 para paradas situadas en carreteras convencionales y multicarril C-50 y C-40 y en otras con velocidades de señalización menores o iguales que cincuenta kilómetros por hora (≤ 50 km/h) (caso típico de travesías).

Las paradas para vehículos de transporte colectivo son elementos funcionales de la carretera (apartado 2.8).

8.11 APARTADEROS

Se denomina apartadero a un ensanche de la plataforma de la carretera destinado a permitir la detención o el estacionamiento temporal de determinados vehículos.

Se podrán proyectar tres tipos de apartaderos:

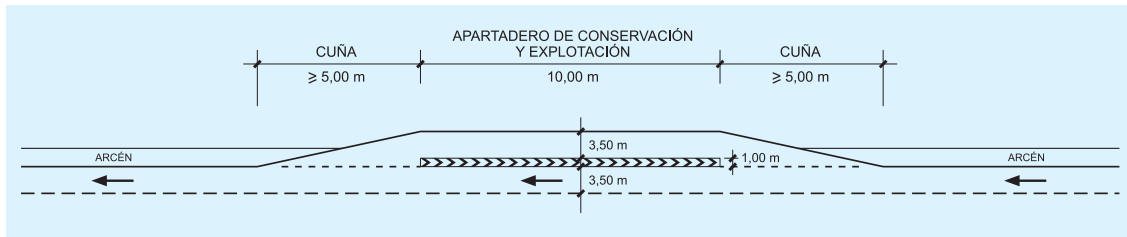
- Apartaderos de conservación y explotación.
- Apartaderos de emergencia.
- Apartaderos para revisión y control de vehículos pesados.

Los apartaderos deberán ser divisados por los conductores a una distancia mayor o igual que la visibilidad de parada, para la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera, por lo que su implantación deberá ser analizada conjuntamente con el trazado en planta y alzado.

Los apartaderos son elementos funcionales de la carretera (apartado 2.8).

8.11.1 APARTADEROS DE CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN

Para evitar que los vehículos de conservación y explotación, en su función de atender a instalaciones de las carreteras, se detengan en los arcenes, se podrán disponer apartaderos de conservación y explotación (Figura 8.24) para uso exclusivo de esos vehículos.

FIGURA 8.24²⁶**APARTADERO DE CONSERVACIÓN Y EXPLOTACIÓN**

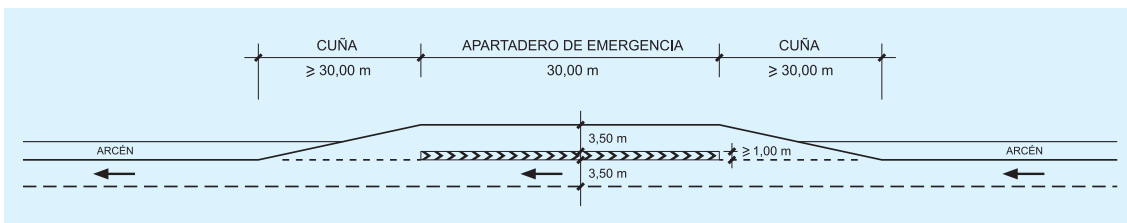
El ancho total de los citados apartaderos será de cuatro metros y cincuenta centímetros (4,50 m) con la siguiente distribución: tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) de apartadero propiamente dicho y un metro (1,00 m) de cebreado de separación de la calzada.

La longitud de los citados apartaderos y de la zona cebreada será de diez metros (10,00 m) con cuñas de transición al inicio y final, de longitud mínima cinco metros ($\geq 5,00$ m).

Los apartaderos de conservación y explotación y sus cuñas se dispondrán con la misma pendiente transversal que los arcenes de la calzada.

8.11.2 APARTADEROS DE EMERGENCIA

Para hacer posible la detención de vehículos averiados podrán establecerse apartaderos de emergencia (Figura 8.25).

FIGURA 8.25²⁷**APARTADERO DE EMERGENCIA**

El ancho total de los citados apartaderos será al menos de cuatro metros y cincuenta centímetros ($\geq 4,50$ m) con la siguiente distribución: tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) de apartadero propiamente dicho y al menos un metro ($\geq 1,00$ m) de cebreado de separación de la calzada.

La longitud de los citados apartaderos y de la zona cebreada será de treinta metros (30,00 m) con cuñas de transición al inicio y final, de longitud mínima treinta metros ($\geq 30,00$ m).

26 Aunque no se indique en la Figura 8.24, tanto en las cuñas como en el apartadero de conservación y explotación, se analizará la posibilidad de mantener total o parcialmente el ancho de los arcenes.

27 Aunque no se indique en la Figura 8.25, tanto en las cuñas como en el apartadero de emergencia, se analizará la posibilidad de mantener total o parcialmente el ancho de los arcenes.

Los apartaderos de emergencia y sus cuñas se dispondrán con la misma pendiente transversal que los arcenes de la calzada.

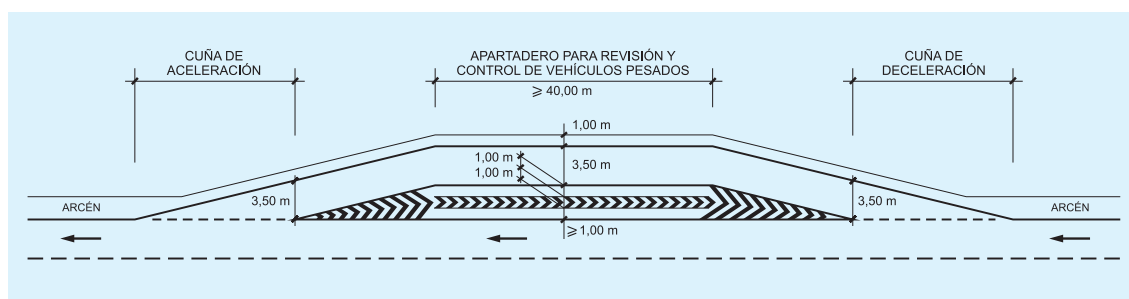
El número de apartaderos necesarios y su ubicación será objeto de un estudio.

8.11.3 APARTADEROS PARA REVISIÓN Y CONTROL DE VEHÍCULOS PESADOS

En algunos puntos de las carreteras, donde pueda ser necesario someter a revisión y control a determinados vehículos pesados (como sucede por ejemplo en las bocas de los túneles) podrán establecerse, si no fuese posible desviarlos a una vía complementaria donde pudieran realizarse esas operaciones sin afectar al tráfico, apartaderos para revisión y control de vehículos pesados (Figura 8.26).

FIGURA 8.26

APARTADERO PARA REVISIÓN Y CONTROL DE VEHÍCULOS PESADOS



El ancho total de los citados apartaderos será de cinco metros y cincuenta centímetros (5,50 m) con la siguiente distribución: tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) de carril de apartadero propiamente dicho con dos arcenes de un metro (1,00 m). El ancho del arcén del tramo de la carretera donde se ubique el apartadero podrá reducirse hasta un valor mínimo de un metro ($\geq 1,00$ m). Entre el arcén de la carretera y el arcén del apartadero se dispondrá un cebreado con un ancho de un metro (1,00 m) o un sistema de contención de vehículos.

La longitud de los citados apartaderos y de la zona cebreada será como mínimo de cuarenta metros ($\geq 40,00$ m) -dos trenes de carretera-, con cuñas de cambio de velocidad al inicio y final. Las longitudes de las cuñas de cambio de velocidad se establecen en la Tabla 8.3, en función de la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera.

Los apartaderos para revisión y control de vehículos pesados y sus cuñas de cambio de velocidad se dispondrán con la misma pendiente transversal que los arcenes de la calzada principal.

Si los apartaderos se utilizasen para la creación de convoyes de camiones para el paso de túneles su longitud será función del número de camiones del convoy.

8.12 LECHOS DE FRENADO

En los tramos de carretera donde existan pendientes fuertes y 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 debiendo diseñarse como parte integrante de dichos tramos.

Deberá analizarse la posible disposición de un lecho de frenado, en tramos donde se cumplan simultáneamente las dos siguientes condiciones:

$$i > 5$$

$$i^2 \cdot l > 60$$

Siendo:

i = pendiente media de la rasante descendente (expresado en tanto por ciento).

l = longitud del tramo descendente (expresada en kilómetros).

Los lechos de frenado se ubicarán en tramos donde puedan ser distinguidos claramente, incluso en condiciones nocturnas, evitando así que los vehículos puedan penetrar inadvertidamente en él. A tales efectos, se tomarán las siguientes medidas:

- Se localizarán preferentemente en tramos rectos.
- Se evitará que la salida al lecho de frenado coincida con una sección de elevada curvatura horizontal.
- No se situarán inmediatamente después de un acuerdo vertical convexo.
- Se deberán divisar con antelación suficiente para que los vehículos que deseen acceder a él, puedan realizar la maniobra de entrada. La disposición de la correspondiente señalización facilitará su percepción.

Los lechos de frenado podrán ubicarse (Figura 8.27) adyacentes a la plataforma de la carretera o en una vía de servicio propia segregada de la carretera.

El ancho del lecho de frenado será mayor o igual que cuatro metros y cincuenta centímetros ($\geq 4,50$ m).

Si el lecho de frenado se dispusiera adyacente a la plataforma de la carretera la separación al borde de la calzada será siempre mayor o igual que el ancho del arcén con un valor mínimo de dos metros ($\geq 2,00$ m)²⁸.

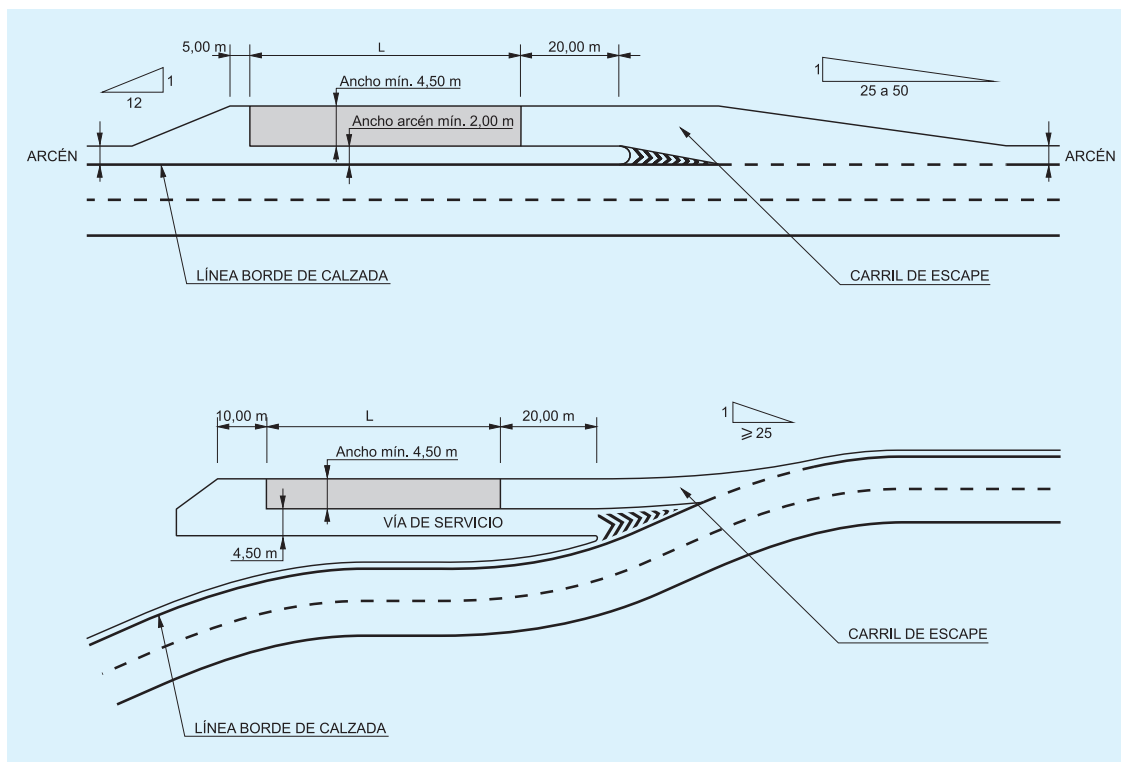
Si el lecho de frenado tiene una vía de servicio contigua al mismo, exclusiva para él y segregada de la carretera, el ancho de dicha vía de servicio será cuatro metros y cincuenta centímetros (4,50 m). Se diseñará la correspondiente divergencia entre el lecho de frenado y la calzada.

El lecho de frenado se dimensionará adoptando como vehículo patrón característico un vehículo articulado²⁹, estimando su velocidad de entrada en función de la longitud e inclinación de la pendiente anterior al lecho. Para su dimensionamiento se tendrá en cuenta la pendiente longitudinal del propio lecho y la fricción que a la entrada de un vehículo proporcionen los materiales que se dispongan en dicho lecho.

28 Con esta disposición se deberá tener en cuenta la influencia del lecho de frenado en el drenaje del firme y de la plataforma de la carretera.

29 Con una masa de cuarenta mil kilogramos (40 000 kg).

FIGURA 8.27
LECHOS DE FRENADO



Quando en el lecho de frenado se disponga gravilla rodada suelta de tamaño 5/10 mm con una profundidad mayor o igual que cincuenta centímetros (≥ 50 cm), se podrá adoptar como longitud (L) del lecho de frenado la indicada en la Tabla 8.4, la cual se aumentará en un tres por ciento (3 %) por cada uno por ciento (1 %) de pendiente descendente de la rasante del lecho de frenado sobre la pendiente nula (horizontal).

Los lechos de frenado son elementos funcionales de la carretera (apartado 2.8).

También podrán disponerse lechos de frenado en los márgenes de una carretera en sustitución de elementos de contención. En este caso su diseño requerirá un estudio específico.

TABLA 8.4
LONGITUD DEL LECHO DE FRENADO

VELOCIDAD DE ENTRADA AL LECHO DE FRENADO (km/h)	LONGITUD (L) DEL LECHO DE FRENADO (m)
120	165
100	115
85	85
70	60
60	45
50	35

El análisis de la necesidad de los lechos de frenado también podrá ser llevado a cabo por otros métodos como los basados en el perfil de calentamiento de los frenos del vehículo patrón cuando este efectúa el descenso intentando mantener una velocidad constante.

8.13 PASOS DE MEDIANA Y TERCIANA

Paso de mediana es la 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.

La longitud mínima libre de los pasos de mediana se definirá en función del trazado en planta y alzado de las posibles trayectorias de los vehículos que puedan atravesarlos. Salvo justificación en contrario, se empleará en su diseño una velocidad igual a la mitad de la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera. En todo caso la longitud mínima libre en los pasos de mediana será 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. Su diseño garantizará el drenaje superficial del paso de mediana.

Paso de terciaria es la interrupción en la separación física entre dos plataformas separadas correspondiente a una carretera y a una vía complementaria (apartado 2.7), que facilita la comunicación entre ambas en casos singulares y de emergencia.

Los pasos de terciaria se diseñarán con los mismos criterios que los pasos de mediana, considerando en su diseño una velocidad igual a la mitad de la mayor de las velocidades de proyecto (V_p) de las vías conectadas por el citado paso de terciaria.

El proyecto de un tramo de carretera incluirá un estudio de las ubicaciones de los pasos de mediana (y de terciaria, si existiesen vías complementarias a la calzada o calzadas principales) teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- Entre las calzadas de una carretera y sus posibles vías complementarias para desvío del tráfico de vehículos se analizarán las necesidades de conexión, tanto por actuaciones de conservación (por ejemplo, refuerzos de firme) como de explotación (operaciones de vialidad invernal, desvíos desde una calzada por cortes de tráfico en la misma a otra calzada). El estudio deberá contemplar simultáneamente todas las calzadas de la carretera.
- En autopistas y autovías, se proyectarán pasos a través de la mediana a intervalos aproximados de dos kilómetros (≈ 2 km). Igualmente, se hará en carreteras multicarril si no existiese conexión (mediante glorietas o intersecciones reguladas con semáforos) entre ambas calzadas.
- Entre una calzada y su complementaria se procurará que haya comunicación a intervalos aproximados de dos kilómetros (≈ 2 km), estableciendo pasos de terciaria si no hubiera conexiones específicas que lo permitan (ramales de transferencia).
- Los pasos de mediana (o terciaria) se ubicarán en puntos que permitan dirigirse a salidas hacia otras carreteras y que puedan servir como itinerario alternativo.

- Se dispondrán pasos de mediana (o terciaria) a aproximadamente doscientos metros (≈ 200 m) de los extremos de los túneles de longitud mayor que quinientos metros (> 500 m) y de las obras de paso de longitud mayor que cien metros (> 100 m) medida entre estribos.

8.14 RAMALES DE TRANSFERENCIA

En una carretera de calzadas separadas donde, para un mismo sentido de circulación, existan una calzada central y una vía complementaria para regulación de accesibilidad y movilidad³⁰, ramal de transferencia es el ramal que permite establecer una conexión intermedia entre la calzada central y dicha vía complementaria³¹ o viceversa, estando constituido por tres partes:

- La salida.
- El ramal propiamente dicho, entre las secciones características de la nariz de la salida y de la punta de la entrada.
- La entrada.

La velocidad de proyecto (V_p) de un ramal de transferencia será la correspondiente a la de la calzada central (V_p) o un valor inferior en veinte kilómetros por hora ($V_p - 20$).

Se garantizará la existencia en los ramales de transferencia de la visibilidad requerida en cada caso y, como mínimo, de la visibilidad de parada.

El ancho de los carriles de un ramal de transferencia se establecerá con los mismos criterios que el ancho de los ramales de enlace.

El ancho de la plataforma del ramal de transferencia de un carril debe permitir el adelantamiento del vehículo patrón característico detenido al borde derecho de ésta.

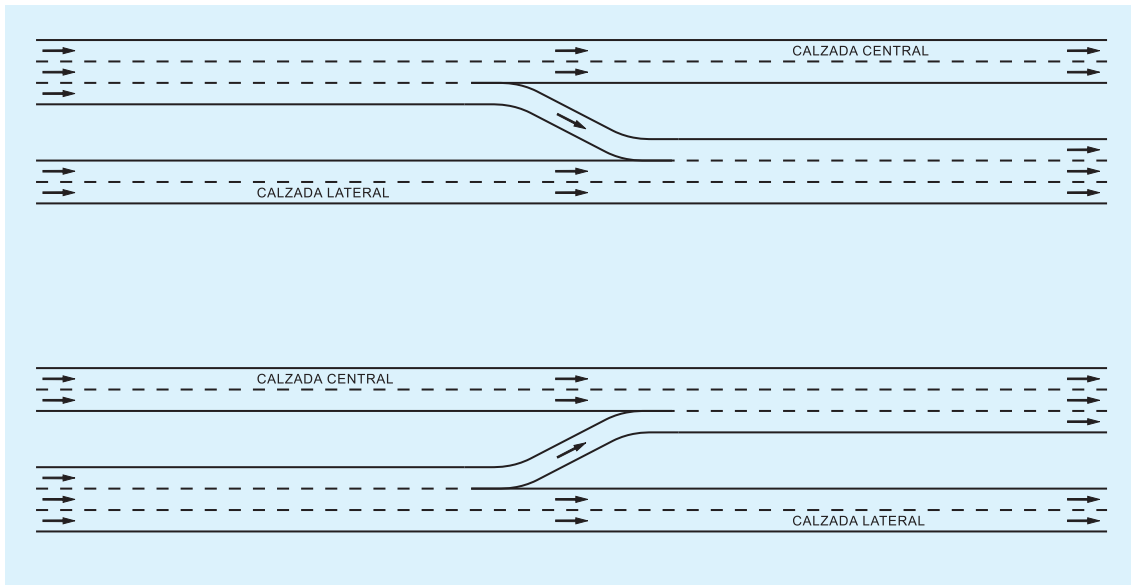
El diseño de la salida y de la entrada de los ramales de transferencia en las conexiones por la izquierda en el sentido de circulación del tráfico, se podrá efectuar:

- Como solución preferente segregando un carril en la salida y adosando un carril en la entrada Figura 8.28.
- Mediante confluencias y bifurcaciones utilizando los esquemas y longitudes que se incluyen en las Figuras 8.8, 8.9 y 8.10 para carriles de ancho constante.
- Combinando ambas posibilidades

30 Apartado 2.7.

31 Para poder establecer la conexión intermedia la vía complementaria para regulación de accesibilidad y movilidad deberá tener el mismo sentido de circulación que la calzada central.

FIGURA 8.28
RAMALES DE TRANSFERENCIA



Excepcionalmente y de forma justificada, con un estudio de tráfico que analice los niveles de servicio, la salida o la entrada de los ramales de transferencia en las conexiones por la izquierda en el sentido de circulación del tráfico se podrán proyectar respectivamente, mediante carriles de divergencia y convergencia.

El diseño de la salida y de la entrada de los ramales de transferencia en las conexiones por la derecha en el sentido de circulación del tráfico se ajustará a las exigencias de esta Norma para el tipo de carreteras con el que se conectan (epígrafe 8.2.1 y apartado 8.8), pudiéndose también utilizar el esquema de la Figura 8.28.

Se deberá comprobar que entre la entrada del ramal de transferencia a la vía complementaria para regulación de accesibilidad y movilidad y la siguiente salida desde dicha vía (en el caso más habitual de conexión del ramal de transferencia por la izquierda y salida por la derecha) exista la longitud suficiente para garantizar, con un adecuado nivel de servicio, las maniobras de trenzado entre ambas (teniendo en cuenta todos los posibles carriles a trenzar en la citada vía complementaria). Análogamente, se deberá comprobar la existencia de longitud suficiente de trenzado entre la salida al ramal de transferencia desde la vía complementaria y la anterior entrada en esta calzada. En cualquier caso, para estas longitudes se fija un mínimo de doscientos cincuenta metros (≥ 250 m). En el supuesto de que se genere un carril en la vía complementaria entre la entrada y una posterior salida de ramales de transferencia consecutivos, las longitudes de trenzado se medirán desde las secciones que corresponderían al final del carril teórico de convergencia y al principio del teórico de divergencia que habría sido necesario disponer como mínimo.

8.15 VÍAS CICLISTAS ADYACENTES A CARRETERAS

El diseño de vías ciclistas no es objeto de la presente Norma. No obstante, dado que pueden existir importantes interacciones entre dichas vías ciclistas y las carreteras, usualmente proyectadas y ejecutadas por organismos diferentes, se definen en este apartado las condiciones básicas de coordinación entre ambas. Las condiciones que deberán cumplir las intersecciones de las vías ciclistas con las carreteras se recogen en el epígrafe 10.5.3.

Se define como vía ciclista la vía específicamente acondicionada para el tráfico de ciclos, con la señalización horizontal y vertical correspondiente y con un ancho que permita el paso de estos vehículos. La vía ciclista no tendrá la consideración de carretera.

En los tramos interurbanos de una carretera, cualquier vía ciclista que discurra paralela o próxima a dicha carretera deberá estar segregada de la misma. Se utilizará una pista-bici, que es la vía ciclista segregada del tráfico motorizado, con un trazado independiente de la carretera.

Si no fuera posible segregar las vías ciclistas mediante el uso de la pista-bici, podrán adosarse dichas vías a la plataforma, con las siguientes condiciones:

- En tramos periurbanos y urbanos de cualquier clase de carretera se diseñará un carril-bici protegido, que es la vía ciclista con elementos laterales que la separan físicamente de la plataforma de la carretera. La franja lateral que, actuando como berma, sirva de separación física entre la plataforma de la carretera y el carril-bici protegido tendrá un ancho mayor o igual que un metro y cincuenta centímetros ($\geq 1,50$ m).
- En tramos urbanos de carreteras convencionales y multicarril con velocidad de proyecto (V_p) menor o igual que cincuenta kilómetros por hora (≤ 50 km/h) y, si no fuese posible la implantación del carril-bici protegido, excepcionalmente y con la debida justificación se podrá diseñar un carril-bici, que es la vía ciclista que discurre adosada a la plataforma de la carretera. El ancho mínimo de separación entre la plataforma de la carretera y el carril-bici será un metro ($\geq 1,00$ m).

Además del sistema de contención de vehículos, el carril-bici protegido dispondrá, al menos, de un cerramiento situado entre la carretera y el carril-bici. En ningún caso la ejecución de una vía ciclista adosada a la carretera supondrá la disminución del ancho del arcén de la carretera.

No se ubicarán vías ciclistas ocupando los arcenes de las carreteras.

9.1 GENERALIDADES

Las entradas y las salidas en una carretera se pueden establecer con otras carreteras o con otro tipo de vías. A efectos de aplicación de la presente Norma, se distingue entre:

- Conexión a una carretera. Entrada o salida a la misma desde y hacia cualquier vía o tramo que tenga la consideración de carretera.
- Acceso directo, o simplemente acceso, a una carretera. Entrada o salida a la misma desde y hacia cualquier vía o tramo que no tenga la consideración de carretera.

Para la distinción entre las conexiones y los accesos deberá tenerse en cuenta que tienen la consideración de carreteras las vías relacionadas en el apartado 2.7.

A efectos de aplicación de esta Norma serán consideradas como conexiones las entradas y salidas en una carretera de:

- Las áreas de servicio (de concesión administrativa).
- Las áreas de descanso.
- Las actuaciones urbanísticas (derivadas del desarrollo urbanístico). Se entiende por actuación urbanística cualquier actividad o acción urbanizadora de diverso tipo, uso y/o destino (residencial, industrial, comercial, de servicios, dotacional, etc.) que surja como consecuencia del desarrollo o ejecución de un planeamiento urbanístico.
- Otros elementos funcionales cuyo diseño no figure explícitamente en esta Norma, tales como aparcamientos para estacionamiento de vehículos, áreas de pesaje, etc.

En vías de conexión (apartado 2.7) y en elementos que materialicen movimientos de entrada y salida (Tabla 9.1) en el tronco de una carretera no se permitirán conexiones ni accesos, con las siguientes excepciones:

- En ramales de enlace, se podrán disponer conexiones con otros ramales de enlace, con vías colectoras-distribuidoras y, justificadamente (epígrafe 9.2.3.2), con vías de servicio.
- En calzadas anulares se podrán disponer conexiones y accesos, debiendo garantizarse la visibilidad requerida para cualquier maniobra de entrada, salida o cruce.

En las conexiones y en los accesos deberán existir las visibilidades requeridas (apartado 3.2), describiéndose sus elementos en el Capítulo 8.

En las conexiones y en los accesos de una carretera será necesario determinar su incidencia en el nivel de servicio de la carretera a la que se accede, mediante estudios que tengan en cuenta los planes y proyectos de ampliación, mejora y modificación, así como

cualquier obra en dicha carretera, previstos por su organismo titular para un período de diez (10) años. Si la conexión o el acceso se establecen con una vía complementaria para regulación de accesibilidad y movilidad se determinará además la incidencia en la carretera principal y en las conexiones entre ambas.

No se diseñarán nuevas conexiones y nuevos accesos ni se modificarán aquellos existentes en carreteras en las que, en la hora de proyecto del año horizonte, sea previsible que su nivel de servicio disminuya hasta ser igual o inferior al mínimo especificado en la Tabla 7.1. Tampoco se diseñarán conexiones o accesos en carreteras en las que sea previsible una disminución de su nivel de servicio en más de un escalón en la hora de proyecto del año horizonte, salvo que estén proyectados por el organismo titular de las carreteras afectadas y el nivel de servicio previsto en dicha hora de proyecto no sea inferior al mínimo especificado en la Tabla 7.1.

Las exigencias del párrafo anterior no serán aplicables, en general, donde las conexiones o los accesos (nuevos o modificaciones de existentes) no tengan una incidencia significativa en el nivel de servicio de la carretera afectada. Se establece que una incidencia no es significativa cuando el incremento estimado en la intensidad horaria que se genere en la carretera afectada por conexiones o accesos, sea menor que el cinco por ciento (< 5 %) de la correspondiente al sentido de circulación al que se accede. A estos efectos, deberá considerarse la intensidad horaria en las diferentes horas punta que puedan producirse en el tráfico de dicha carretera. Deberá tenerse en cuenta la posibilidad de que otras actuaciones sobre conexiones o accesos pueda suponer acumuladamente una incidencia significativa.

Para proyectar nuevas conexiones y nuevos accesos en carreteras (o en modificaciones de los existentes) en las que previsiblemente el nivel de servicio disminuya en más de un escalón o sea inferior o igual al mínimo especificado en la Tabla 7.1, se deberán realizar, de forma previa o simultánea, actuaciones adicionales de aumento de capacidad en dichas carreteras.

También será exigible la aplicación de las condiciones de esta Norma a aquellas conexiones y aquellos accesos que sean objeto de reordenación o experimenten un cambio de uso. No obstante, en los proyectos de reordenación de conexiones y accesos el organismo titular de la carretera podrá admitir características inferiores a las especificadas en la presente Norma (tanto en distancias como en tipología), siempre que un análisis de la solución propuesta determine que la nueva configuración de dichas conexiones y de dichos accesos mejore la situación anterior desde el punto de vista de la seguridad vial.

En apartados posteriores se indican las distancias que deben cumplirse entre conexiones y accesos. Estas distancias mínimas no serán de aplicación entre las entradas y salidas de una misma intersección.

9.1.1 MANIOBRAS DE GIRO A LA DERECHA

Para pasar de una carretera a otra (conexiones) o a una vía o a un tramo (accesos), es necesario, en general, la interposición de una o varias vías de conexión (ramales de enlace, vías de giro, ramales de transferencia o calzadas anulares) y de los elementos que permitan materializar los movimientos de entrada o salida para posibilitar la maniobra de giro a la derecha a una carretera, que ordenados según la mayor ocupación espacial que generan, son los siguientes:

- Carriles de confluencias y bifurcaciones.
- Carriles de convergencia o divergencia.
- Carriles de cambio de velocidad.
- Cuñas de cambio de velocidad.
- Envolventes de giro y aproximaciones.

En epígrafes posteriores se fijan las distancias mínimas exigibles entre entradas o salidas consecutivas, que se medirán siempre entre las secciones características (inicial o final) más próximas en el sentido de la marcha (apartado 8.2).

En la Tabla 9.1 se indican los elementos básicos que permiten materializar los movimientos de entrada o salida en función de la clase de carretera a la que se accede, su velocidad de proyecto (V_p) y su IMD. Cuando en dicha Tabla se indica el empleo de envolventes de giro se ha supuesto que la velocidad en el acceso correspondiente es la de maniobra (Epígrafe 8.2.3, caso (a) en las Figuras 8.4 y 8.5).

En atención a las posibles singularidades del tramo donde se proyecte una conexión o un acceso y de las características que éstos tengan (IMD de la conexión o del acceso, porcentaje de vehículos pesados, accidentalidad, etc.), el organismo titular de la carretera podrá decidir que el elemento que materialice la maniobra de giro a la derecha tenga mejores características que el que se obtiene por aplicación directa de la Tabla 9.1.

En carreteras de calzadas separadas no se admitirán conexiones con carriles de cambio de velocidad o carriles de convergencia y divergencia en el lado izquierdo de la calzada, debiéndose tratar como confluencias y bifurcaciones. Si existiese más de una calzada por sentido, este criterio se aplicará en el lado izquierdo de las calzadas centrales.

TABLA 9.1

ELEMENTOS BÁSICOS PARA MATERIALIZAR MOVIMIENTOS DE ENTRADA Y SALIDA EN CONEXIONES Y ACCESOS

CLASE DE CARRETERA	DENOMINACIÓN	IMD EN EL AÑO HORIZONTE	CONEXIONES	ACCESOS			EDIFICACIONES RESIDENCIALES AISLADAS O FINCAS SIN ACTIVIDAD ECONÓMICA	
				INSTALACIONES DE SERVICIO	EXPLOTACIONES DONDE SE DESARROLLEN ACTIVIDADES ECONÓMICAS	CAMINOS AGRÍCOLAS		
AUTOPISTAS	TODAS	CUALQUIERA	CARRIL	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	
	AUTOVIAS	TODAS	CARRIL	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	
CARRETERAS MULTICARRIL	C-100	CUALQUIERA	CARRIL	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	NO PERMITIDOS	
	C-90 Y C-80	CUALQUIERA	CARRIL					
	C-70 Y C-60	CUALQUIERA	CUÑA					
	C-50 Y C-40	CUALQUIERA	CUÑA REDUCIDA					
CARRETERAS CONVENCIONALES	C-100	IMD ≥ 5000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA	CUÑA REDUCIDA	
		5000 > IMD ≥ 3000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	
		3000 > IMD ≥ 1500	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	
	C-90 Y C-80	IMD < 1500	CARRIL	CARRIL	CARRIL	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	CUÑA REDUCIDA
		IMD ≥ 5000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		5000 > IMD ≥ 3000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
	C-70 Y C-60	3000 > IMD ≥ 1500	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		IMD < 1500	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		IMD ≥ 5000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
	VÍAS DE SERVICIO	C-50 Y C-40	IMD < 1500	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO
CUALQUIERA			CUÑA REDUCIDA	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	
C-90 Y C-80		IMD ≥ 5000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
		5000 > IMD ≥ 3000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA
C-70 Y C-60	3000 > IMD ≥ 1500	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	
	IMD < 1500	CARRIL	CARRIL	CARRIL	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	
C-50 Y C-40	IMD ≥ 5000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	
	5000 > IMD ≥ 3000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	
C-70 Y C-60	3000 > IMD ≥ 1500	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	
	IMD < 1500	CARRIL	CARRIL	CARRIL	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	ENVOLVENTE DE GIRO	
C-50 Y C-40	IMD ≥ 5000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	
	5000 > IMD ≥ 3000	CARRIL	CARRIL	CARRIL	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	CUÑA REDUCIDA	

9.1.2 MANIOBRAS DE GIRO A LA IZQUIERDA

En autopistas y autovías las maniobras de giro a la izquierda para conectar con otras vías se realizarán siempre a distinto nivel.

En carreteras multicarril las maniobras de giro a la izquierda no se realizarán a nivel, salvo que se efectúen mediante glorietas³². En sus tramos urbanos dichas maniobras se podrán también efectuar en intersecciones reguladas por semáforos.

En carreteras convencionales o en vías de servicio de doble sentido en las que exista una separación física entre ambos sentidos de circulación no se permitirán maniobras de giro a la izquierda excepto, justificadamente, en travesías.

En carreteras convencionales o vías de servicio de doble sentido en las que existan conexiones o accesos donde no esté permitida la maniobra de giro a la izquierda, se estudiará la necesidad de disponer una conexión de cambio de sentido con objeto de no incrementar el tiempo de recorrido para realizar esta maniobra en más de cinco (\neq 5) minutos.

En la Tabla 9.2 se establecen las reglas para disponer carriles centrales de almacenamiento y espera (apartado 8.3) para maniobras de giro a la izquierda en función de la velocidad de proyecto (V_p) del tramo de la carretera convencional o de la vía de servicio de doble sentido donde se ubica la intersección y de su IMD.

Cuando la IMD de dicho tramo sea mayor o igual que mil ($\geq 1\ 000$) vehículos/día, se realizará un estudio de tráfico que analice las intensidades horarias de las carreteras o vías conectadas por la intersección, estime el tamaño del hueco disponible en las corrientes de tráfico que resulta necesario cruzar y, consecuentemente, las demoras. En función de dichas demoras se dimensionará el tramo de almacenamiento y espera para albergar a los vehículos que previsiblemente deban detenerse, tanto antes de iniciar la maniobra de giro a la izquierda hacia la intersección como después de incorporarse tras la maniobra de giro a la izquierda desde la intersección. En cualquier caso, dicha longitud será mayor o igual que veinte metros (≥ 20 m).

Cuando la IMD de dicho tramo sea menor que tres mil ($< 3\ 000$) vehículos/día, se podrá sustituir el carril central de deceleración y el tramo de almacenamiento, formado por una cuña (o cuña reducida) para maniobra de giro a la izquierda hacia la intersección desde la carretera convencional o vía de servicio de doble sentido, por un cayado o por una glorieta partida.

En atención a las posibles singularidades del tramo donde se proyecte una conexión o un acceso y de las características que éstos tengan (IMD de la conexión o del acceso, porcentaje de vehículos pesados, existencia de planes o proyectos de mejora, accidentalidad, etc.), el organismo titular de la carretera podrá exigir que el elemento que materialice la maniobra de giro a la izquierda tenga mejores características que el que se obtiene por aplicación directa de la Tabla 9.2.

32 Las maniobras de giro a la izquierda en glorietas serán admisibles para cualquier valor de la IMD de la carretera.

TABLA 9.2

MANIOBRAS DE GIRO A LA IZQUIERDA EN CARRETERAS CONVENCIONALES Y EN VÍAS DE SERVICIO DE DOBLE SENTIDO

IMD	VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) DEL TRAMO AFECTADO (km/h)		
	100, 90 y 80	70 y 60	50 y 40
$IMD \geq 5\ 000$	No se permitirán las maniobras de giro a la izquierda a nivel.		
$5\ 000 > IMD \geq 3\ 000$	Se dispondrán carriles centrales, constituidos por carril de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.	Se dispondrán carriles centrales, constituidos por carril de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.	Se dispondrán carriles centrales, constituidos por cuña de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.
$3\ 000 > IMD \geq 1\ 000$		Se dispondrá carril central, constituido por cuña de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.	Se dispondrá carril central, constituido por cuña reducida de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.
$IMD < 1\ 000$	Se dispondrán carriles centrales, constituidos por cuña de cambio de velocidad y tramo de almacenamiento y espera.	Se permitirán las maniobras de giro a la izquierda a nivel sin carriles centrales.	

Nota 1. En los accesos a caminos agrícolas, edificaciones residenciales aisladas o fincas sin una actividad económica que genere importantes tráfico³³, el organismo titular de la carretera podrá ordenar la disposición en los carriles centrales de almacenamiento y espera, de cuñas de cambio de velocidad en sustitución de carriles de cambio de velocidad o de cuñas reducidas en sustitución de cuñas de cambio de velocidad.

Nota 2. Para velocidades de proyecto (V_p) menores que ochenta kilómetros por hora (< 80 km/h) e IMD menor que tres mil (< 3 000) vehículos/día, se podrá reducir justificadamente la longitud del carril central de aceleración.

33 A efectos de esta Norma se entenderá que la actividad económica genera en el acceso importantes tráfico si su IMD es superior a treinta (> 30) vehículos/día o la intensidad de la hora punta es superior a cinco (> 5) vehículos/hora.

9.2 CONEXIONES EN AUTOPISTAS, AUTOVÍAS Y CARRETERAS MULTICARRIL

En autopistas, autovías y carreteras multicarril no se establecerán accesos, aunque podrán ser canalizados a través de vías de servicio.

En el tronco de autopistas podrán disponerse conexiones con:

- Ramales de enlace.
- Vías colectoras-distribuidoras.
- Áreas de servicio.
- Áreas de descanso.

En el tronco de autovías podrán disponerse conexiones con:

- Ramales de enlace.
- Vías complementarias³⁴ a la calzada central.
- Áreas de servicio.
- Áreas de descanso.

En carreteras multicarril podrán disponerse, además de las conexiones permitidas en autovías, las generadas por la existencia de glorietas o de intersecciones reguladas por semáforos.

En carreteras de calzadas separadas las conexiones se resolverán (Tabla 9.1) mediante carriles de cambio de velocidad, admitiéndose cuñas de cambio de velocidad en las carreteras multicarril con velocidades de proyecto (V_p) menores o iguales que setenta kilómetros por hora (≤ 70 km/h).

9.2.1 VÍAS COLECTORAS-DISTRIBUIDORAS, RAMALES DE ENLACE Y RAMALES DE TRANSFERENCIA

9.2.1.1 CONDICIONES DE UTILIZACIÓN

Las conexiones de una vía colectora-distribuidora o de un ramal de enlace con el tronco de una carretera se efectuarán mediante:

- Carriles de cambio de velocidad (en general).
- Carriles de convergencia y divergencia (con intensidades de tráfico elevadas).
- Carriles de confluencia y bifurcación (con intensidades de tráfico elevadas y similares a las del tronco).

Si fuese necesario efectuar una conexión intermedia entre vía colectora-distribuidora y tronco esta se llevará a cabo mediante ramales de transferencia (apartado 8.14).

34 Apartado 2.7.

El tipo de conexión de un ramal de enlace con otro ramal de enlace o con una vía colectora-distribuidora se obtendrá de la Tabla 9.1, considerando el ramal de enlace o la vía colectora-distribuidora en la que se efectúa la conexión como una carretera convencional con su correspondiente velocidad de proyecto (V_p). La longitud del carril o cuña de cambio de velocidad se estimará según lo indicado en los epígrafes 8.2.1 y 8.2.2.

En las vías colectoras-distribuidoras, en los ramales de enlace y en los ramales de transferencia no se dispondrán accesos ni se conectarán vías de servicio, salvo en los casos indicados en el epígrafe 9.2.3.2.

9.2.1.2 DISTANCIAS

Las conexiones consecutivas de vías colectoras-distribuidoras y de ramales de enlace dotados de carriles de cambio de velocidad (o en su caso, de carriles de convergencia o divergencia) con el tronco de una carretera, medidas entre secciones características, cumplirán que:

- La distancia entre una entrada y la salida posterior (Figura 9.1 a), será como mínimo de mil doscientos metros ($\geq 1\ 200$ m). Si esto no fuese posible (Figura 9.1 b), se unirán entrada y salida, debiendo tener el carril de trenzado resultante una longitud mínima de mil metros ($\geq 1\ 000$ m). Cuando lo anterior no se pueda cumplir se proyectará una vía colectora-distribuidora (Figura 9.1 c).
- La distancia entre una salida y la salida posterior (Figura 9.2 a) será como mínimo de mil metros ($\geq 1\ 000$ m). Cuando lo anterior no se pueda cumplir (Figura 9.2 b) se proyectará una vía colectora-distribuidora.
- La distancia entre una entrada y la entrada posterior (Figura 9.3 a) será como mínimo de mil metros ($\geq 1\ 000$ m). Cuando lo anterior no se pueda cumplir (Figura 9.3 b) se proyectará una vía colectora-distribuidora.
- La distancia entre una salida y la entrada posterior (Figura 9.4) 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).

En un ramal de un enlace (Figuras 9.1 a y b) la distancia entre su salida (o su entrada) al tronco y la conexión más próxima con dicho ramal será como mínimo de doscientos cincuenta metros (≥ 250 m).

En una vía colectora-distribuidora (Figuras 9.1 c y 9.2 b) la distancia entre su salida del tronco y la primera conexión con dicha vía será como mínimo de doscientos cincuenta metros (≥ 250 m). Igual distancia (Figuras 9.1 c y 9.3 b) deberá haber entre la última conexión a la vía colectora-distribuidora y su entrada al tronco. Si existiera una vía de servicio, no se podrá conectar a la vía colectora-distribuidora (con la excepción indicada en el epígrafe 9.2.3.2).

En una vía colectora-distribuidora (Figura 9.5 a), la distancia entre dos conexiones consecutivas será como mínimo de doscientos cincuenta metros (≥ 250 m). En este caso y sin perjuicio de otras limitaciones, podrán unirse la entrada y la salida posterior (Figura 9.5 b) mediante un carril de trenzado adosado a la vía colectora-distribuidora con una longitud mínima

de doscientos cincuenta metros³⁵ (≥ 250 m) medida entre secciones características de un metro (1,00 m). Si las dos conexiones consecutivas corresponden al ramal de salida y al ramal de entrada posterior del mismo enlace la distancia anterior podrá reducirse hasta un valor mínimo de ciento veinticinco metros (≥ 125 m).

A las conexiones con el tronco de los ramales de transferencia se les aplicarán las distancias indicadas en los puntos anteriores de este epígrafe para conexiones consecutivas en el tronco, con las siguientes consideraciones adicionales:

- La distancia entre la salida o la entrada al tronco y la conexión con la vía complementaria (longitud del ramal de transferencia) podrá ser inferior a doscientos cincuenta metros (250 m).
- Será mayor que dos kilómetros (> 2 km) la distancia entre las secciones características de conexiones contiguas (entrada o salida) de tronco y vía complementaria.
- Entre dos conexiones consecutivas con el tronco de un ramal de transferencia y de un ramal de enlace cuya conexión no se realice a través de la vía complementaria, se cumplirán las distancias anteriormente mencionadas para ramales de enlace.

35 Salvo justificación en contrario.

FIGURA 9.1

DISTANCIAS ENTRE ENTRADA Y SALIDA CONSECUTIVAS DE RAMALES DE ENLACE Y DE VÍAS COLECTORAS-DISTRIBUIDORAS

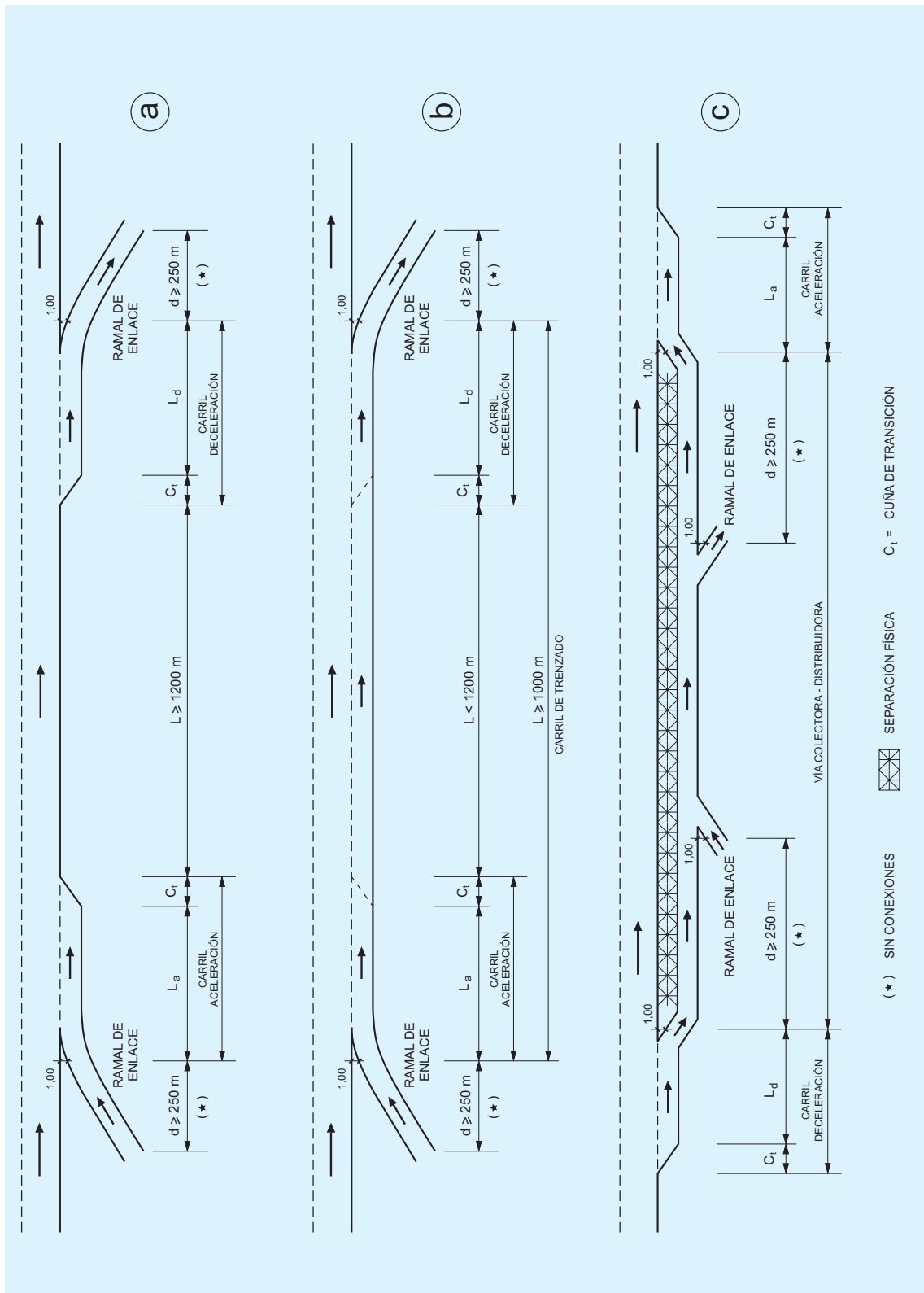


FIGURA 9.2

DISTANCIA ENTRE SALIDAS CONSECUTIVAS DE RAMALES DE ENLACE Y DE VÍAS COLECTORAS-DISTRIBUIDORAS

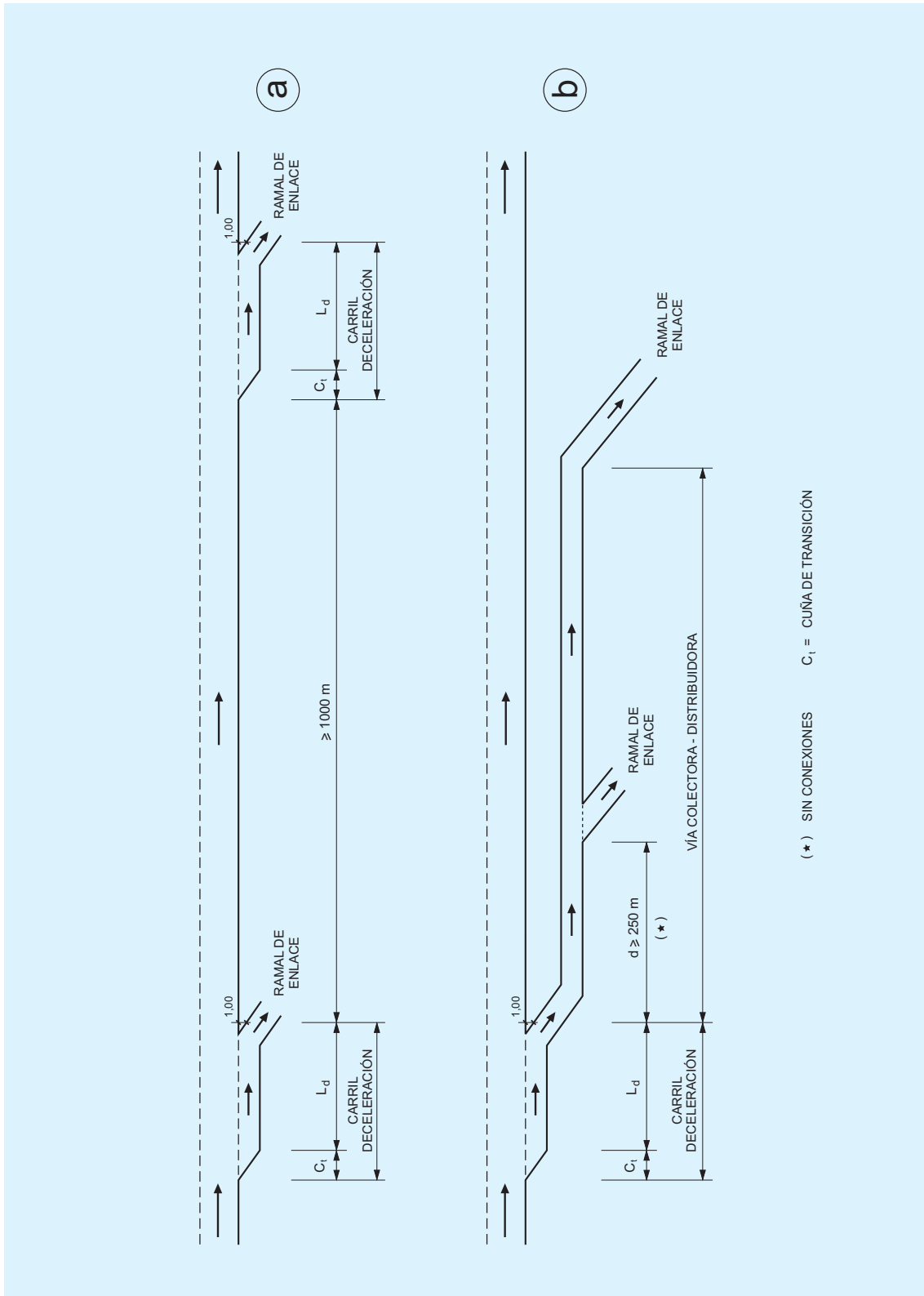


FIGURA 9.3

DISTANCIA ENTRE ENTRADAS CONSECUTIVAS DE RAMALES DE ENLACE Y DE VÍAS COLECTORAS-DISTRIBUIDORAS

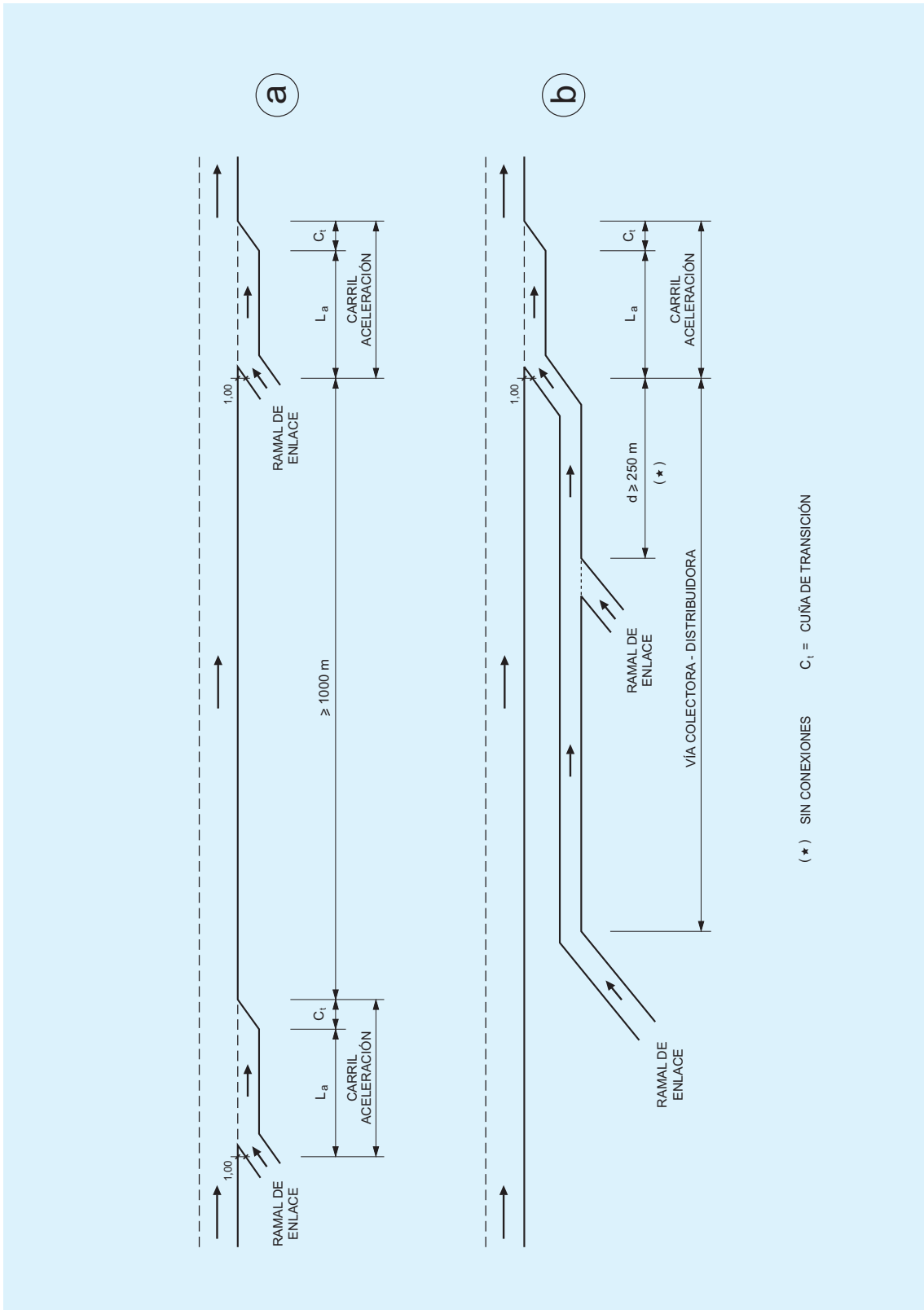
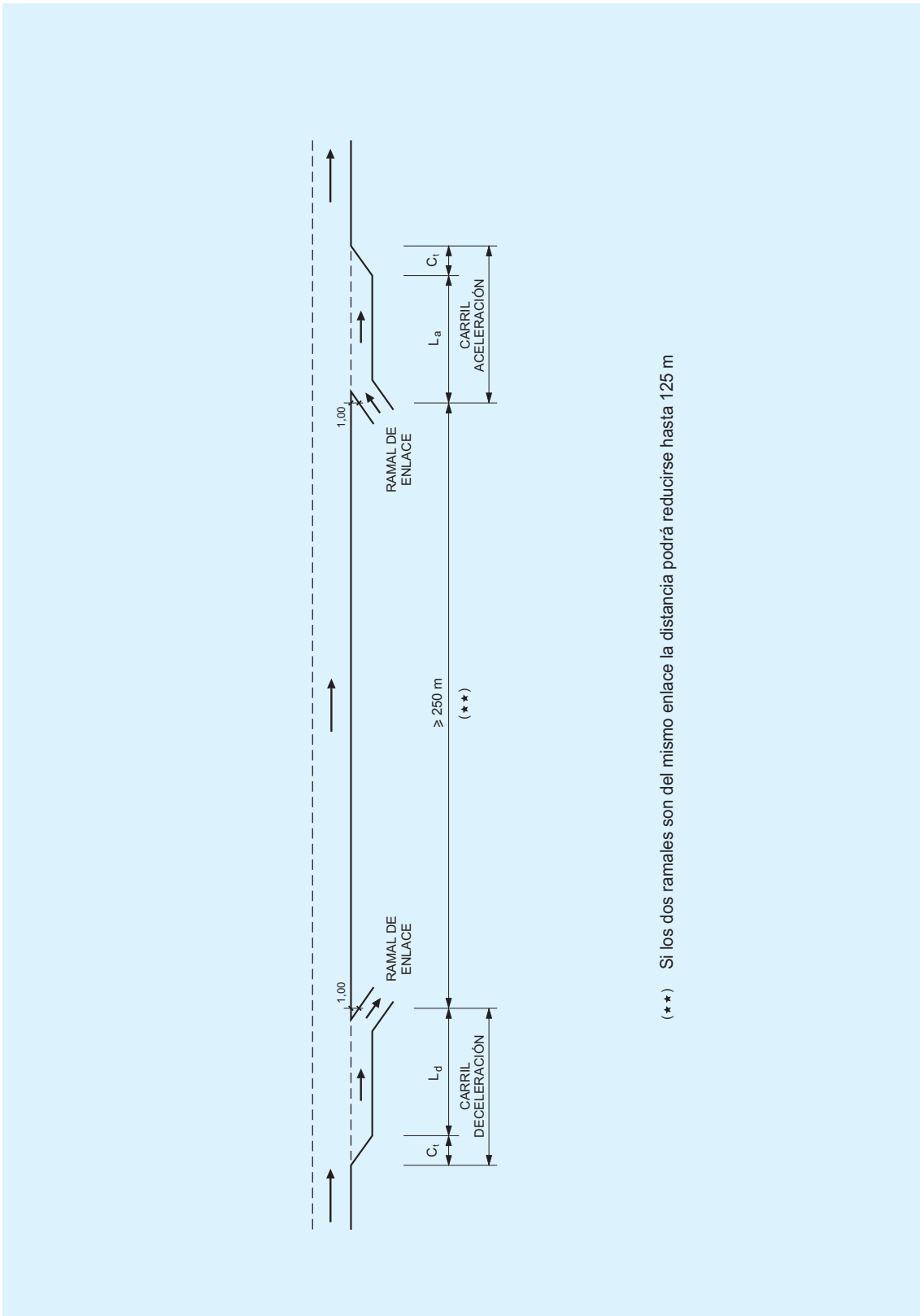


FIGURA 9.4

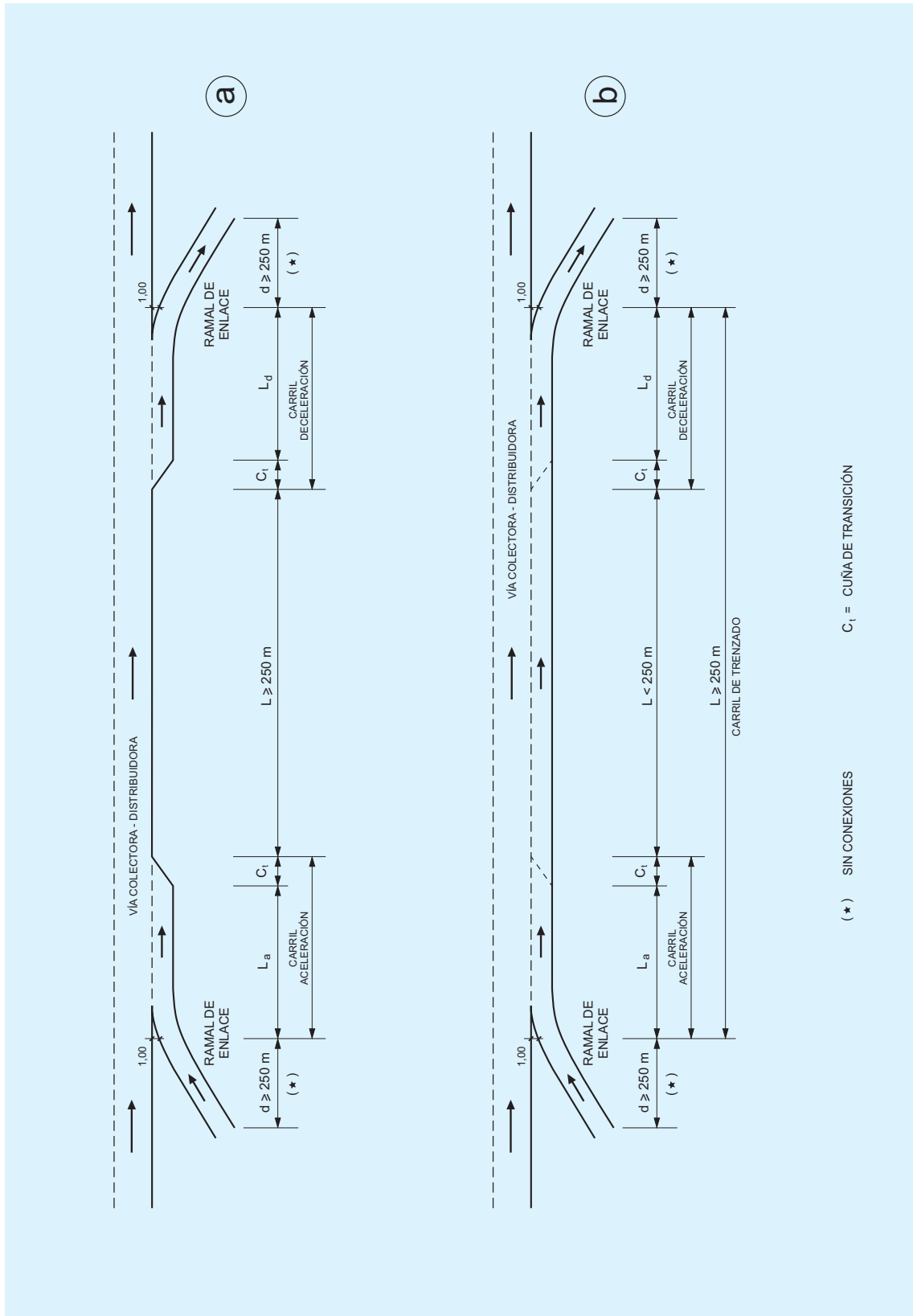
DISTANCIAS ENTRE SALIDA Y ENTRADA CONSECUTIVAS DE RAMALES DE ENLACE Y DE VÍAS COLECTORAS-DISTRIBUIDORAS



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

FIGURA 9.5

DISTANCIAS ENTRE ENTRADA Y SALIDA CONSECUTIVAS DE RAMALES DE ENLACE EN VÍAS COLECTORAS-DISTRIBUIDORAS



9.2.2 VÍAS DE SERVICIO, ÁREAS DE SERVICIO Y ÁREAS DE DESCANSO

9.2.2.1 CONDICIONES DE UTILIZACIÓN

Las vías de servicio permitirán el acceso de las propiedades colindantes a autopistas, autovías y carreteras multicarril.

Las vías de servicio se conectarán con las autopistas únicamente a través de enlaces (Figura 9.6), sin que se puedan conectar a su tronco, a sus ramales de enlace y a sus vías colectoras-distribuidoras.

Las vías de servicio se conectarán con las autovías generalmente a través de enlaces (Figura 9.6), sin que se puedan conectar, salvo las excepciones descritas en esta Norma, ni a sus ramales de enlace ni a sus vías colectoras-distribuidoras.

Las vías de servicio se conectarán con las carreteras multicarril generalmente a través de nudos.

En los proyectos de reordenación de conexiones y accesos de autovías y carreteras multicarril, el organismo titular de la carretera podrá admitir como excepciones las conexiones directas de la vía de servicio con el tronco, cuando se den las siguientes circunstancias:

- El coste total (incluyendo su ejecución, expropiaciones y daños patrimoniales previsibles) de la vía de servicio con conexiones con el tronco únicamente a través de los enlaces se estime desproporcionado.
- La solución propuesta mejore la situación anterior desde el punto de vista de la seguridad vial, reduciéndose el número de conexiones al mínimo compatible con la función de las vías de servicio.

El inicio y el final de una vía de servicio de una autovía que ni comience ni finalice en un nudo se efectuará mediante:

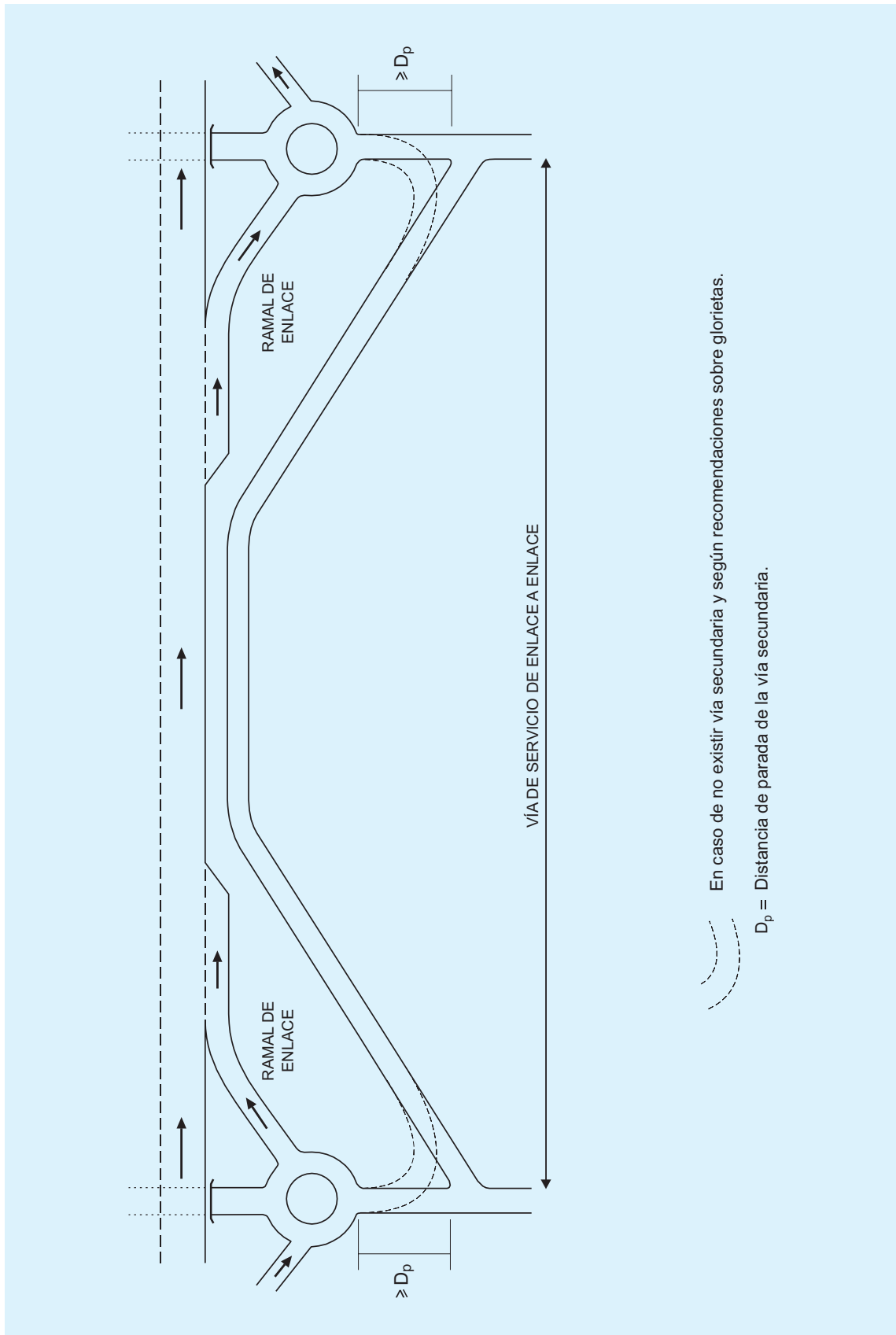
- Carriles de cambio de velocidad (en general).
- Carriles de convergencia y divergencia (con intensidades de tráfico elevadas).
- Carriles de confluencia y bifurcación (con intensidades de tráfico elevadas y similares a las del tronco).

Las vías de servicio de ambos márgenes en autopistas o autovías se podrán conectar utilizando vías que, cruzándolas a distinto nivel, se unan con dichas vías de servicio mediante intersecciones o enlaces.

Las condiciones exigibles a las conexiones intermedias de las vías de servicio con autovías y carreteras multicarril y las excepciones para conectar dichas vías con ramales de enlace y con vías colectoras-distribuidoras se indican en el epígrafe 9.2.3.

Las entradas y salidas de las áreas de servicio (de concesión administrativa) y de las áreas de descanso (que a efectos de esta Norma son consideradas conexiones -apartado 9.1-) se efectuarán siempre con el tronco de las autopistas y autovías sin que puedan efectuarse a través de ramales de enlace, vías colectoras-distribuidoras y vías de servicio. Si existiese un área de servicio o un área de descanso y posteriormente fuese necesario disponer una vía colectora-distribuidora esta podrá conectarse (con carácter excepcional) con las citadas área de servicio o área de descanso.

FIGURA 9.6
CONEXIÓN DE VÍAS DE SERVICIO A TRAVÉS DE ENLACES



9.2.2.2 DISTANCIAS

En áreas de servicio o áreas de descanso (en autopistas y autovías) y donde, no existiendo otra alternativa, se admitan conexiones específicas de vías de servicio con el tronco de las autovías y de las carreteras multicarril (en ningún caso autopistas), se cumplirán:

- La distancia (Figuras 9.7 a y 9.8) entre la entrada desde un ramal de enlace, vía colectora-distribuidora o conexión de vía de servicio y la salida posterior hacia una vía de servicio (o hacia la vía de entrada a un área de servicio o a un área de descanso) será como mínimo de mil doscientos metros ($\geq 1\ 200$ m).
- La distancia (Figuras 9.7 a y 9.8) entre la entrada desde una vía de servicio (o desde la vía de salida de un área de servicio o un área de descanso) y la salida hacia un ramal de enlace, vía colectora-distribuidora o conexión de vía de servicio posterior será como mínimo de mil doscientos metros ($\geq 1\ 200$ m).
- La distancia (Figura 9.7 b) entre la salida hacia una vía de servicio y la salida posterior hacia un ramal de enlace o vía colectora-distribuidora será como mínimo de mil metros ($\geq 1\ 000$ m).
- La distancia (Figura 9.7 c) entre la entrada desde un ramal de enlace o vía colectora-distribuidora y la entrada desde una vía de servicio será como mínimo de mil metros ($\geq 1\ 000$ m).
- La distancia (Figuras 9.7 a, 9.7 b y 9.8) entre la salida hacia una vía de servicio (o desde la vía de entrada a un área de servicio o un área de descanso) y la primera conexión o acceso a dicha vía de servicio (o la entrada hacia dicha área de servicio o área de descanso) será como mínimo de doscientos cincuenta metros (≥ 250 m).
- La distancia (Figuras 9.7 a, 9.7 c y 9.8) entre la última conexión o acceso a una vía de servicio (o de la vía de salida de un área de servicio o área de descanso) y la entrada posterior de dicha vía de servicio (o la salida desde dicha área de servicio o un área de descanso) será como mínimo de doscientos cincuenta metros (≥ 250 m).

En relación con las longitudes de las vías de entrada y salida de las áreas de servicio y áreas de descanso (Figura 9.8) derivadas de las dos últimas condiciones, será admisible su disminución cuando la distancia entre la salida hacia la vía de entrada al área de servicio o área de descanso y la entrada desde la vía de salida posterior del área de servicio o área de descanso sea como mínimo de doscientos cincuenta metros (≥ 250 m). Se disminuirá, en su caso, la longitud de la vía de salida con preferencia a la de la vía de entrada.

Las distancias relativas a conexiones y accesos en la propia vía de servicio se especifican en el apartado 9.4 y en el epígrafe 9.5.2, respectivamente.

FIGURA 9.7

CONEXIONES ESPECÍFICAS DE VÍAS DE SERVICIO CON EL TRONCO DE AUTOVÍAS

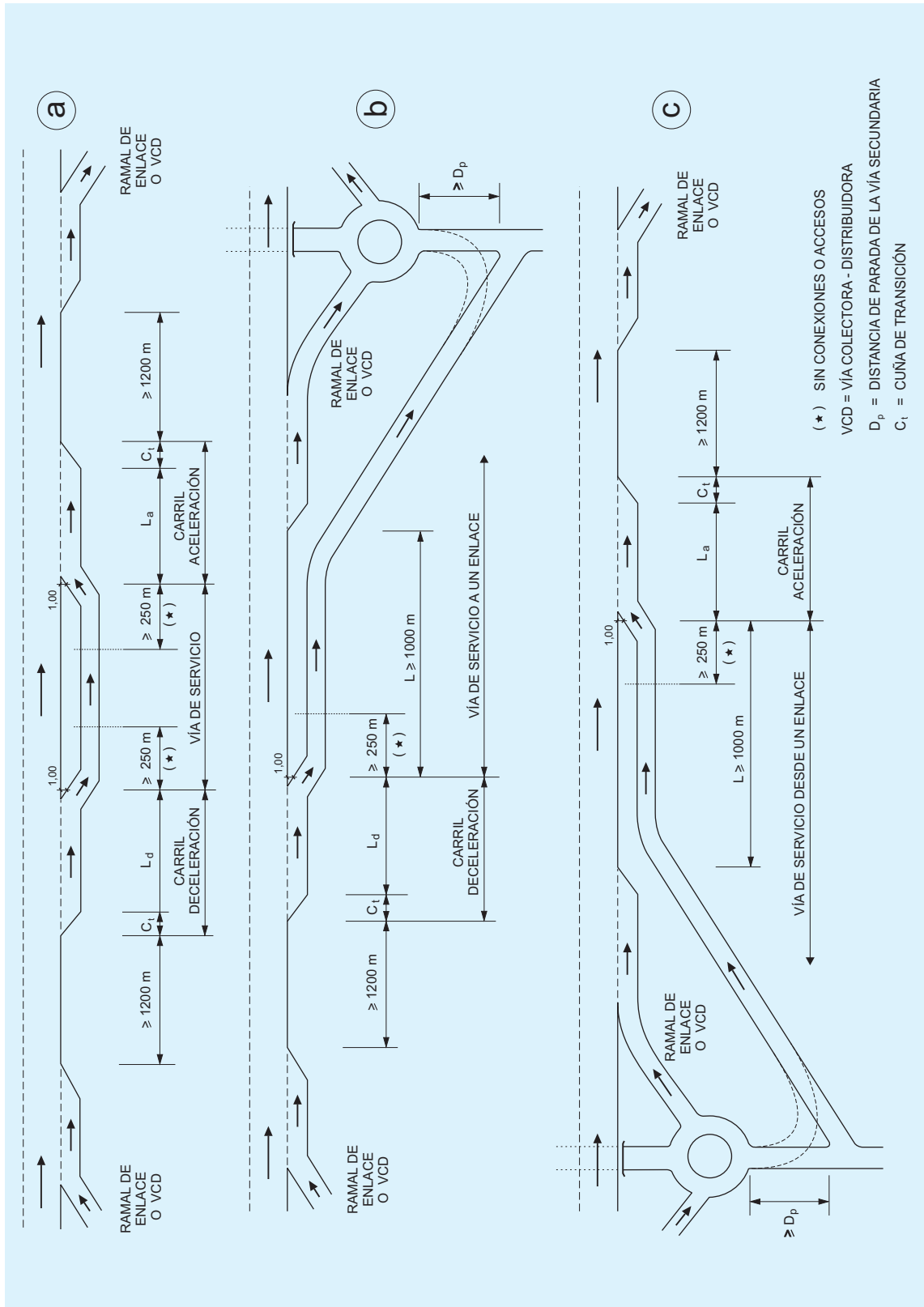
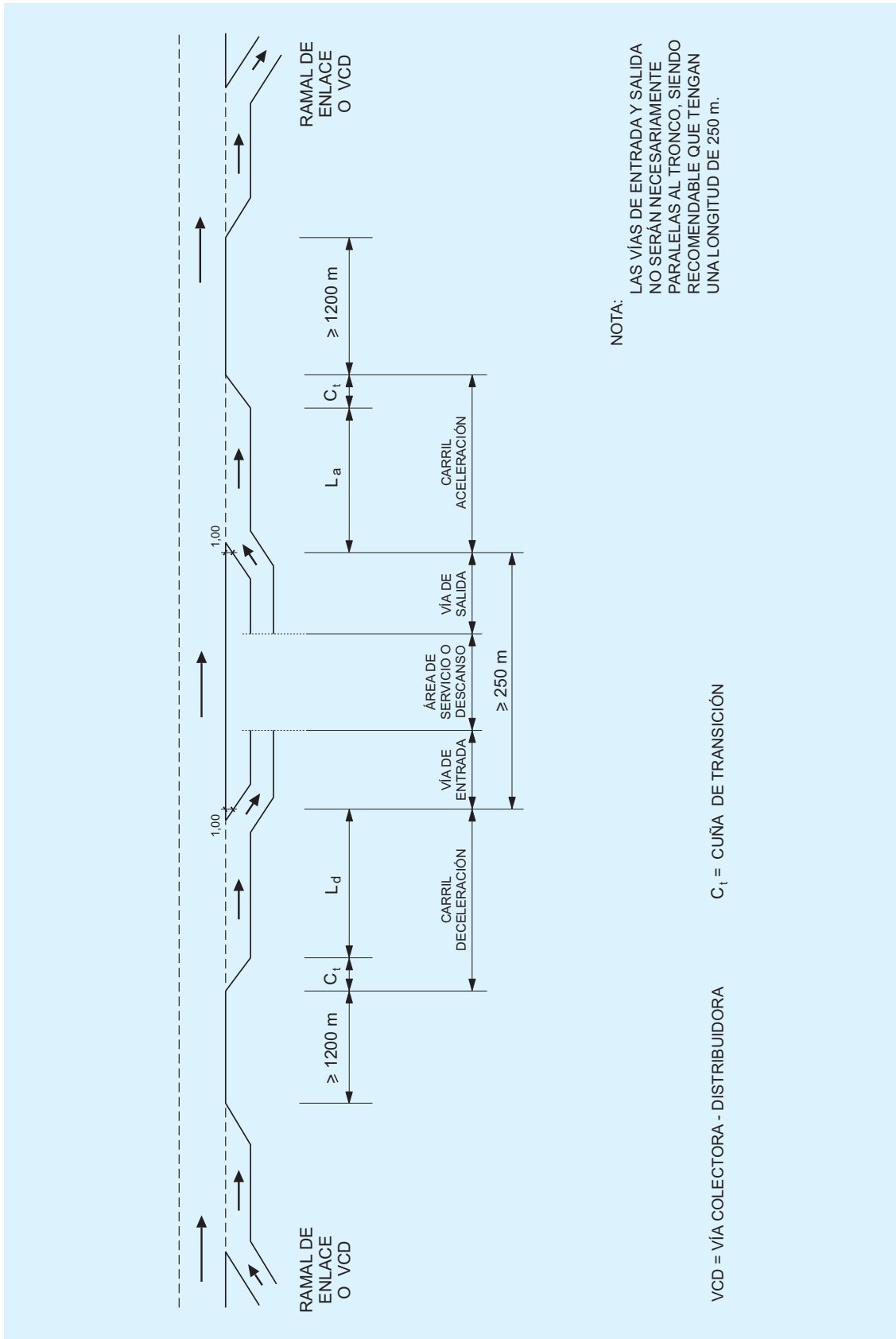


FIGURA 9.8

CONEXIONES ESPECÍFICAS DE ÁREAS DE SERVICIO Y DE ÁREAS DE DESCANSO CON EL TRONCO DE AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS



9.2.3 TRAMOS URBANOS Y PERIURBANOS

En tramos urbanos y periurbanos de carreteras se requiere prestar especial atención a la funcionalidad de los elementos que, sirviendo al tronco, permiten alcanzar un equilibrio entre movilidad y accesibilidad y que son los siguientes:

- **Ramal de enlace:** permite la conexión entre troncos de carreteras para un determinado movimiento.
- **Vía colector-distribuidora:** establece la conexión de diversos ramales de enlace con un tronco de carretera. En un nudo, la vía colector-distribuidora en conexión con un tronco de carretera permite ordenar las maniobras de trenzado mediante la agrupación de varios ramales.
- **Vía de servicio:** agrupa accesos directos permitiendo una transición ordenada entre las necesidades de accesibilidad del territorio y las de movilidad de los troncos de las carreteras.
- **Vía lateral:** excepcionalmente permite compartir la plataforma entre una vía colector-distribuidora y una vía de servicio en autovías y carreteras multicarril.

En los epígrafes 9.2.3.1 a 9.2.3.4 se relacionan los criterios que podrán ser utilizados en tramos urbanos y periurbanos de autovías y carreteras multicarril para lograr el citado equilibrio. Excepcionalmente y de forma justificada, el organismo titular de la carretera podrá también admitirlos en sus proyectos de reordenación de conexiones y accesos en tramos que no sean urbanos o periurbanos.

9.2.3.1 CONEXIONES INTERMEDIAS DE VÍAS COMPLEMENTARIAS PARA REGULACIÓN DE ACCESIBILIDAD Y MOVILIDAD CON AUTOVÍAS

Podrán establecerse conexiones intermedias de vías de sentido único complementarias a la calzada central para regulación de accesibilidad y movilidad con el tronco de autovías en tramos urbanos y periurbanos, si permiten optimizar el reparto de los flujos de tráfico entre las distintas calzadas de acuerdo con su funcionalidad y su capacidad. Para ello deberán cumplirse las siguientes condiciones:

- Estas vías tendrán una longitud mayor que tres kilómetros (> 3 km).
- Será mayor que dos kilómetros (> 2 km) la distancia entre las secciones características de conexiones contiguas (entrada o salida) entre el tronco y la vía complementaria.
- Las conexiones intermedias de la autovía con la vía complementaria se efectuarán mediante ramales de transferencia (apartado 8.14).

9.2.3.2 PLATAFORMAS COMPARTIDAS EN AUTOVÍAS

El creciente desarrollo de la red viaria en entornos urbanos y periurbanos que produce un aumento de la complejidad de las funciones que deben desempeñar las carreteras y las importantes restricciones de espacio que generan las aglomeraciones urbanas haciendo difícil encajar sus elementos de diseño y compatibilizar sus funciones, implican ajustar las características de diseño de manera que, preservando

la funcionalidad primaria de los elementos del viario, se consiga dar una respuesta más eficiente a las necesidades de la demanda.

Por ello en tramos urbanos y periurbanos se podrá permitir, de forma justificada, compartir en una misma plataforma las calzadas de los ramales de enlace y de las vías colectoras-distribuidoras con las vías de servicio, donde y cuando se cumplan, en cualquier caso, las siguientes condiciones generales:

- El tramo donde se comparte una plataforma mantendrá como mínimo el mismo número de carriles que previamente tenía.
- El tramo donde un ramal de enlace comparte plataforma con una vía de servicio (vía lateral) estará sujeto a las restricciones prevalentes para el ramal.
- Donde una vía complementaria para regulación de accesibilidad y movilidad tenga funciones de vía colectora-distribuidora y de vía de servicio será considerada como vía lateral respecto al tronco de la autovía.
- Los tramos de trenzado de las trayectorias que se generen serán objeto de estudio detallado que deberá definir la longitud necesaria para garantizar un nivel de servicio C en el año horizonte y la adecuada señalización.

Adicionalmente deberán cumplirse las siguientes condiciones específicas:

A) Plataforma compartida entre ramal de enlace y vía de servicio.

Donde una plataforma compartida en un tramo urbano entre un ramal de enlace y una vía de servicio entre o salga de una glorieta o intersección, la longitud del tramo de plataforma compartida (L_{rv}) será mayor o igual que cien metros (≥ 100 m) para el caso de que la intersección sea una glorieta o mayor o igual que doscientos cincuenta metros (≥ 250 m) en cualquier otro caso (Esquema en Figura 9.9). En este tramo no se permitirá ningún tipo de conexión o acceso.

Donde la conexión en un tramo urbano se realice con el tronco de una carretera mediante una convergencia o una divergencia, la longitud del tramo de plataforma compartida (L_{rv}) será mayor o igual que doscientos cincuenta metros (≥ 250 m) (Esquema en Figura 9.10). En este tramo no se permitirá ningún tipo de conexión o acceso.

En tramos periurbanos los anteriores criterios podrán ser aplicables, de forma justificada, cuando adicionalmente la IMD de la vía de servicio sea mayor que el diez por ciento ($> 10\%$) de la IMD del tronco a la que sirve dicha vía de servicio.

B) Plataforma compartida entre vía colectora-distribuidora y vía de servicio (vía lateral).

Cuando una vía complementaria para regulación de accesibilidad y movilidad tenga funciones de vía colectora-distribuidora y de vía de servicio será considerada como vía lateral respecto al tronco de la autovía. (Esquemas en Figura 9.11).

En una vía lateral las distancias entre cualquier tipo de conexión o acceso y la sección característica más cercana de la salida anterior desde el tronco o de la entrada posterior hacia el tronco deberán ser mayores o iguales que doscientos cincuenta metros (≥ 250 m).

Las distancias entre conexiones o accesos serán las indicadas para vías colectoras-distribuidoras, independientemente de su tipología. Cualquier conexión o acceso deberá disponer de un carril de cambio de velocidad. En los proyectos de reordenación de accesos, redactados por el organismo titular de la carretera podrán reducirse justificadamente las distancias relativas a conexiones y accesos y su tipología.

FIGURA 9.9

ESQUEMA DE PLATAFORMA COMPARTIDA ENTRE RAMAL DE ENLACE Y VÍA DE SERVICIO EN CONEXIÓN CON GLORIETA E INTERSECCIÓN

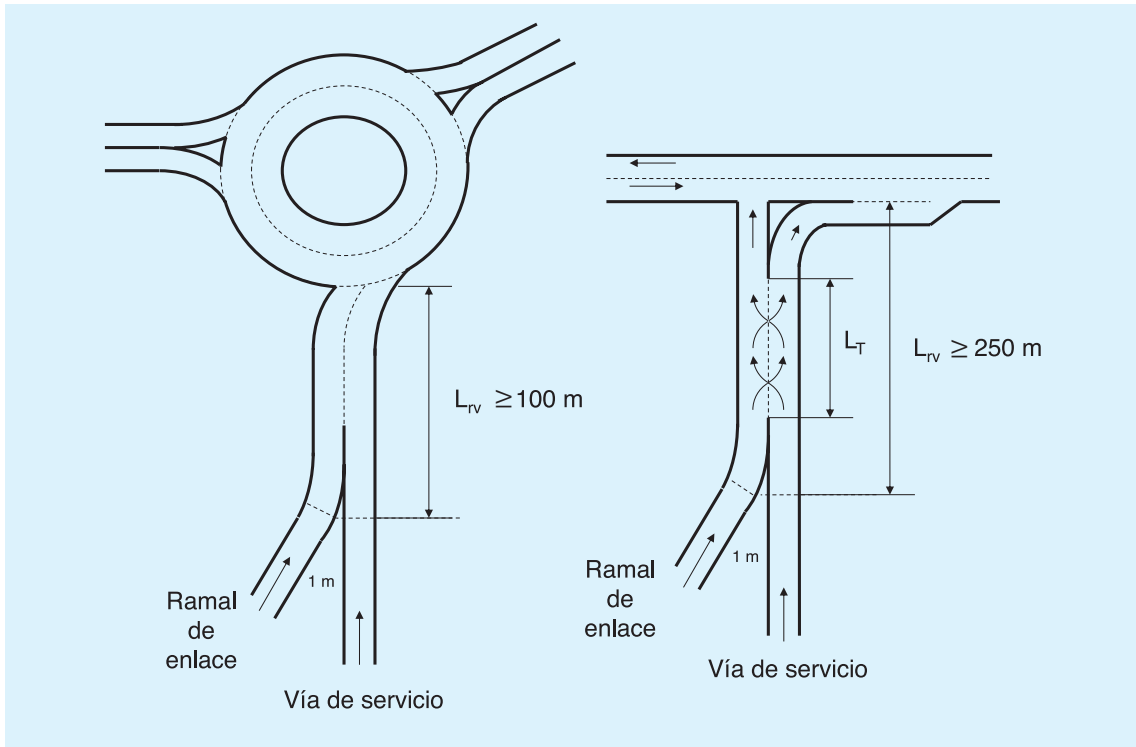


FIGURA 9.10

ESQUEMA DE PLATAFORMA COMPARTIDA ENTRE RAMAL DE ENLACE Y VÍA DE SERVICIO EN CONEXIÓN CON UN TRONCO DE CARRETERA

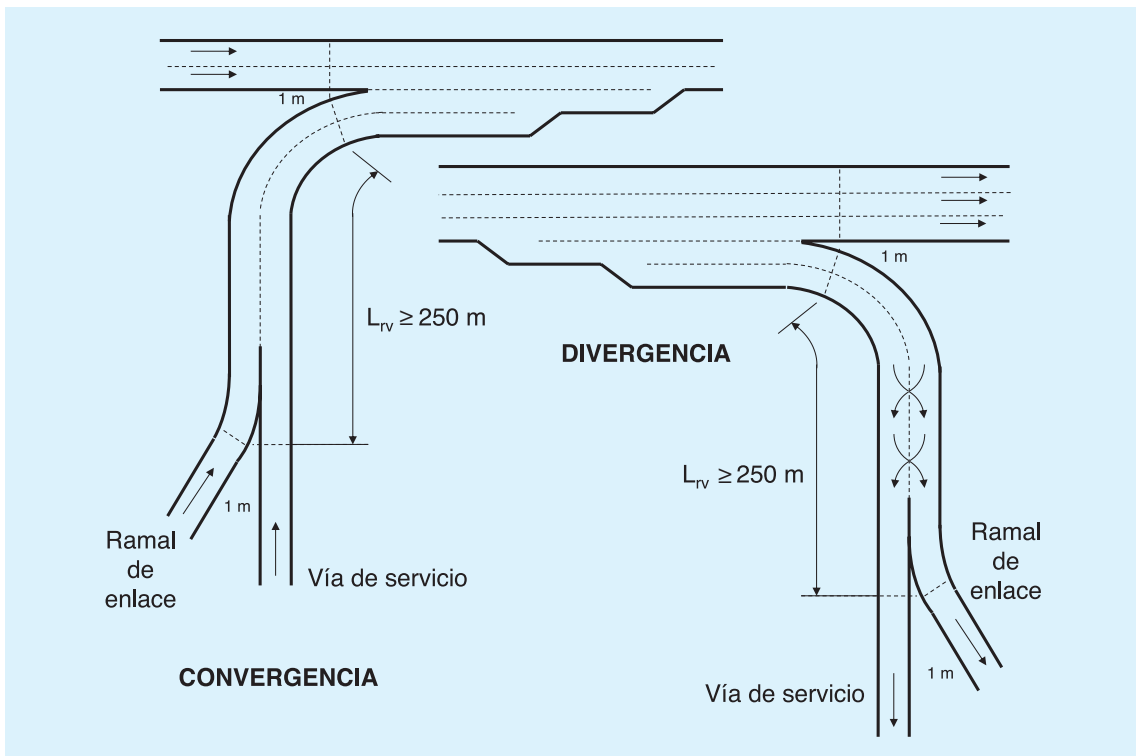
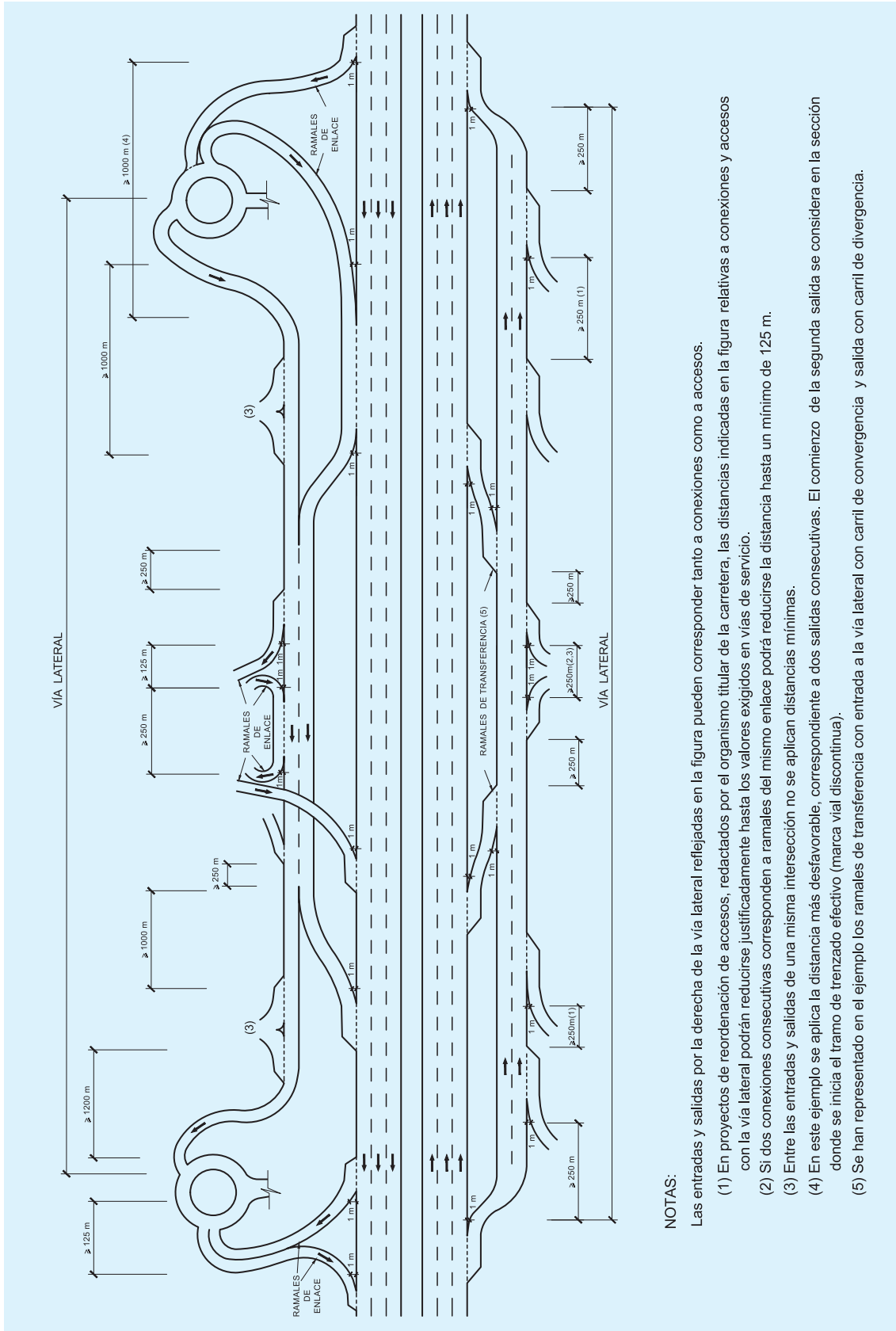


FIGURA 9.11

ESQUEMAS DE PLATAFORMA COMPARTIDA ENTRE VÍA COLECTORA-DISTRIBUIDORA Y VÍA DE SERVICIO (VÍA LATERAL) EN CONEXIÓN CON UN TRONCO DE CARRETERA



NOTAS:

Las entradas y salidas por la derecha de la vía lateral reflejadas en la figura pueden corresponder tanto a conexiones como a accesos.

- (1) En proyectos de reordenación de accesos, redactados por el organismo titular de la carretera, las distancias indicadas en la figura relativas a conexiones y accesos con la vía lateral podrán reducirse justificadamente hasta los valores exigidos en vías de servicio.
- (2) Si dos conexiones consecutivas corresponden a ramales del mismo enlace podrá reducirse la distancia hasta un mínimo de 125 m.
- (3) Entre las entradas y salidas de una misma intersección no se aplican distancias mínimas.
- (4) En este ejemplo se aplica la distancia más desfavorable, correspondiente a dos salidas consecutivas. El comienzo de la segunda salida se considera en la sección donde se inicia el tramo de trenzado efectivo (marca vial discontinua).
- (5) Se han representado en el ejemplo los ramales de transferencia con entrada a la vía lateral con carril de convergencia y salida con carril de divergencia.

9.2.3.3 CARRETERAS MULTICARRIL

En carreteras multicarril las conexiones de las vías de servicio se efectuarán en las glorietas y, en el caso de tramos urbanos, también en intersecciones reguladas por semáforos. Justificadamente podrán admitirse conexiones de la vía de servicio al tronco de las carreteras multicarril de forma que se optimice el nivel de servicio de la calzada principal, las vías de servicio y las glorietas.

Serán aplicables a las carreteras multicarril, de forma justificada, las condiciones de distancia aplicables a tramos urbanos o periurbanos de autovías.

9.2.3.4 OTROS CASOS

Si el cumplimiento de las condiciones indicadas en las Figuras 9.1, 9.2 y 9.3 pudiera conllevar unos costes desproporcionados o existiera imposibilidad física por problemas de espacio, la distancia mínima de mil doscientos metros ($\geq 1\ 200$ m) indicada en las Figuras 9.1 a y 9.1 b podrá reducirse hasta un valor mínimo de seiscientos metros (≥ 600 m) y la distancia mínima de mil metros ($\geq 1\ 000$ m) indicada en las Figuras 9.1 b, 9.2 a y 9.3 a podrá reducirse hasta un valor mínimo de quinientos metros (≥ 500 m), siempre que el funcionamiento del carril de trenzado resultante (Figura 9.1 b) y de la calzada entre las dos secciones características de las salidas consecutivas (Figura 9.2 a) o de las entradas consecutivas (Figura 9.3 a) no sobrepasare el nivel de servicio C para las intensidades de la hora de proyecto del año horizonte.

9.3 CONEXIONES EN CARRETERAS CONVENCIONALES

9.3.1 CONDICIONES DE UTILIZACIÓN

Las entradas y salidas de las propiedades colindantes hacia o desde carreteras convencionales se efectuarán preferentemente a través de vías de servicio que a su vez podrán conectarse con el tronco de dichas carreteras:

- A través de enlaces si existiesen (Figura 9.6).
- Mediante conexiones específicas.

Si no se utilizasen vías de servicio las entradas y salidas de las propiedades colindantes se efectuarán mediante accesos (apartado 9.5).

9.3.2 DISTANCIAS

9.3.2.1 TRAMOS INTERURBANOS

Las conexiones con las carreteras convencionales en tramos interurbanos (incluidas las correspondientes a vías de servicio) cumplirán:

- La distancia (Figuras 9.12 a y 9.13 a) entre la entrada de una conexión y la salida de una conexión posterior será como mínimo A metros (Tabla 9.3). Si no fuese posible obtener esta longitud, se dispondrá un carril de trenzado (Figuras 9.12 b y 9.13 b) entre la entrada (aceleración) y la salida (deceleración) consecutiva, cuya

longitud será como mínimo A metros (Tabla 9.3). Si no fuese posible alcanzar esta longitud, se dispondrá una vía colectora-distribuidora (Figuras 9.12 c y 9.13 c) siendo la distancia desde su salida de la vía principal a la primera conexión como mínimo B metros (Tabla 9.3). Igual distancia (Figuras 9.12 c y 9.13 c) se exigirá entre la última conexión a la vía colectora-distribuidora y su entrada a la vía principal.

- La distancia (Figuras 9.12 a y 9.13 a) entre dos salidas consecutivas correspondientes a conexiones será como mínimo C metros (Tabla 9.3). En el caso de que estas conexiones correspondan a ramales del mismo enlace, la distancia podrá reducirse hasta un valor mínimo de ciento veinticinco metros (≥ 125 m), aunque el valor B deducido de la Tabla 9.3 fuera mayor.
- La distancia (Figuras 9.12 a y 9.13 a) entre dos entradas consecutivas correspondientes a conexiones será como mínimo C metros (Tabla 9.3).
- La distancia (Figuras 9.12 a y 9.13 a) entre la salida de una conexión y la entrada de otra conexión posterior será como mínimo B metros (Tabla 9.3).

Si la entrada o la salida posterior en el sentido de la marcha correspondiera a un acceso se aplicarán las distancias indicadas en el epígrafe 9.5.1.

La Figura 9.12 muestra el esquema correspondiente a conexiones realizadas mediante carriles de cambio de velocidad y la Figura 9.13 el correspondiente a conexiones realizadas con cuñas de cambio de velocidad. En determinados casos, podrá producirse la combinación de estos dos tipos de elementos que se pueden utilizar en los movimientos de entrada y salida (Tabla 9.1).

TABLA 9.3

DISTANCIAS MÍNIMAS ENTRE CONEXIONES CON CARRETERAS CONVENCIONALES EN TRAMOS INTERURBANOS

CLASE DE CARRETERA CONVENCIONAL	IMD EN EL AÑO HORIZONTE	DISTANCIA MÍNIMA (m)		
		A	B	C
C-100	$\geq 5\ 000$	1 200	250	1 000
	$< 5\ 000$	500	125	500
C-90 y C-80	$\geq 5\ 000$	1 200	250	1 000
	$5\ 000 > \text{IMD} \geq 1\ 500$	500	125	500
	$< 1\ 500$	250	100	250
C-70 y C-60	Cualquiera	250	100	250
C-50 y C-40	Cualquiera	125	75	125

FIGURA 9.12

CONEXIONES CON CARRETERAS CONVENCIONALES
MEDIANTE CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD

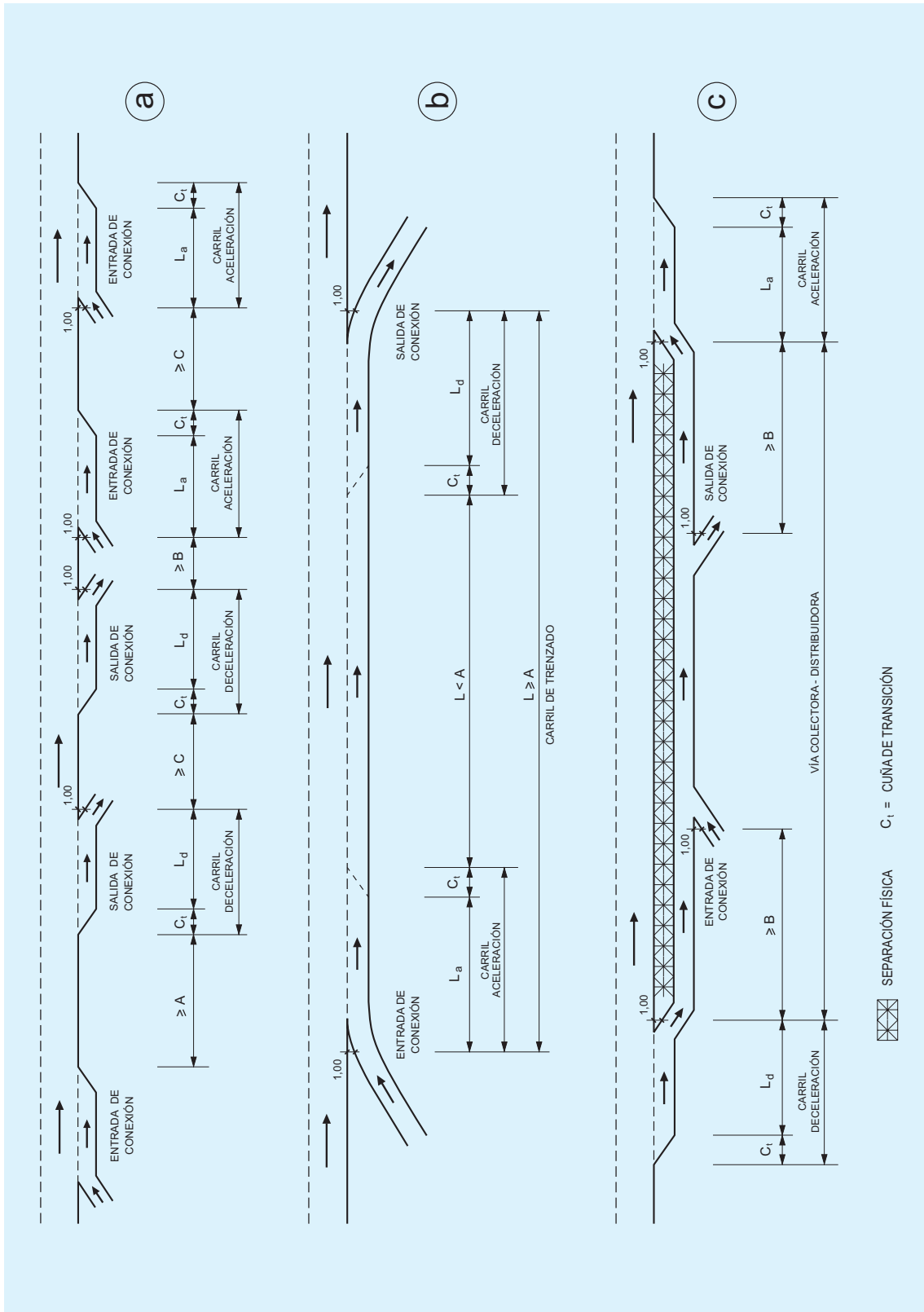
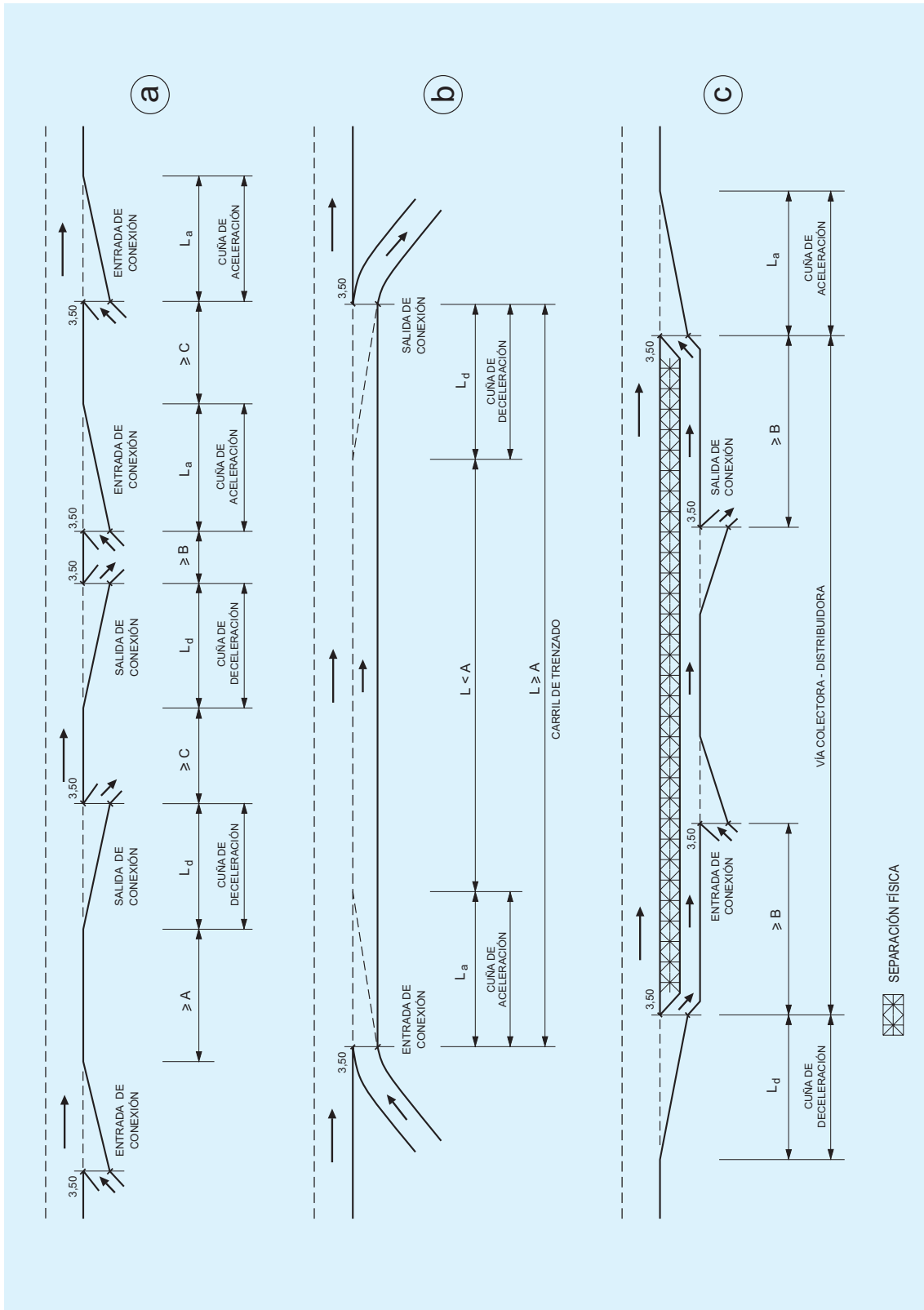


FIGURA 9.13
CONEXIONES CON CARRETERAS CONVENCIONALES
MEDIANTE CUÑAS DE CAMBIO DE VELOCIDAD



9.3.2.2 TRAMOS URBANOS, PERIURBANOS Y TRAVESÍAS

En tramos urbanos y periurbanos de carreteras convencionales las distancias mínimas entre una conexión y la conexión o el acceso más próximo (indicadas en las Figuras 9.12 y 9.13 y en la Tabla 9.3), serán iguales o superiores a la correspondiente visibilidad de parada del tramo y como mínimo sesenta metros ($\geq 60,00$ m) (no exigible en travesías).

En travesías de carreteras convencionales (con limitación de velocidad menor o igual que cincuenta kilómetros por hora (≤ 50 km/h)) se admitirá que las conexiones (o los accesos con viario urbano) no se materialicen con carriles o cuñas de cambio de velocidad sino con envolventes de giro (epígrafe 8.2.3), que podrán ser sustituidas por otros tipos de entradas o salidas que engloben a aquellas.

9.4 CONEXIONES DE VÍAS DE SERVICIO

Las conexiones de las vías de servicio con autopistas, autovías y carreteras multicarril cumplirán lo indicado en el apartado 9.2.

Las conexiones de vías de servicio con carreteras convencionales cumplirán:

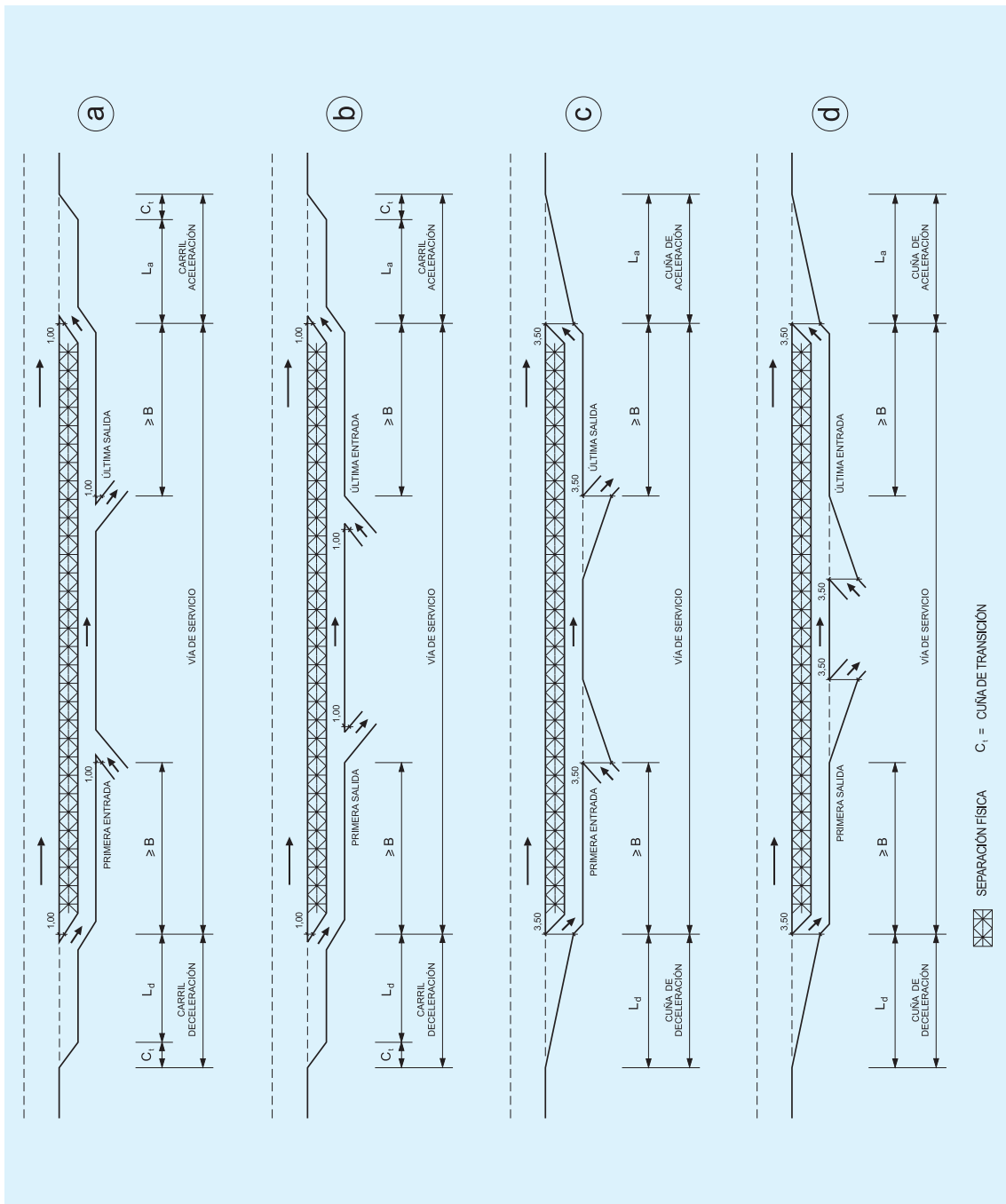
- La distancia entre la salida hacia una vía de servicio y la primera conexión o acceso (Figura 9.14) con dicha vía será como mínimo B metros (Tabla 9.3).
- La distancia entre la última conexión o acceso (Figura 9.14) con una vía de servicio y la entrada desde dicha vía será como mínimo B metros (Tabla 9.3).

Las conexiones con las vías de servicio cumplirán:

- La distancia mínima entre una conexión y la conexión o acceso más próximo será igual o superior a la distancia de parada del tramo y como mínimo sesenta metros ($\geq 60,00$ m).

Los elementos que materializarán las conexiones en vías de servicio se indican en la Tabla 9.1. En vías de servicio en tramos urbanos (y excepcionalmente periurbanos) con limitación de velocidad menor o igual que cincuenta kilómetros por hora (≤ 50 km/h) se admitirá que las conexiones puedan materializarse con envolventes de giro (epígrafe 8.2.3), que podrán ser sustituidas por otros tipos de entradas o salidas que engloben a aquellas. En estos tramos, la distancia mínima entre una conexión y la conexión o acceso más próximo será mayor o igual que la visibilidad de parada.

FIGURA 9.14
PRIMERA Y ÚLTIMA CONEXIÓN CON VÍAS DE SERVICIO EN CARRETERAS CONVENCIONALES



9.5 ACCESOS DIRECTOS EN CARRETERAS CONVENCIONALES Y VÍAS DE SERVICIO

Acceso directo, o simplemente acceso, en una carretera es la entrada o la salida a la misma desde o hacia cualquier vía o tramo que no tenga la consideración de carretera.

En un acceso, la incorporación de los vehículos hacia o desde la calzada se produce sin utilizar las conexiones con la carretera de otras vías que tengan dicha consideración.

Los accesos se clasifican en las siguientes categorías:

- Accesos de instalaciones de servicios.
- Accesos de explotaciones donde se desarrolle alguna actividad económica (industriales, comerciales, agrícolas, etc.), que genere importantes tráfico³⁶.
- Accesos de caminos agrícolas y otras vías públicas que no tengan consideración de carretera.
- Accesos de edificaciones residenciales aisladas o fincas sin una actividad económica que genere importantes tráfico.

El diseño de los accesos se basará en un estudio que justifique su demanda, estimando las correspondientes IMDs para un año horizonte y su composición. En dicho estudio se establecerá explícitamente el vehículo patrón (Anexo 3) que se adopta como característico para la elección de las dimensiones geométricas del acceso.

Los elementos para materializar los movimientos de entrada y salida en función de la velocidad de proyecto (V_p), de la IMD del tronco de la carretera en el año horizonte y de la categoría del acceso se indican en la Tabla 9.1.

Los accesos cumplirán los requisitos de trazado derivados de las siguientes condiciones generales:

- Existencia de las visibilidades requeridas (apartado 3.2).
- Diseño acorde a la intensidad de tráfico del acceso y al vehículo patrón característico.
- Consideración del entorno urbanístico de la carretera, a partir de la clasificación de la misma en tramo urbano, periurbano o interurbano.
- Existencia de distancias mínimas a otros accesos y a otras conexiones.
- Emplazamiento fuera de tramos con carriles adicionales.
- Sistema de drenaje adecuado de la zona de acceso, evitando la llegada a la calzada de aguas de escorrentía.

El acceso se proyectará con una inclinación longitudinal máxima del tres por ciento ($-3\% \leq i \leq +3\%$) en una longitud mayor o igual que veinticinco metros ($\geq 25,00$ m) medidos desde el borde de la calzada de la carretera a la que se accede. Las curvas de acuerdo vertical que se diseñen en la vía secundaria en la zona de entronque del acceso tendrán un parámetro (K_v) mayor o igual que cuatrocientos metros (≥ 400 m). Esto también será de aplicación cuando el acceso no sea inmediato (como puede ocurrir en instalaciones

³⁶ A efectos de esta Norma se entenderá que la actividad económica genera en el acceso importantes tráfico si su IMD es superior a treinta (> 30) vehículos/día o la intensidad de la hora punta es superior a cinco (> 5) vehículos/hora.

de servicio o propiedades directamente colindantes con la carretera o vía de servicio) y se disponga de un tramo de conexión.

9.5.1 ACCESOS EN CARRETERAS CONVENCIONALES

En carreteras convencionales no se proyectarán accesos en los que se permita el cruce de cualquier carril o de la propia calzada cuando el nivel de servicio se reduzca por la correspondiente actuación por debajo del especificado en la Tabla 7.1. Si esto se produjera se deberán realizar:

- En zona interurbana, a distinto nivel.
- En zona periurbana, a distinto nivel, si resulta necesario preservar la continuidad del itinerario. En caso contrario, la carretera deberá transformarse en carretera multicarril y los cruces podrán establecerse mediante glorietas.
- En zona urbana, deberá transformarse en carretera multicarril, siendo también admisible en los tramos de travesía la disposición de intersecciones reguladas por semáforos y su integración en el viario urbano, perdiendo la funcionalidad primitiva.

Las distancias mínimas entre un acceso a una carretera convencional y el acceso o conexión más próximo serán las distancias entre conexiones que se indican en la Tabla 9.3.

No obstante, en el caso de accesos de caminos agrícolas (y otras vías públicas que no tengan consideración de carretera), de edificaciones residenciales aisladas o de fincas sin una actividad económica que genere importantes tráfico en el mismo y con IMD menor que mil (< 1 000) vehículos/día, podrán emplearse valores menores de los incluidos en la Tabla 9.3, siempre que la incidencia en el nivel de servicio no sea significativa. En carreteras convencionales C-100 se podrá admitir: A = 250 m, B = 100 m y C = 250 m y en carreteras convencionales C-70 y C-60: A = 125 m, B = 75 m y C = 125 m.

Donde la distancia entre una entrada y la salida posterior sea inferior a quinientos metros (< 500 m) y para una IMD del tronco de la carretera mayor o igual que mil quinientos ($\geq 1\,500$) vehículos/día (carreteras convencionales C-70, C-60, C-50 y C-40) será necesario realizar además un estudio de tráfico que determine si es necesario establecer un trenzado entre ambas.

9.5.1.1 ACCESOS DE INSTALACIONES DE SERVICIOS

Son los correspondientes a instalaciones de titularidad privada que albergan estaciones de servicio y unidades de suministro (definidas como tales en la normativa específica), restaurantes, hoteles, talleres mecánicos, cafeterías y, en general, cuantas otras satisfagan necesidades de los usuarios de la carretera.

Entre el acceso de entrada y el de salida a una instalación de servicios se dispondrá una isleta de separación de la carretera con un ancho mayor o igual que tres metros y cincuenta centímetros ($\geq 3,50$ m) manteniéndose siempre el ancho del arcén de la carretera. Esta isleta, que no será transitable por los vehículos, se podrá destinar a zona verde y en sus límites se colocarán bordillos que, en la zona denominada nariz, serán montables. Las plantaciones de la isleta no impedirán la visibilidad de los vehículos que quieran incorporarse a la carretera.

En las entradas a una carretera convencional, si la IMD de la carretera a la que se accede es menor que mil quinientos ($< 1\ 500$) vehículos/día y la velocidad de proyecto (V_p) de la carretera es menor o igual que setenta kilómetros por hora (≤ 70 km/h), la cuña reducida para la entrada a dicha carretera podrá ser sustituida por una envolvente de giro o aproximaciones, cuando el acceso a la instalación no genere en el tramo afectado intensidades de tráfico elevadas, generalizadas o puntuales, ni incremente afecciones a la seguridad vial, a juicio del organismo titular de la carretera.

Para determinar las envolventes de giro en los accesos de instalaciones de servicios se considerará como vehículo patrón característico el autobús rígido.

9.5.1.2 ACCESOS DE EXPLOTACIONES DONDE SE DESARROLLEN ACTIVIDADES ECONÓMICAS QUE GENEREN IMPORTANTES TRÁFICOS

Son los correspondientes a edificaciones o predios, utilizados por una colectividad, o en los que se ubique un establecimiento destinado a la contratación de bienes o servicios, o fincas que sean objeto de una explotación económica de cualquier tipo y que generen importantes tráfico en dichos accesos. Cumplirán como mínimo las limitaciones indicadas en el epígrafe 9.5.1.1, con la salvedad de que el vehículo patrón característico deberá determinarse en función del tipo de actividad desarrollado y que no será obligatoria la implantación de la isleta de separación de la carretera.

9.5.1.3 ACCESOS DE CAMINOS AGRÍCOLAS Y OTRAS VÍAS PÚBLICAS SIN CONSIDERACIÓN DE CARRETERA

Son los correspondientes a una carretera convencional desde caminos agrícolas y otras vías públicas que no tengan consideración de carretera. Para una IMD de la carretera convencional comprendida entre mil quinientos ($\geq 1\ 500$) y tres mil ($< 3\ 000$) vehículos/día, la cuña reducida podrá ser sustituida por una envolvente de giro o aproximaciones, cuando el acceso a la instalación no genere en el tramo afectado intensidades de tráfico elevadas, generalizadas o puntuales, ni incremente afecciones a la seguridad vial, a juicio del organismo titular de la carretera.

9.5.1.4 ACCESOS DE EDIFICACIONES RESIDENCIALES AISLADAS O FINCAS SIN UNA ACTIVIDAD ECONÓMICA QUE GENERE IMPORTANTES TRÁFICOS

Son los correspondientes a una carretera convencional desde edificaciones residenciales aisladas o desde fincas sin una actividad económica que genere importantes tráfico en dichos accesos. Para una IMD comprendida entre mil quinientos ($\geq 1\ 500$) y tres mil ($< 3\ 000$) vehículos/día, la cuña reducida podrá ser sustituida por una envolvente de giro o aproximaciones, cuando el acceso a la instalación no genere en el tramo afectado intensidades de tráfico elevadas, generalizadas o puntuales, ni incremente afecciones a la seguridad vial, a juicio del organismo titular de la carretera.

Se procurará canalizar estos accesos mediante vías de servicio y, si por tratarse de un acceso aislado no resulta viable su construcción, se cumplirán, como mínimo, las limitaciones del epígrafe 9.5.1.3, con la salvedad de que el vehículo patrón característico será un turismo. Se justificará el posible acceso de un vehículo con mayores dimensiones.

9.5.2 ACCESOS EN VÍAS DE SERVICIO

La entrada o la salida de una carretera, incluido el viario urbano, a una vía de servicio de otra carretera tendrá la consideración de conexión.

Cuando la IMD de la vía de servicio a la que se accede sea inferior a tres mil ($< 3\ 000$) vehículos/día, la cuña reducida a disponer para la entrada a dicha vía de servicio desde caminos agrícolas (y otras vías públicas que no tengan consideración de carretera) o desde edificaciones residenciales aisladas o desde fincas sin actividad económica podrá ser sustituida por una envolvente de giro o aproximaciones.

En una vía de servicio el acceso de una instalación de servicios o de una explotación donde se desarrolle una actividad económica que genere importantes tráfico se dispondrá con las características descritas en el epígrafe 9.5.1.1.

La distancia mínima entre un acceso y el acceso o conexión más próxima será mayor o igual que la visibilidad de parada del tramo y como mínimo sesenta metros ($\geq 60,00$ m). En vías de servicio en tramos urbanos (y excepcionalmente periurbanos) con limitación de velocidad menor o igual que cincuenta kilómetros por hora (≤ 50 km/h) se admitirá que la distancia mínima entre un acceso y la conexión o acceso más próximo sea mayor o igual que la visibilidad de parada del tramo.

Estas distancias mínimas no serán exigibles entre accesos de caminos agrícolas (y otras vías públicas que no tengan consideración de carretera), de edificaciones residenciales aisladas o de fincas sin una actividad económica que genere importantes tráfico en el mismo si la velocidad de proyecto (V_p) de la vía de servicio es menor o igual que sesenta kilómetros por hora (≤ 60 km/h). En esos casos, se admitirá que la distancia mínima entre accesos inmediatos sea la necesaria para desarrollar la geometría completa de cada uno de ellos sin que se intercepten, en cuyo caso habrán de unificarse.

Se realizará un estudio para estimar la IMD para el año horizonte de veinte (20) años y la composición del tráfico, así como el establecimiento del vehículo patrón (Anexo 3) que se adopte como característico para la elección de las dimensiones geométricas del acceso.

9.6 LIMITACIONES EN TRAMOS CON CARRILES ADICIONALES, OTROS ELEMENTOS DE TRAZADO Y OBRAS CON SECCIONES TRANSVERSALES SINGULARES

Sin perjuicio de otras limitaciones más restrictivas, y salvo la debida justificación, se evitará disponer conexiones o accesos en los tramos del tronco de una carretera donde se hayan dispuesto los elementos de trazado y las obras con secciones transversales especiales siguientes:

- Elementos de transición de las condiciones de circulación y carriles adicionales (apartado 8.1, excepciones 9.6.1).
- Apartaderos.
- Paradas de vehículos de transporte colectivo.
- Lechos de frenado.
- Túneles.

- Soterramientos.
- Cubrimientos.
- Obras de paso.

Estas limitaciones se aplicarán:

- En carreteras de calzadas separadas, a la calzada donde exista alguno de estos elementos.
- En carreteras convencionales, al sentido de circulación afectado por la existencia de dichos elementos. En carriles centrales para maniobras de giro a la izquierda se considerará que ambos sentidos de circulación se ven afectados por este tipo de carriles adicionales.

Las condiciones para disponer conexiones o accesos en tramos contiguos (anteriores o posteriores) a alguno de los elementos anteriormente citados se especifican en los epígrafes 9.6.1 a 9.6.4. Se considerarán tramos contiguos aquellos cuyas longitudes mínimas se establecen en la Tabla 9.4 definidas en función de la velocidad de proyecto (V_p) del tramo.

Se evitará disponer conexiones o accesos en las vías de entrada y salida a una calzada anular en una longitud, medida desde el perímetro exterior de dicha calzada, menor que la establecida en la Tabla 9.4, en función de la velocidad de proyecto (V_p) de las vías de entrada o de salida.

TABLA 9.4

VELOCIDAD DE PROYECTO (V_p) (km/h)	LONGITUD / DISTANCIA MÍNIMA (m)
140, 130, 120, 110, 100, 90 y 80	250
70 y 60	125
50 y 40	75

9.6.1 ELEMENTOS DE TRANSICIÓN DE LAS CONDICIONES DE CIRCULACIÓN Y CARRILES ADICIONALES

A los efectos de determinar las distancias mínimas entre el inicio o el final de un elemento de transición de las condiciones de circulación o un carril adicional (apartado 8.1) y las secciones características iniciales o finales de otras conexiones o accesos, se considerarán las distancias exigibles a conexiones reflejadas en este capítulo, salvo que el carril adicional esté generado por un acceso (carriles de cambio de velocidad para entrada y para salida de un acceso) donde serán de aplicación las distancias relativas a accesos. También se considerarán estas distancias con respecto a otros elementos de trazado como pueden ser otros elementos de transición o carriles adicionales distintos respecto a los que se miden distancias, los túneles, las obras de paso, los apartaderos, las paradas de vehículos de transporte colectivo y los lechos de frenado.

Se podrán proyectar conexiones y accesos, previa justificación, en carriles adicionales en rampa y pendiente (solo para circulación lenta) y en carriles de uso

preferente para vehículos de transporte colectivo. En estos supuestos, deberá cumplirse que la distancia mínima entre el final de la cuña de transición situada al inicio del carril adicional (o el comienzo de la cuña de transición situada al final del mismo) y la sección característica más próxima de la conexión o el acceso sea la indicada en la Tabla 9.4.

En plataformas o carriles especializados de uso exclusivo, también se podrán establecer, justificadamente, conexiones para los vehículos autorizados, debiendo exigirse las distancias incluidas en la Tabla 9.4.

9.6.2 APARTADEROS, PARADAS DE VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO (BUS) Y LECHOS DE FRENADO

A los efectos de aplicar limitaciones de distancias entre conexiones o accesos y apartaderos, paradas de vehículos de transporte colectivo y lechos de frenado, se considerarán estos elementos como accesos, con las siguientes salvedades:

- El lecho de frenado se tratará como un acceso sólo de salida.
- Las distancias exigidas para accesos se aplicarán a carreteras convencionales y a vías de servicio.
- En carreteras multicarril, las distancias a exigir entre dos de estos elementos (ya sean apartadero, parada o lecho de frenado) o entre uno de estos elementos y la conexión más próxima serán las que corresponderían a una carretera convencional de la misma velocidad de proyecto (V_p).
- En autopistas y autovías, salvo justificación en contrario, las distancias entre apartaderos y lechos de frenado será mayor o igual que doscientos cincuenta metros (≥ 250 m).

9.6.3 TÚNELES, SOTERRAMIENTOS Y CUBRIMIENTOS

No se dispondrán, en general, conexiones (o accesos si procediese por la clase de carretera) antes del inicio y después del final de un túnel a distancias inferiores a las indicadas en la Tabla 3.4³⁷. Las distancias al inicio o final del túnel se medirán desde la sección característica más próxima de la conexión o del acceso. En cada caso deberán considerarse las velocidades de proyecto (V_p) de los tramos anterior y posterior al túnel debiendo comprobarse que se cumple lo especificado en el apartado 3.2 sobre visibilidad.

Si determinadas circunstancias impidiesen que puedan respetarse estas distancias, se podrán establecer, justificadamente, conexiones (en ningún caso accesos) a menores distancias del inicio y final de un túnel (Tabla 3.4), si se cumplen las siguientes condiciones:

- Si se dispone una entrada antes del inicio (según el sentido de la marcha) el carril de aceleración (cuya longitud se obtendrá de la Tabla 8.2) se prolongará dentro del túnel, disponiéndose una longitud mayor o igual que la indicada en la Tabla 3.4 después del final del túnel. Posteriormente se dispondrá una cuña de transición (Tabla 8.1) para la velocidad de proyecto (V_p) del tramo posterior al túnel.

37 La Tabla 3.4, que corresponde a la distancia de decisión, establece la distancia recorrida en diez segundos (10 s) a la velocidad de proyecto (V_p).

- Si se dispone una salida después del final (según el sentido de la marcha) el carril de deceleración (cuya longitud se obtendrá de la Tabla 8.2) se prolongará dentro del túnel, disponiéndose una longitud mayor o igual a la indicada en la Tabla 3.4 antes del inicio del túnel. Previamente se dispondrá una cuña de transición (Tabla 8.1) para la velocidad de proyecto (V_p) del tramo anterior al túnel.

En todo caso, cualquier conexión o acceso que se disponga antes del inicio o después del final de un túnel deberá ser compatible con la señalización vertical (fija o variable).

La posibilidad de conexiones en el interior de un túnel será restringida a tramos urbanos y periurbanos, requiriendo una justificación de la viabilidad de su señalización y de su efecto sobre el nivel de servicio de la carretera.

Las limitaciones y condiciones anteriores serán de aplicación a soterramientos y cubrimientos.

Las anteriores condiciones se exigirán también en el caso de modificar el número de carriles básicos y adicionales del tronco, salvo para los generados por accesos, que se tratarán como tales.

9.6.4 OBRAS DE PASO DE SECCIÓN TRANSVERSAL REDUCIDA

En el caso de obras de paso de longitud mayor o igual que cien metros (≥ 100 m) y de sección transversal reducida respecto de la existente en los tramos contiguos, se evitará disponer conexiones (en ningún caso accesos) en una distancia, medida desde las secciones inicial o final de dicha obra de paso, inferior a la que resulte de la aplicación de la Tabla 9.4.

Si a pesar de ello fuese necesario proyectar en los tramos contiguos a las citadas obras una conexión (en ningún caso accesos) a una distancia de la obra de paso inferior a la que resulte de la aplicación de la Tabla 9.4, el carril de cambio de velocidad correspondiente se prolongará como carril adicional a lo largo de la obra de paso hasta una distancia de dicha obra de paso mayor o igual que la indicada en la Tabla 9.4. Adicionalmente se dispondrán las cuñas de transición (Tabla 8.1) correspondientes.

Si la mencionada obra de paso de sección transversal reducida se sitúa en un tramo urbano o periurbano, y no fuese posible cumplir las anteriores condiciones, la única limitación será que no se dispongan conexiones (en ningún caso accesos) en la longitud de transición de la sección transversal.

En obras de paso de longitud menor que cien metros (< 100 m) y de sección transversal reducida respecto de la existente en los tramos contiguos se aplicarán también las anteriores condiciones.

En todo caso no se dispondrán nuevas conexiones o nuevos accesos cuya señalización no pueda realizarse por la existencia de la propia obra de paso.

10.1 GENERALIDADES

Se denomina nudo a la zona en la que existe cualquier tipo de concurrencia espacial de dos o más vías que implique la posibilidad de pasar de una a las otras. Incluye los ramales de enlace, las vías de giro y, eventualmente, las intersecciones para pasar de una carretera a otra.

Se clasifican en:

- **Intersecciones**, cuando todos los movimientos se realicen al mismo nivel.
- **Enlaces**, cuando al menos un (1) movimiento se realice a distinto nivel.

En autopistas y autovías solo se proyectarán enlaces; en el resto de carreteras la selección inicial entre intersección y enlace se confirmará con el correspondiente estudio.

Deberán analizarse las condiciones de explotación de los nudos, distinguiendo entre:

- Circunstancias ordinarias, en las que los vehículos circularían sin salirse de los carriles básicos o adicionales. Las circunstancias ordinarias corresponden a la circulación de vehículos con las dimensiones del vehículo patrón característico del nudo.
- Circunstancias extraordinarias, en las que los vehículos circularían ocupando total o parcialmente los arcenes y las isletas montables, debiéndose incluir en el proyecto el diseño de la pertinente señalización que lo permita. Las circunstancias extraordinarias corresponden a la circulación de vehículos de mayores dimensiones que las del vehículo patrón característico para los elementos del nudo que lo requieran.

Se garantizará la existencia en todas las calzadas (ramales de enlace, vías de giro, vías colectoras-distribuidoras, etc.) de las visibilidades requeridas y, en todo caso, de la visibilidad de parada.

Salvo que se realice un estudio específico, los vehículos patrón característicos que determinarán el diseño geométrico mínimo de los nudos serán los definidos en las Tablas 10.1 y 10.2. En esta última tabla se establecen las posibles situaciones de circulación de vehículos, en función del número de carriles de la calzada anular y de la existencia o inexistencia de dichos vehículos, lo que puede condicionar las circunstancias de explotación de las glorietas. En los tramos urbanos y periurbanos se tendrá en cuenta, además, la posible existencia de autobuses articulados (Anexo 3).

TABLA 10.1

VEHÍCULOS PATRÓN CARACTERÍSTICOS EN NUDOS (EXCEPTO EN GLORIETAS)

CIRCUNSTANCIAS DE LA EXPLOTACIÓN		ORDINARIAS
AUTOPISTAS Y AUTOVÍAS	Enlaces entre autopistas y/o autovías	Tren de carretera
	Enlaces en autopistas y/o autovías que permiten el cambio de sentido o que conectan con carreteras convencionales con accesos a núcleos industriales o comerciales	
	Intersecciones que forman parte de un enlace en autopistas y/o autovías en otras circunstancias	Vehículo articulado
CARRETERAS CONVENCIONALES Y MULTICARRIL	Enlaces	Vehículo articulado
	Intersecciones en C-100, C-90 y C-80	Vehículo articulado
	Intersecciones en C-70, C-60, C-50 y C-40	Camión ligero
	Accesos	Según la función a desempeñar por las vías que se conectan

TABLA 10.2

VEHÍCULOS PATRÓN CARACTERÍSTICOS EN GLORIETAS

CIRCUNSTANCIAS DE LA EXPLOTACIÓN		ORDINARIAS	
CALZADA ANULAR DE UN CARRIL (Situación I)	Inexistencia de vehículos pesados	Furgón	
	Proporción significativa de vehículos pesados, que no sean autobuses	Vehículo articulado	
	Proporción significativa de autobuses	Autobús rígido	
CALZADA ANULAR DE DOS CARRILES	Inexistencia de vehículos pesados (Situación II)	2 turismos simultáneamente	
	Intensidad significativa de vehículos pesados	Inexistencia de autobuses (Situación III)	Vehículo articulado + turismo (simultáneamente)
		Existencia de autobuses (Situación IV)	Autobús rígido + turismo (simultáneamente)

10.2 CONCEPCIÓN Y ELECCIÓN DE UN NUDO

En la concepción de un nudo se deberá tener en cuenta:

- Consideración del nudo como perteneciente a un sistema dentro de la red viaria, evitando configuraciones complejas y atípicas, que representen falta de uniformidad en los itinerarios.
- Ordenación de la circulación y muy especialmente de la señalización, que deberán ser tenidas en cuenta desde la etapa inicial del diseño.
- Evolución temporal (entorno y demanda), para que no se impida su posible y futuro acondicionamiento.
- Condicionantes debidos a movilidad, accesibilidad, seguridad de la circulación, medioambiente y coste.
- Factores, criterios y parámetros de diseño que proporcionan, para cada clase de carretera, un adecuado nivel de servicio.
- Capacidad y nivel de servicio de todos los elementos del nudo en distintos escenarios posibles (presentes y futuros), considerando aceptable el nivel C en el año horizonte y excepcionalmente el nivel D.
- Interacciones entre vehículos, considerando su tipo, puntos de conflicto, elementos que definan zonas no destinadas a la circulación, ordenación de la circulación especialmente en cruces, así como las conexiones y los accesos.
- Elección del vehículo patrón característico, considerando:
 - o Condiciones de explotación en circunstancias ordinarias y extraordinarias según la clase de las carreteras concurrentes.
 - o Función en la red viaria correspondiente.
 - o Radio mínimo de giro de la trayectoria del centro de su eje director delantero a velocidades de maniobra y moderada (para definir los bordes de la calzada, que se referirán a su centro para velocidades normales).
- Acomodación, limitaciones y comportamiento de usuarios especiales:
 - o Vehículos de transporte colectivo.
 - o Usuarios vulnerables, en especial motociclistas, ciclistas y peatones.
 - o Usuarios no habituales o relativamente inexpertos.
- Preservación o mejora de las características de trazado de los movimientos de paso, debiendo ser claramente perceptible la continuidad del itinerario y manteniendo el nivel de servicio en los tramos afectados por la perturbación presencial del nudo. Para ello se deberá:
 - o Favorecer su percepción por los conductores.
 - o Cruzar las demás trayectorias con el número de carriles básicos necesarios, justificando adecuadamente su posible incremento donde haya cambios significativos en la intensidad de tráfico.

- o Equilibrar el número de carriles de las vías que concurren en el nudo y de las vías de giro o ramales de enlace que conecten.
- Resolución de las maniobras de giro a la derecha y a la izquierda eligiendo configuraciones que evidencien los movimientos permitidos y dificulten los movimientos prohibidos.

Para elegir el tipo de nudo a proyectar, se deberán seguir los siguientes pasos:

- 1º Seleccionar las morfologías funcionalmente viables, que serán enjuiciadas a través de las ventajas e inconvenientes de cada tipo de nudo aplicando criterios referentes a la clase de carretera, a la ordenación de los cruces, a la capacidad y a los niveles de servicio.
- 2º Realizar un dimensionamiento previo de las soluciones posibles, llevando a cabo para cada una de ellas un análisis funcional y un estudio de la viabilidad de su señalización.

El análisis funcional deberá estudiar:

- Capacidad y nivel de servicio.
 - Aspectos relacionados con el diseño, sus características y la coherencia del mismo.
 - Facilidad o dificultad de su explotación.
 - Continuidad de itinerarios.
 - Ensayo de cada ruta aislando las trayectorias posibles.
 - Aspectos relacionados con la iluminación (en su caso).
- 3º Realizar un estudio detallado de las soluciones seleccionadas anteriormente desde el punto de vista de la seguridad, del coste y del impacto ambiental.
 - 4º Determinar la solución más ventajosa.

10.3 DELIMITACIÓN FÍSICA, ZONAS DE INFLUENCIA Y CENTROS DE UN NUDO

Para conocer y tener en cuenta cómo y dónde influyen las características de un nudo, se deberá realizar su delimitación física y definir sus zonas de influencia y sus centros.

La delimitación física del nudo (Figura 10.1) se definirá:

- En carreteras de calzadas separadas para cada calzada:
 - o Por la sección característica de ancho nulo del carril de cambio de velocidad inicial del nudo.
 - o Por la sección característica de ancho nulo del carril de cambio de velocidad final del nudo.
 - o Por la sección característica de ancho nulo del carril de convergencia o divergencia si el estudio de tráfico y, en especial, el de los niveles de servicio exige aumentar la longitud del carril de cambio de velocidad.

- En carreteras convencionales:
 - o Por la sección característica de ancho nulo inicial o final del primer carril o cuña de cambio de velocidad que exista en cualquiera de los carriles de la calzada.

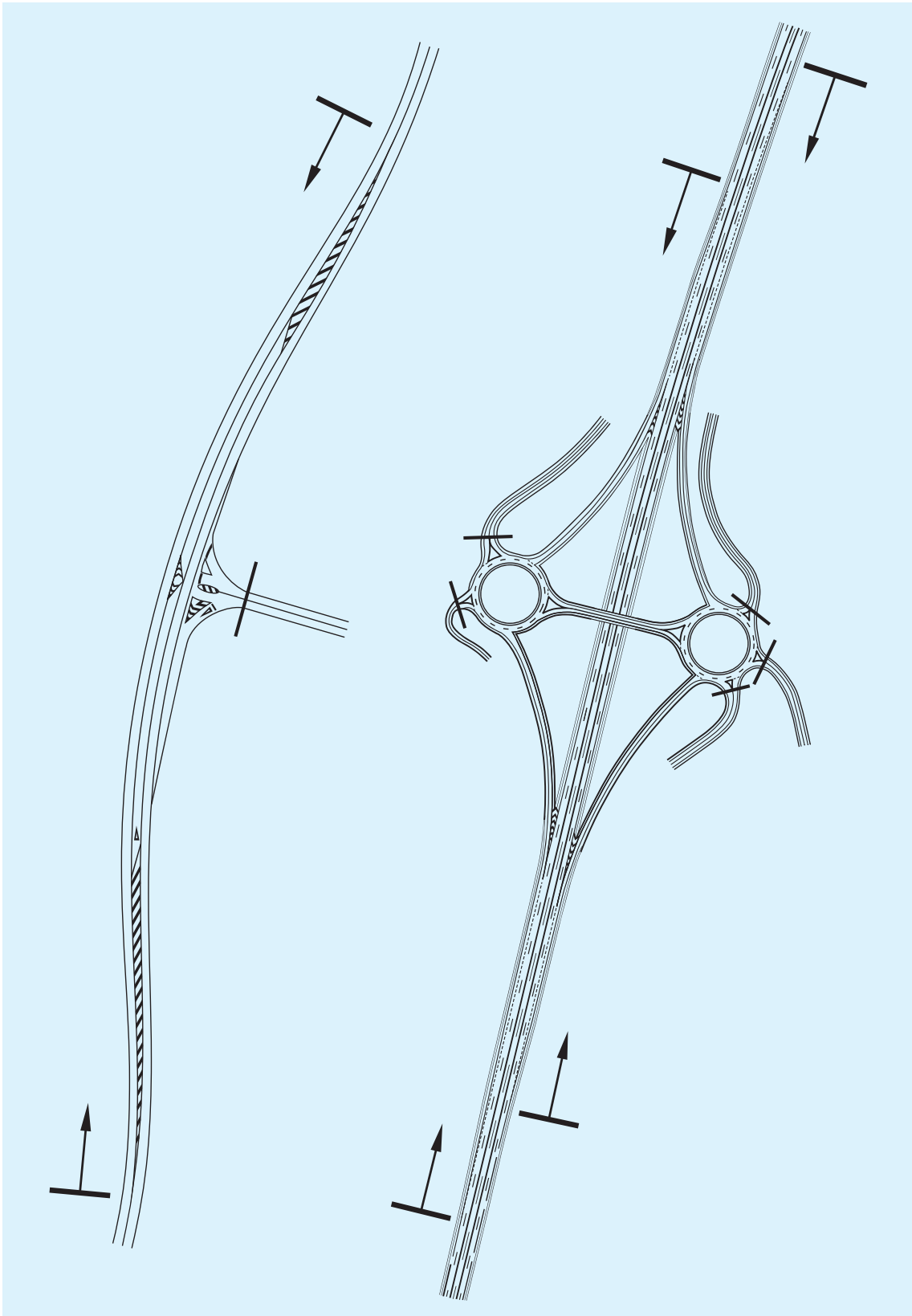
Las zonas de influencia de un nudo se situarán:

- En carreteras de calzadas separadas para cada calzada:
 - o En la sección ubicada a doscientos cincuenta metros (250 m) de la sección característica inicial del carril de cambio de velocidad inicial del enlace.
 - o En la sección ubicada a doscientos cincuenta metros (250 m) de la sección característica final del carril de cambio de velocidad final del enlace.
 - o En la sección ubicada a doscientos cincuenta metros (250 m) del carril de convergencia o divergencia si el estudio de tráfico y, en especial, el de los niveles de servicio exige aumentar la longitud del carril de cambio de velocidad.
- En carreteras convencionales:
 - o En la sección ubicada a doscientos cincuenta metros (250 m) de la sección característica de ancho nulo inicial o final del primer o último carril o cuña de cambio de velocidad que exista en cualquiera de los carriles de la calzada.

Las zonas de influencia elementales de convergencias, divergencias y trenzados se indican en la Figura 10.2.

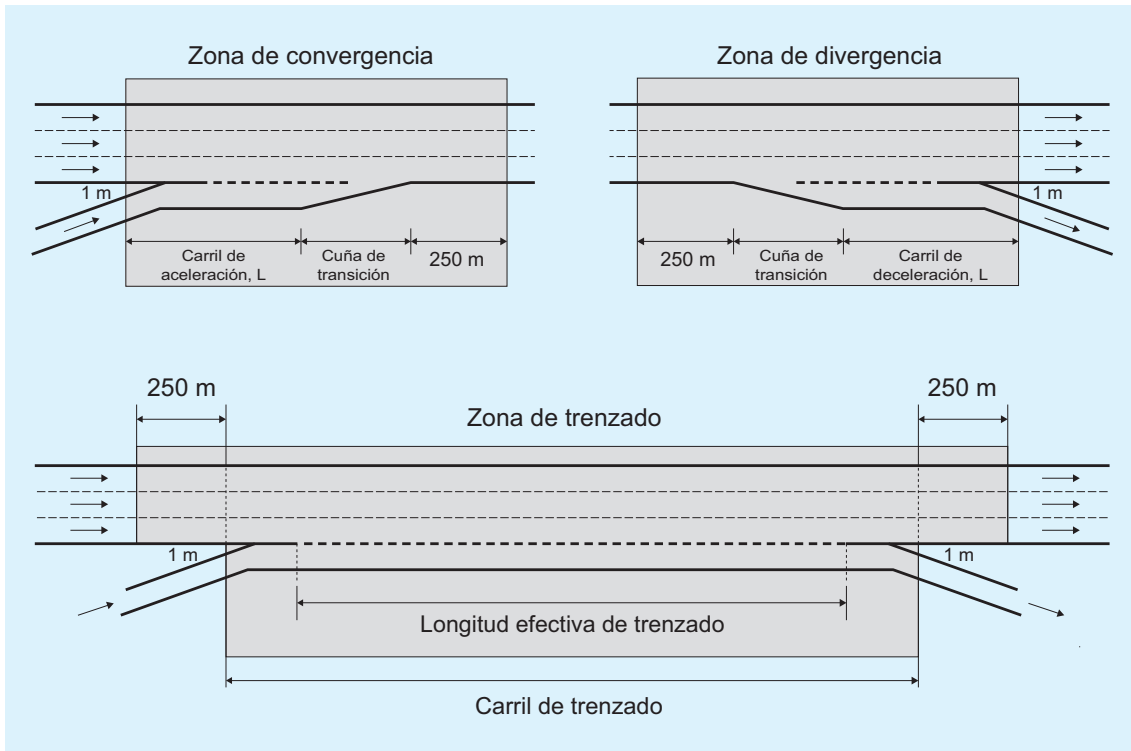
El centro del nudo, para cada calzada, se situará en el punto medio del segmento definido por los extremos exteriores de las zonas de influencia de dicha calzada.

FIGURA 10.1
DELIMITACIÓN FÍSICA DE UN NUDO



La sección característica (SC) para delimitar el nudo se define, para las intersecciones, en las Figuras 8.4 y 8.5.

FIGURA 10.2
DELIMITACIÓN DE LAS ZONAS DE INFLUENCIA ELEMENTALES



10.4 TRAZADO DEL NUDO

Se exponen en este apartado aspectos comunes para el diseño de cualquier tipo de nudo al margen de los aspectos específicos de cada uno de ellos, que serán definidos individualmente en los apartados 10.5, 10.6 y 10.7.

Se hará referencia, no obstante, a determinados elementos específicos de cada tipo de nudo: vías de giro en las intersecciones y ramales en los enlaces, considerando, separadamente, las singularidades de las glorietas.

Los elementos que constituyen un nudo, así como las vías que concurren en él, deberán cumplir las exigencias de visibilidad indicadas en el apartado 3.2.

10.4.1 TRAYECTORIAS

Cuando la velocidad de proyecto (V_p) sea menor o igual que cincuenta kilómetros por hora (≤ 50 km/h) las alineaciones del trazado en planta se referirán a la trayectoria del centro del eje director delantero del vehículo patrón característico (Tablas 10.1 y 10.2) y a partir de ella se obtendrán los bordes del carril, definiendo el espacio barrido por dicho vehículo y estableciendo una holgura: la esquina delantera exterior y la rueda o la esquina trasera interior no pasarán a menos de cincuenta centímetros (≥ 50 cm) de dichos bordes, con un mínimo absoluto de treinta centímetros (≥ 30 cm).

Este procedimiento se podrá utilizar asimismo en carreteras con velocidad de proyecto (V_p) mayor que cincuenta kilómetros por hora (> 50 km/h) y cuando se necesite un grado de precisión elevado.

El sobreancho en curvas de los carriles no se obtendrá, en ningún caso, disminuyendo el ancho de los arcenes.

El caso particular de las glorietas se trata en el apartado 10.6.

10.4.2 EMPLAZAMIENTO

Los nudos se deberán disponer, preferentemente, en alineaciones rectas, evitándose así problemas de visibilidad, orientación, conflictividad a nivel, configuración del peralte y señalización.

10.4.3 TRAZADO EN PLANTA

Las condiciones que cumplirá el trazado en planta de los elementos que constituyen un nudo son:

- La ley de variación de la curvatura con el recorrido será lo más regular posible.
- En trayectorias que no tengan inflexiones, la planta constará de una (1) circunferencia con curvas de acuerdo, simétricas o no.
- En trayectorias que tengan inflexiones, la planta constará de una sucesión de curvas en S con curvas de acuerdo, simétricas o no.
- Las curvas en planta de radio mínimo al final de pendientes muy inclinadas serán objeto de un estudio especial. Se considerará pendiente muy inclinada aquella en la que los valores de la inclinación sobrepasen los correspondientes a las inclinaciones máximas que para carreteras convencionales se indican en el epígrafe 5.2.1.
- En los extremos de las vías de giro y de los ramales de enlace, la pendiente transversal deberá ser tal que la calzada correspondiente sea prolongación de la adyacente de la que se separa o a la que se acerca.
- El peralte en los ramales de enlace cumplirá las condiciones impuestas en el epígrafe 4.3.3 para las carreteras convencionales.
- El peralte en las vías de giro canalizadas cumplirá los valores de la Tabla 10.3.
- Se procurará que el peralte en las vías de giro no canalizadas no exceda del dos por ciento (≥ 2 %) debiéndose efectuar un estudio tridimensional.
- Se dispondrán, en general, curvas de acuerdo entre las curvas circulares y las alineaciones contiguas, con los parámetros correspondientes a la velocidad a la que se recorre la trayectoria y su radio. Si no fuese posible se analizarán otras combinaciones descritas en el Anexo 4. Se estudiará el peralte en las zonas no afectadas por la contigüidad de la calzada adyacente.

TABLA 10.3
PERALTE EN VÍAS DE GIRO CANALIZADAS

RADIO (m)	PERALTE (%)
$R \leq 30$	2
$30 < R < 50$	$\frac{R-22}{4}$
$R \geq 50$	7

10.4.4 TRAZADO EN ALZADO

Salvo limitaciones más restrictivas relativas al tipo de nudo, la inclinación de la rasante de cualquiera de las vías que concurren en un nudo no será mayor que el siete por ciento ($\neq 7\%$). Cuando los vehículos tengan que detenerse por perder la prioridad, se procurará que dicha inclinación se limite al tres por ciento ($\leq 3\%$) en los veinticinco metros (25 m) anteriores a la zona de posible detención. Estos valores podrán ser superados en carreteras de montaña, en carreteras que discurren por espacios naturales de elevado interés ambiental o de acusada fragilidad y en otras carreteras cuyo coste sea desproporcionado.

En general y salvo justificación en contrario, se mantendrá la rasante de la vía prioritaria y se ajustará la de la no prioritaria para acoplarse a la plataforma de aquella, sin reducir la visibilidad. Será admisible una variación pequeña de la pendiente transversal de la vía prioritaria (0,5 - 3 %) para mejorar la rasante de la vía no prioritaria, cuando no se afecte al drenaje superficial y a la comodidad de la circulación.

10.4.5 COORDINACIÓN PLANTA-ALZADO

La combinación del trazado en planta con el trazado en alzado en las zonas de influencia de un nudo y dentro del mismo deberá corresponder a unas trayectorias, materializadas en carriles, que deberán ser:

- Visibles con suficiente antelación.
- Perceptibles para la toma de decisión.
- Consistentes con los tramos contiguos.

El diseño de las vías que concurren en el nudo no se hará considerando simultáneamente parámetros mínimos en planta y alzado.

Se deberá realizar una simulación del trazado obtenido a través de las diferentes trayectorias posibles en el nudo para comprobar la coordinación entre elementos y, en particular, la percepción por el conductor de la señalización.

10.4.6 SECCIÓN TRANSVERSAL

El ancho de los ramales de enlace cumplirá los valores indicados en la Tabla 7.1 con las siguientes puntualizaciones adicionales:

- Ramales de enlace de sentido único:
 - o Ancho del carril en ramal de un carril: Cuatro metros (4,00 m) y, en curvas, tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) más el sobreancho correspondiente con un valor mínimo de cuatro metros ($\geq 4,00$ m).
 - o Ancho del carril en ramal de dos carriles: Tres metros y cincuenta centímetros (3,50 m) y, en curvas, dicho ancho más el sobreancho correspondiente.
- Ramales de enlace de doble sentido:
 - o Ancho de los arcenes: Mínimo, el correspondiente al mayor de los arcenes de las carreteras que concurren en el enlace.
 - o Si se separaran ambos sentidos por un sistema de contención de vehículos, la sección mínima será la correspondiente a las secciones de los dos ramales de sentido único con la mediana necesaria para la implantación del citado sistema de contención de vehículos.

Para definir el ancho de las vías de giro se seguirán los criterios establecidos para los ramales de enlace en lo que le sea de aplicación.

El ancho de la plataforma de los ramales de enlace y de las vías de giro, excepto en aquellas con isletas contiguas franqueables por los vehículos, deberá ser suficiente para que el vehículo patrón característico pueda rebasar a otro igual detenido junto a su borde derecho (en el sentido de la circulación y ocupando el arcén), dejando un resguardo entre ambos no menor que treinta centímetros ($\nless 30$ cm).

El diseño de una plataforma de dos carriles se justificará por criterios de capacidad, teniendo también en cuenta los ramales de enlace y las vías de giro en intersecciones que puedan almacenar vehículos por retención en su parte final. Si un ramal de un carril se considerase largo³⁸ deberá estudiarse, además, la posibilidad de adelantamiento diseñándose, si fuese necesario y posible, un carril adicional (apartado 8.7) para dicha maniobra.

Si el vehículo patrón característico es de grandes dimensiones y el radio es pequeño, el sobreancho en curvas puede exigir un ancho de carril mayor o igual que seis metros ($\geq 6,00$ m) pudiendo ser erróneamente percibida la calzada como si tuviera dos carriles. En este caso y para evitar este efecto, se deberá reconsiderar el trazado en planta. Esta situación se puede presentar también en las calzadas anulares de las glorietas.

38 Habitualmente más de quinientos metros (> 500 m).

10.5 INTERSECCIONES

10.5.1 GENERALIDADES

Intersección es el nudo viario en el que todos los movimientos se realizan en el mismo plano, y ninguna trayectoria cruza a otra a distinto nivel. Incluye las vías de giro y, eventualmente, otras vías para pasar de una carretera a otra.

En una intersección, vía de giro es la vía o carretera que une otras dos que concurren en ella.

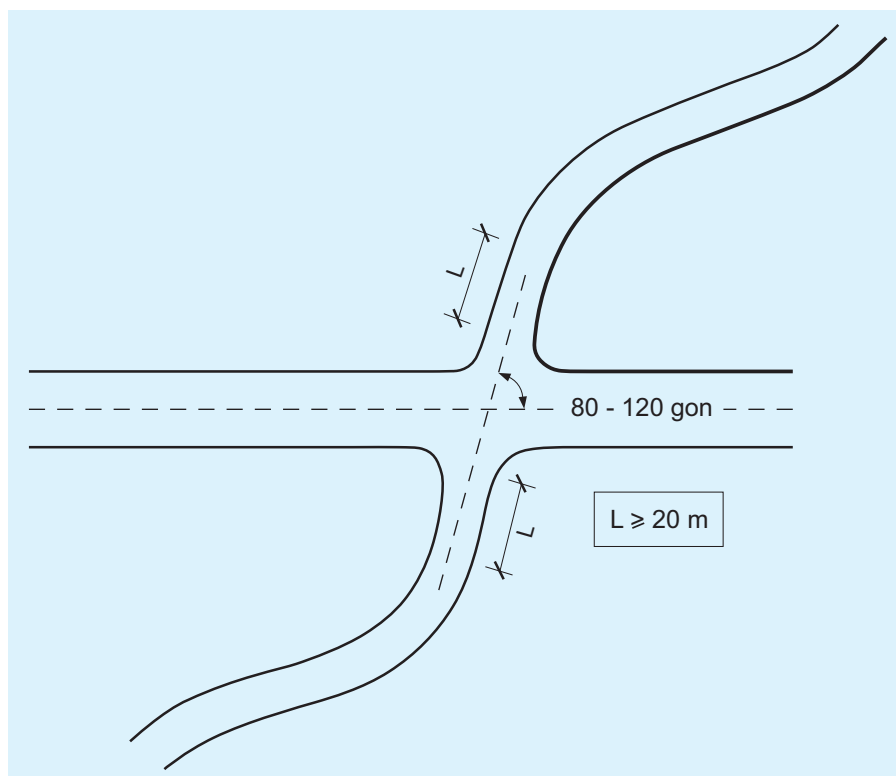
10.5.2 PLANTA

Las vías concurrentes en una intersección se cruzarán, en lo posible, con un ángulo lo más próximo a uno recto, para mejorar las condiciones de decisión de la maniobra correspondiente y reducir el tiempo para atravesar otra trayectoria.

A veces puede resultar necesario (incluso ventajoso) disponer el cruce con un esviaje (para favorecer el movimiento de giro más intenso) entre ochenta (80) y ciento veinte (120) gonios pero, en ningún caso, fuera del intervalo entre sesenta y cinco (65) y ciento treinta y cinco (135) gonios (Figura 10.4).

Las alineaciones curvas de las vías secundarias (Figura 10.4) deberán situarse a una distancia mayor o igual que veinte metros ($\geq 20,00$ m) de la zona común de la calzada.

FIGURA 10.4



Cuando la IMD de algún movimiento de las vías que concurren en una intersección sea superior a trescientos vehículos/día (> 300 veh/día) la intersección estará canalizada.

10.5.3 ALZADO

Las rasantes de las vías que concurren en una intersección deberán tener la menor inclinación posible, siempre que sea compatible con el drenaje superficial.

Los acuerdos verticales no se iniciarán a menos de veinte metros ($\nless 20$ m) de la zona común de calzada (Figura 10.4). Esta distancia se puede reducir en el caso de intersecciones no canalizadas.

10.5.4 INTERSECCIONES DE VÍAS CICLISTAS CON CARRETERAS

Las vías ciclistas no podrán tener intersecciones con autopistas, autovías ni con sus ramales de enlace y vías colectoras-distribuidoras. Tampoco podrán intersectar con las carreteras multicarril (excepto en intersecciones reguladas por semáforos). En las intersecciones con carreteras convencionales las vías ciclistas no tendrán prioridad de paso.

En su proyección se deberán cumplir las siguientes condiciones:

- Existencia de visibilidades de parada y cruce recíprocas.
- Recorrido mínimo de los ciclistas en el trazado en planta de la intersección.
- Disposición, en su caso, de refugios de espera con una longitud mayor o igual que dos metros ($\geq 2,00$ m).
- Señalización específica.
- Pavimento diferenciado de la vía ciclista en las inmediaciones de la intersección.

10.6 INTERSECCIONES TIPO GLORIETA

10.6.1 GENERALIDADES

La glorieta es un tipo de intersección constituida por una calzada anular (generalmente circular) con sentido de circulación único y prioritario, en la que las conexiones o los accesos a las vías que concurren son interdependientes.

La inserción, maniobra base del funcionamiento de las glorietas, es una forma especial de convergencia en la que un vehículo, a partir del reposo o a una velocidad muy baja, que pretende entrar en la calzada anular, debe esperar a que haya un hueco en una corriente de tráfico que circula a baja velocidad.

En el diseño de las calzadas anulares y de sus vías de acceso no serán de aplicación las reglas de diseño establecidas en los capítulos 4, 5 y 7.

No funcionan como glorietas, aunque tengan la apariencia de tales, algunos tipos frecuentes de nudo viario como los siguientes:

- Las glorietas cuyas entradas a la calzada anular están controladas por semáforos.
- Las glorietas en hipódromo³⁹, cuya calzada anular tiene una forma alargada que presenta dos lados opuestos rectos, sensiblemente paralelos.

³⁹ Con longitudes de tramo recto mayor o igual que veinte metros (≥ 20 m).

- Las glorietas partidas, cuya isleta central es atravesada por una calzada que sirve a los movimientos de paso entre dos viales opuestos, las cuales conforman un itinerario prioritario.
- Las calzadas colectoras-distribuidoras anulares de sentido único y prioritario, de gran tamaño, que conectan diversas carreteras, viales, ramales o vías de servicio mediante una sucesión de intersecciones situadas sobre ellas (sus conexiones o accesos pueden ser considerados intersecciones en "T").

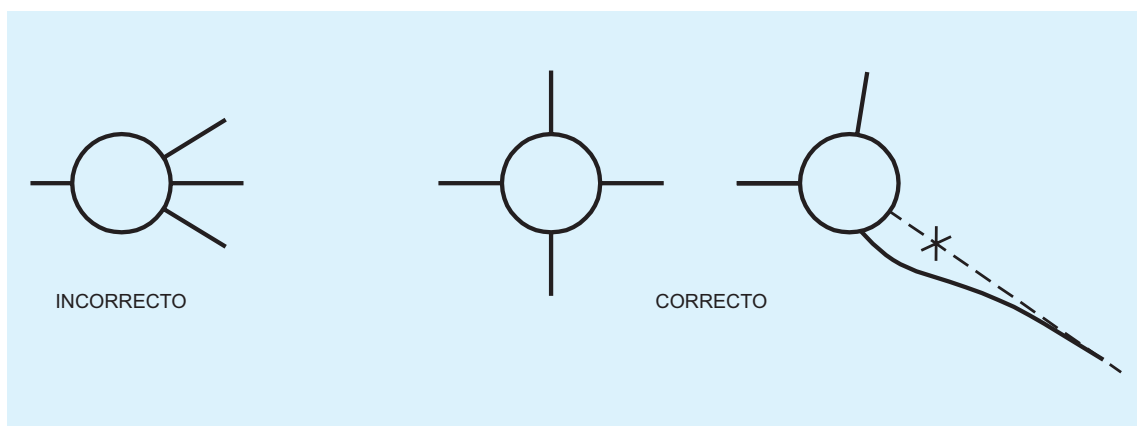
Sí funcionan como glorietas, por el contrario, las de reducido tamaño (mini-glorietas), y las glorietas dobles, cuya vía de unión es tan corta que cada una influye en el funcionamiento de la otra. No obstante, a las mini-glorietas dado su reducido diámetro interior (con frecuencia menor que cuatro metros ($< 4,00$ m)), no les serán aplicables todos los condicionantes establecidos en este apartado.

10.6.2 PLANTA

Se proyectará un espaciamiento uniforme (Figuras 10.5 y 10.6) de las vías que concurren en la calzada anular, salvo justificación en contrario, de manera que:

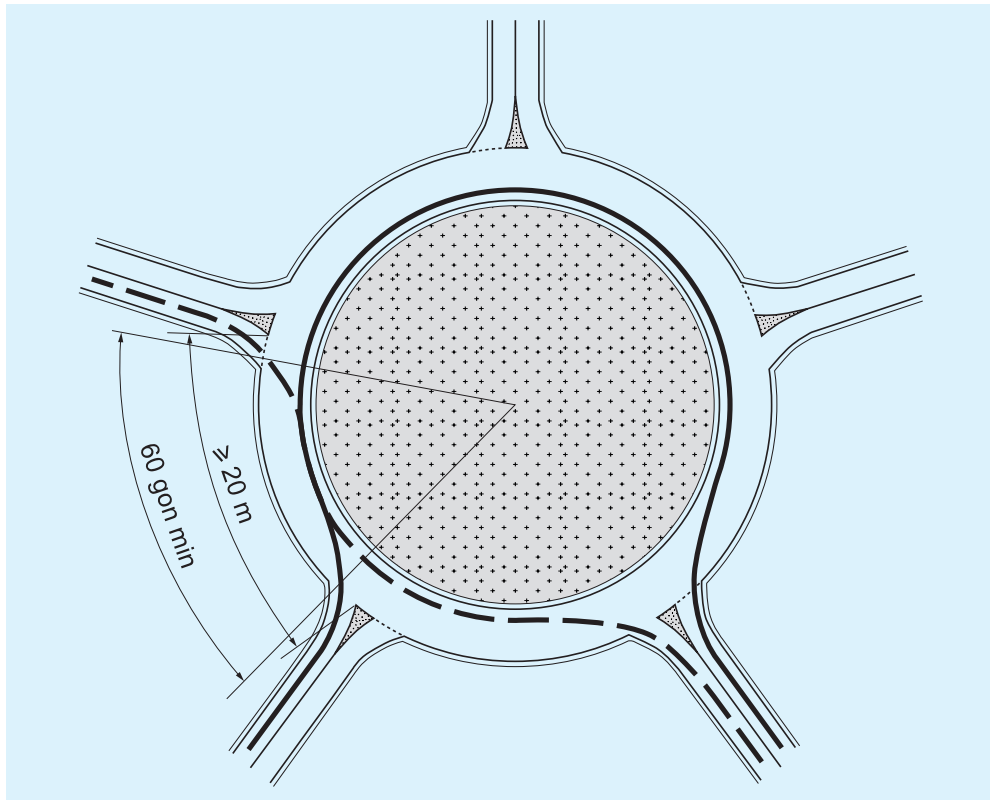
- El ángulo subtendido al centro de la glorieta por dos puntos de intersección de la circunferencia definida por el borde exterior de la calzada anular: uno con la trayectoria más desfavorable⁴⁰ de entrada por una vía de acceso y otro con la trayectoria más desfavorable de salida por la vía de acceso siguiente, no será menor que sesenta ($\nless 60$) gonios.
- La separación entre accesos medidos sobre el borde exterior de la calzada anular entre puntas de isletas será mayor o igual que veinte metros (≥ 20 m).

FIGURA 10.5



40 La trayectoria más desfavorable es la que realiza el vehículo patrón característico ajustándose al borde de la calzada.

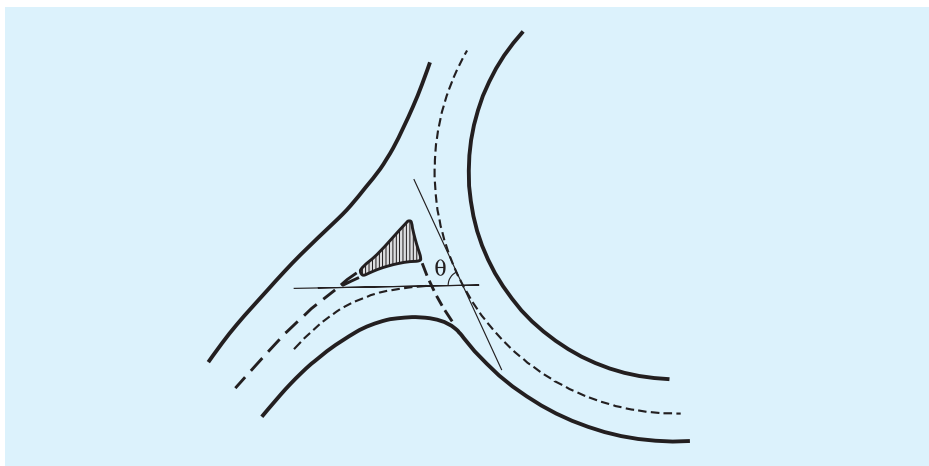
FIGURA 10.6



Se regulará el acceso a las glorietas mediante diseños que moderen la velocidad operativa a la entrada de las mismas, incluyendo una inflexión en la trayectoria a seguir por los vehículos que entran a la glorieta, impuesta por la presencia de la isleta central y de una isleta separadora en el acceso.

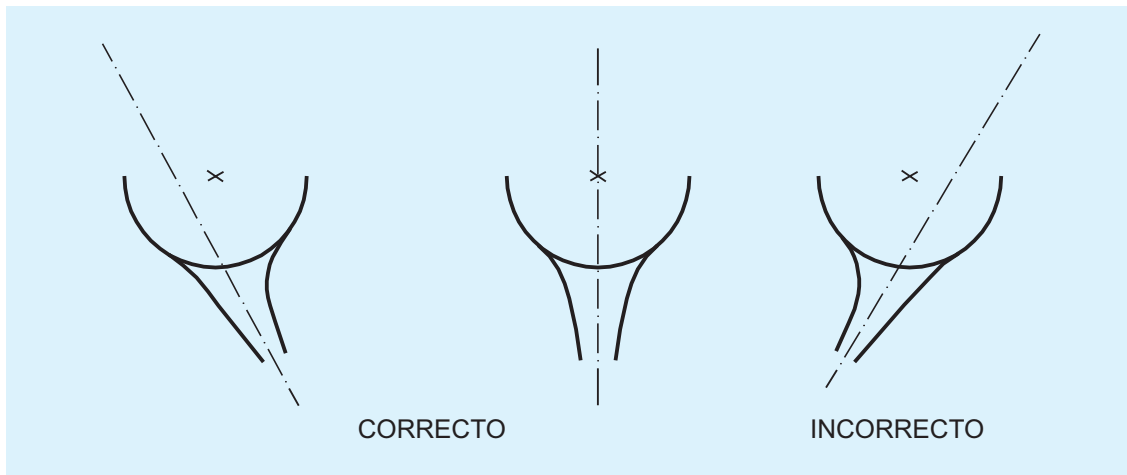
El ángulo (θ) (Figura 10.7) entre la trayectoria de acceso y la trayectoria a la que se incorpora (la que rodea la calzada anular) estará comprendido, salvo justificación en contrario, entre 45 gonios y 67 gonios. Se deberá tener en cuenta en su establecimiento que ángulos demasiado grandes dificultan la inserción de los vehículos en la calzada anular, mientras que ángulos demasiado pequeños favorecen que esa inserción pueda efectuarse a velocidad relativamente alta sin respetar la prioridad del tráfico al que se incorpora.

FIGURA 10.7



La mejor ubicación para la isleta central se logra cuando los ejes de todas las vías que acceden a la glorieta pasan por su centro geométrico. Si esta configuración no fuera posible, se procurará que el centro de dicha isleta se sitúe en el eje de la vía principal y, próximos a dicho centro, los ejes del resto de vías que acceden. No obstante serán aceptables ligeros desplazamientos hacia la izquierda y no hacia la derecha, evitándose entradas cuasi tangenciales a la calzada anular (Figura 10.8).

FIGURA 10.8



En las entradas y en las salidas a o de la calzada anular, las curvas son hacia la derecha, por lo que se deberán proyectar con un cierto peralte que permita a los conductores seguir una trayectoria adecuada con los siguientes valores:

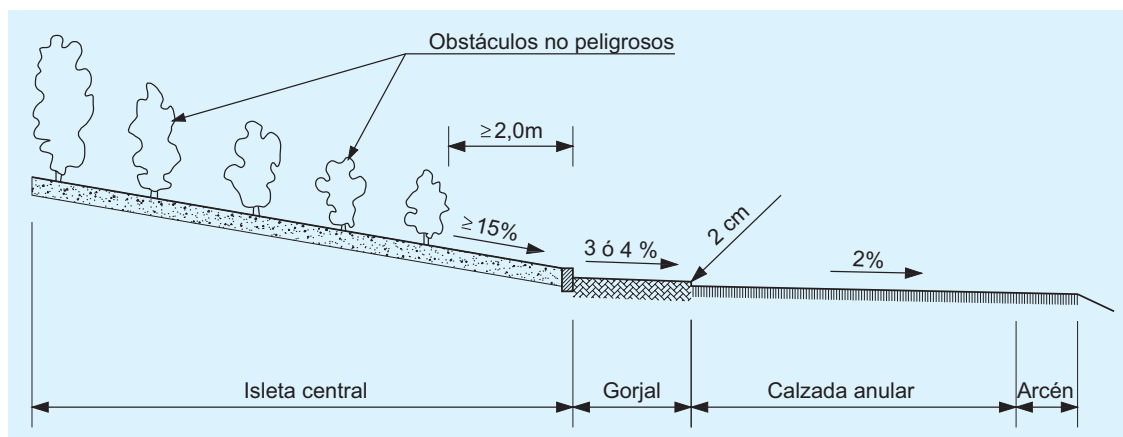
- En una entrada, el peralte no excederá del cinco por ciento ($\geq 5\%$), pudiéndose reducir en la marca de detención, al mínimo necesario para garantizar el drenaje superficial.
- En una salida, el peralte en las inmediaciones de la calzada anular será el necesario para asegurar el drenaje superficial.

La proyección de estos peraltes se verá simplificada si la calzada anular tiene una inclinación transversal hacia su borde exterior, permitiendo una mejor solución a los encuentros entre la calzada anular y las vías de acceso (de entrada o salida), y facilitando su conservación, al desaguar hacia el exterior de ella. Además, aumenta la visibilidad de la calzada anular y, en general, de la glorieta para los vehículos que se aproximan.

La calzada anular tendrá, en general, una inclinación transversal constante del dos por ciento (2%) hacia su borde exterior sin que el valor absoluto de la inclinación longitudinal en ningún punto de dicho borde de la calzada anular rebase el tres por ciento ($\geq 3\%$).

Los gorjales, en caso de existir, tendrán generalmente una inclinación entre el tres por ciento (3%) y el cuatro por ciento (4%) hacia el exterior de la glorieta, con un desnivel de dos centímetros (2 cm) por encima del nivel de la calzada anular (Figura 10.9).

FIGURA 10.9
SECCIÓN DE UNA CALZADA ANULAR CON GORJAL



Si no fuese posible eliminar el agua de la calzada anular y de los gorjales hacia el exterior se analizará la posibilidad de desaguar hacia el interior.

Los arcenes tendrán, en cualquier caso, la misma inclinación transversal que la calzada adyacente.

Para comprobar que resultan adecuadas las velocidades en la calzada anular se emplearán los criterios del Anexo 5.

10.6.3 ALZADO

El eje en planta de la calzada anular deberá estar íntegramente incluido en un plano horizontal. Si no fuese posible serán admisibles planos con inclinación inferior al tres por ciento ($-3\% < i < +3\%$). Se comprobará que la combinación de dicha inclinación longitudinal con la inclinación transversal no produzca acumulaciones de agua en la calzada anular o en alguna de sus vías de acceso.

La rasante de la calzada anular se definirá, en general, por su borde exterior.

10.6.4 SECCIÓN TRANSVERSAL

En carreteras convencionales y multicarril, únicamente se utilizarán glorietas con calzadas anulares de uno o dos carriles. Mayor número de carriles deberá estar asociado a travesías con instalación de semáforos para regular el tráfico.

En carreteras interurbanas, se justificará que su presencia y configuración están suficientemente advertidas.

El número de carriles de la calzada anular y su configuración se fijará a partir de un estudio de capacidad y de niveles de servicio.

La holgura mínima entre dos vehículos paralelos y simultáneos será mayor o igual que sesenta centímetros (≥ 60 cm), tanto en los accesos a la glorieta como en la calzada anular.

El diámetro exterior de una calzada anular deberá ser tal que, con el ancho fijado para la situación de circulación supuesta, el tamaño de la isleta central y su disposición permitan cumplir las limitaciones en planta relativas a la trayectoria de los vehículos.

El diámetro exterior de una calzada anular de un carril no regulada por semáforos:

- No será menor que veintiocho metros ($\nless 28$ m), excepto donde se justifique que de lo contrario, los costes resultarán desproporcionados.
- Se procurará que esté comprendido: En glorietas urbanas, entre treinta metros (30 m) y cuarenta metros (40 m) y en glorietas periurbanas o interurbanas, entre treinta y cinco metros (35 m) y cuarenta y cinco metros (45 m). Diámetros mayores deberán ser justificados.

El diámetro exterior de una calzada anular de dos carriles concéntricos no regulada por semáforos:

- No será menor que treinta y cinco metros ($\nless 35$ m), excepto donde se justifique que de lo contrario, los costes resultarán desproporcionados.
- Se procurará que esté comprendido: En glorietas urbanas entre cuarenta y cinco metros (45 m) y cincuenta y cinco metros (55 m) y en glorietas periurbanas e interurbanas, entre cincuenta y cinco metros (55 m) y sesenta metros (60 m). Diámetros mayores deberán ser justificados.

El ancho de la calzada anular se fijará en función de la situación de circulación supuesta y de la eventual presencia de un gorjal (posible ocupación de la isleta central en circunstancias extraordinarias de explotación (Tabla 10.2)). En el caso de un carril, el ancho de la calzada será el indicado en la Tabla 10.4 y en el caso de dos carriles el indicado en la Tabla 10.5.

TABLA 10.4

**ANCHO CONJUNTO (m) DE UNA CALZADA ANULAR DE UN CARRIL
Y, EN SU CASO, DE SU GORJAL (SITUACIÓN I)**

DIÁMETRO EXTERIOR (m) DE LA CALZADA ANULAR	ANCHO (m)
28	8,0
32	7,2
36	6,7
40	6,3
44	6,0
48	5,8
52	5,6
56	5,4
60	5,3

TABLA 10.5

**ANCHO CONJUNTO (m) DE UNA CALZADA ANULAR DE DOS CARRILES
Y, EN SU CASO, DE SU GORJAL (SITUACIONES II, III Y IV)**

DIÁMETRO EXTERIOR (m) DE LA CALZADA ANULAR	ANCHO (m)		
	HIPÓTESIS DE PASO (TABLA 10.2)		
	SITUACIÓN II	SITUACIÓN III	SITUACIÓN IV
28	8,0	9,6	12,6
32	7,7	9,1	11,1
36	7,5	8,7	10,4
40	7,4	8,5	9,9
44	7,3	8,3	9,5
48	7,2	8,1	9,2
52	7,1	8,0	9,0
56	7,0	7,9	8,8
60	7,0	7,8	8,6

Excepcionalmente el diámetro de las calzadas anulares que forman parte de un enlace tipo diamante con glorieta superior o inferior podrá tener valores superiores a los indicados en las Tablas 10.4 y 10.5.

Se dispondrán gorjales, en función de la situación de circulación supuesta, cuando las trayectorias cumplan las condiciones establecidas (Tabla A5.1), no se dificulte la conservación invernal y su ancho sea como mínimo cincuenta centímetros ($\geq 0,50$ m).

En glorietas interurbanas, los arcenes interiores tendrán un ancho de cincuenta centímetros (0,50 m) y los exteriores entre cincuenta centímetros (0,50 m) y un metro y cincuenta centímetros (1,50 m). Si se disponen gorjales no se proyectarán arcenes interiores. En glorietas urbanas y periurbanas, el ancho de los arcenes será igual al mínimo necesario para pintar la marca vial de borde de calzada.

Las entradas a la calzada anular tendrán, en general, el mismo número de carriles que la vía de acceso correspondiente, salvo que justificadamente se dispongan carriles adicionales de longitud mínima determinada. Asimismo, la salida deberá tener al menos, el mismo número de carriles que tiene, para ese sentido, la vía en la que desemboca, aunque justificadamente se podrá adicionar un carril.

Los carriles segregados para girar a la derecha se justificarán exhaustivamente y se proyectarán cumpliendo las siguientes condiciones:

- En la hora de proyecto del año horizonte realicen dicha maniobra más del cincuenta por ciento (> 50 %) de los vehículos de esa entrada o sea superior su número a trescientos vehículos (> 300 veh).
- La entrada disponga, al menos, de dos carriles (incluidos los adicionales) y se destine uno al giro segregado.
- Inexistencia de conexiones o accesos a lo largo del carril segregado.

10.6.5 CONEXIÓN CON LA CALZADA ANULAR DE UNA GLORIETA

La conexión de una carretera con la calzada anular de una glorieta exigirá realizar un acuerdo entre las secciones transversales correspondientes en el que se evite la presencia de zonas de acumulación de agua en la plataforma.

Este tramo de transición tendrá una longitud mayor o igual que veinticinco metros (≥ 25 m), superior en cualquier caso a la de la isleta de aproximación, debiéndose realizar un estudio tridimensional que permita definir el correspondiente sistema de evacuación del agua de escorrentía.

10.7 ENLACES

10.7.1 GENERALIDADES

Un enlace constituye la agrupación coordinada de algunos de los siguientes elementos:

- Tramos de troncos principales y secundarios.
- Ramales de enlace.
- Intersecciones.
- Vías colectoras-distribuidoras.
- Carriles adicionales que precisen de tramos de convergencia o divergencia, confluencias, bifurcaciones o trenzados.
- Tramos de vías de servicio.

Las distancias entre enlaces consecutivos serán, salvo expresa justificación en contrario, los siguientes:

- En carreteras de calzadas separadas:
 - o La distancia entre enlaces consecutivos en carreteras interurbanas será mayor o igual que seis kilómetros (≥ 6 km), medida entre las secciones características de los carriles de cambio de velocidad más próximos.
 - o La distancia entre enlaces consecutivos en carreteras urbanas y periurbanas será mayor o igual que dos kilómetros (≥ 2 km), medida entre las secciones características de los carriles de cambio de velocidad más próximos.

Si los enlaces consecutivos son debidos a conexión con carreteras estatales de cualquier orden o con carreteras autonómicas de primer orden⁴¹ la distancia entre enlaces será la necesaria para conectar con ellas. Si la distancia medida entre las secciones características de los carriles de cambio de velocidad más próximos fuese menor que dos kilómetros (< 2 km) se dispondrán vías colectoras-distribuidoras.

41 Se entiende por carreteras autonómicas de primer orden aquellas que tienen mayor demanda de tráfico y están catalogadas como red principal, básica de interés general o de interés preferente. En todo caso, deberán considerarse en este grupo las autopistas, las autovías y las carreteras multicarril.

- En carreteras de calzada única:
 - o Si existe previsión de duplicación de calzada, será de aplicación lo indicado para carreteras de calzadas separadas.
 - o Si no existe previsión de duplicación de calzada, la distancia entre enlaces consecutivos, será mayor o igual que dos kilómetros (≥ 2 km) medida entre las secciones características de los carriles de cambio de velocidad más próximos.

Cuando los enlaces se establezcan con vías complementarias para regulación de accesibilidad y movilidad, se cumplirán en todo caso las distancias entre conexiones que figuran en el capítulo anterior de esta Norma.

10.7.2 RAMALES DE ENLACE

Ramal de enlace es la carretera que une otras dos que concurren en él. A efectos de esta Norma, únicamente se considerarán ramales de enlace los que tienen uno o dos carriles por sentido; si fuesen necesarios más carriles la calzada deberá ser considerada como tronco de una carretera.

Podrán admitirse, como excepción, más de dos carriles en un ramal de enlace si dichos carriles se adicionan posteriormente al inicio de dicho ramal (caso habitual en tramos urbanos y periurbanos en los que el ramal de enlace termina en una detención debiendo evitarse que la retención llegue al tronco).

10.7.3 VELOCIDAD DE PROYECTO DE LOS RAMALES DE ENLACE

La velocidad de proyecto de los ramales de enlace dependerá de las velocidades de proyecto de las carreteras que conecta, de los elementos de cambio de velocidad que se dispongan en su inicio y su final y de su configuración.

En tramos de carretera en los que coexistan velocidad alta ($V_p \geq 100$ km/h) e intensidad de tráfico moderada o alta (nivel C o superior en la hora de proyecto del año horizonte) se procurará que las salidas (divergencias) se diseñen para una velocidad no muy inferior a la de proyecto de dichos tramos, evitándose así problemas de fluidez y comodidad y reduciéndose también el riesgo de accidente. Por ello, siempre que sea posible, se procurará que en carreteras de calzadas separadas y en carreteras convencionales C-100, la velocidad al final de un carril de deceleración⁴² (V_{df}) no sea inferior en más de cuarenta kilómetros por hora (≥ 40 km/h) a la velocidad de proyecto (V_p) del tronco del que sale.

En la Tabla 10.8 se incluyen las velocidades de proyecto (V_p) mínimas correspondientes a diversos tipos de ramal, que podrán ser modificadas realizando un estudio que lo justifique, del trazado en planta y alzado, de la sección transversal y de la visibilidad de parada.

42 La velocidad al final del carril de deceleración será la velocidad en el inicio del ramal del enlace.

TABLA 10.8

TIPO DE RAMAL DE ENLACE	VELOCIDAD DE PROYECTO (v_p) MÍNIMA (km/h)	
	TRAMOS INTERURBANOS Y PERIURBANOS	TRAMOS URBANOS
Lazo	50	40
Directo a derechas	60	50
Asa interior	60	50
Semidirecto	60	50
Círculo	80	70
Asa exterior	80	70
Directo a izquierdas	80	70

Si un ramal de enlace, en ciertas configuraciones de nudos, finaliza en otra vía de manera que exija detención (por la presencia de una glorieta o de una intersección en la que el ramal de enlace pierda la prioridad o incluso en tramos urbanos donde haya un semáforo), se deberá analizar:

- La variación de las velocidades operativas a lo largo del ramal.
- El funcionamiento del tramo del ramal de enlace ocupado por vehículos detenidos (cuya velocidad será nula), que deberán ser visibles desde un vehículo que se aproxime por dicho ramal de enlace a la velocidad señalizada, para que pueda detenerse con comodidad.

10.7.4 VARIACIÓN DE LA VELOCIDAD EN LOS RAMALES DE ENLACE

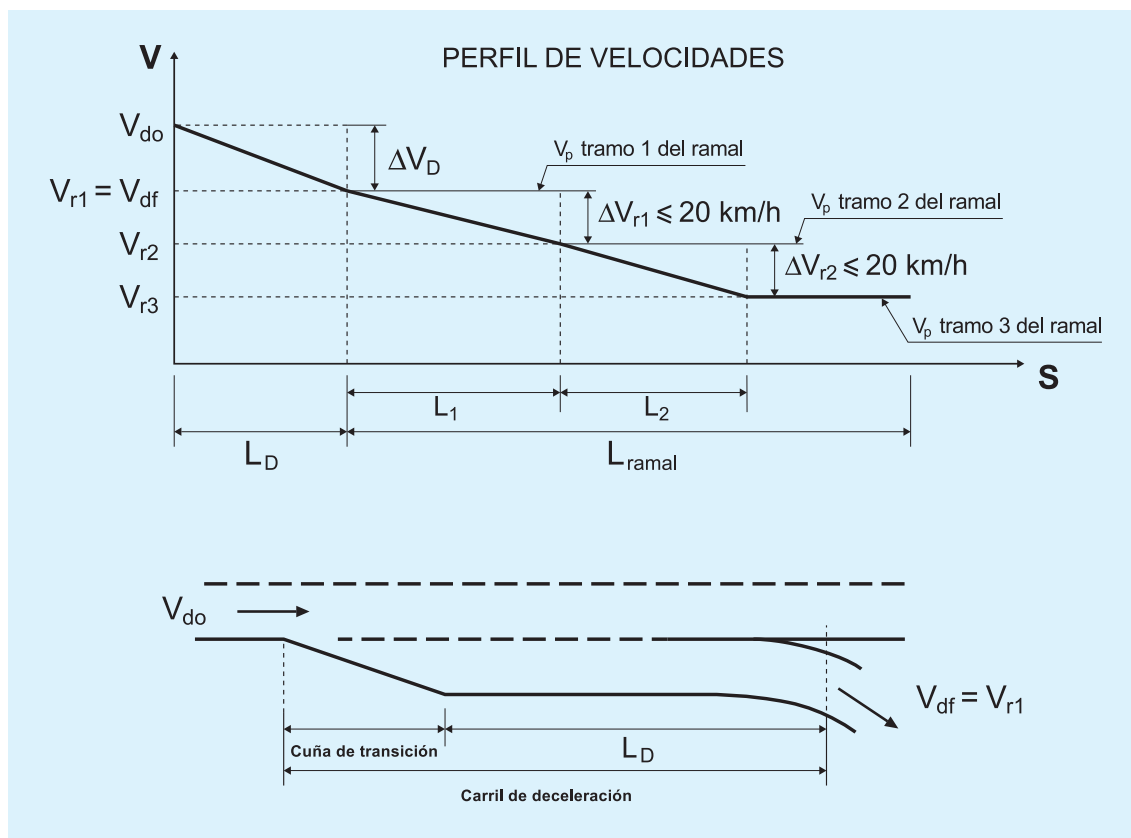
Se estudiará la posibilidad de que parte de la variación de la velocidad se lleve a cabo en los ramales de enlace, en los siguientes casos:

- Longitudes (L) de carriles de aceleración y deceleración mayores que trescientos metros (> 300 m).
- Imposibilidad de que el vehículo patrón turismo alcance la velocidad final (Tabla 8.2).
- Existencia de limitaciones para establecer un carril de cambio de velocidad con las longitudes de la Tabla 8.2.

En estos casos la variación máxima de velocidad en el ramal será de cuarenta kilómetros por hora (≤ 40 km/h), obtenida mediante uno o dos escalones con un máximo por escalón de veinte kilómetros por hora (≤ 20 km/h). En la Figura 10.10 se adjunta un esquema para una deceleración de cuarenta kilómetros por hora (40 km/h) en un ramal de enlace; análogamente se procedería para la aceleración.

FIGURA 10.10

VARIACIÓN MÁXIMA DE LA VELOCIDAD EN UN RAMAL DE ENLACE DE CUARENTA KILÓMETROS POR HORA (40 km/h) MEDIANTE DOS ESCALONES DE VEINTE KILÓMETROS POR HORA (20 km/h)



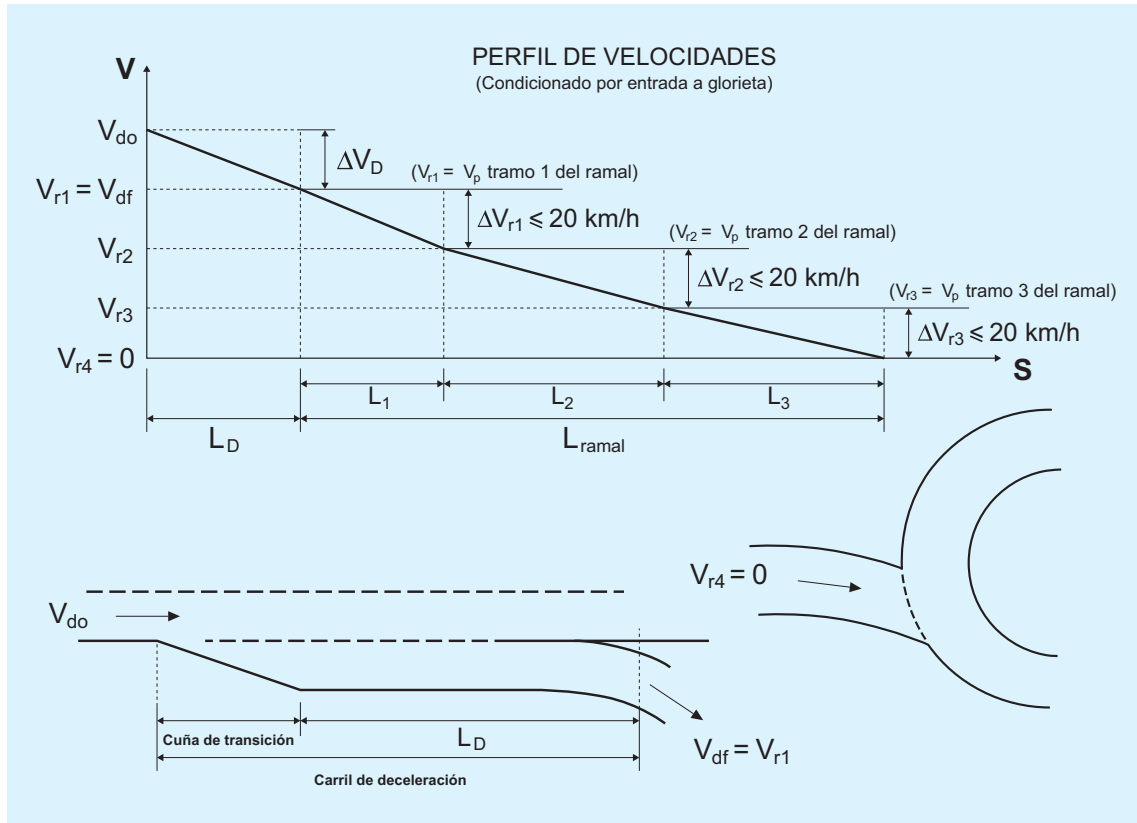
En ramales de enlace que tengan en su extremo una glorieta y además su trazado en planta y alzado sea casi rectilíneo, se podrá admitir, excepcionalmente, una variación máxima de velocidad en el ramal de enlace de hasta sesenta kilómetros por hora (60 km/h), obtenida mediante tres (3) escalones de hasta veinte kilómetros por hora (20 km/h). En la Figura 10.11 se adjunta un esquema para una deceleración de sesenta kilómetros por hora (60 km/h) en un ramal de enlace con velocidad final nula (0 km/h); análogamente se procedería para la aceleración.

Las longitudes mínimas (L_i) de los tramos de escalonamiento de velocidad se obtendrán aplicando la Tabla 8.2.

El trazado de los ramales de enlace será tal que el conductor de un vehículo pueda percibir con antelación los escalones de velocidad en la señalización.

FIGURA 10.11

VARIACIÓN MÁXIMA DE LA VELOCIDAD EN UN RAMAL DE ENLACE TERMINADO EN GLORIETA DE SESENTA KILÓMETROS POR HORA (60 km/h) MEDIANTE TRES ESCALONES DE VEINTE KILÓMETROS POR HORA (20 km/h)



10.75 CONEXIÓN DE LOS RAMALES DE ENLACE DE DOS CARRILES CON EL TRONCO

En los tramos urbanos y periurbanos de una carretera se podrá efectuar la conexión de un ramal de enlace de dos carriles con el tronco mediante dos carriles de cambio de velocidad consecutivos de acuerdo con los esquemas reflejados en las Figuras 10.12 y 10.13, en los siguientes casos:

- Imposibilidad técnica o económica de diseñar una confluencia o una bifurcación (apartado 8.4).
- Imposibilidad de incrementar o disminuir un carril en el tronco y además disponer un carril de cambio de velocidad.
- Necesidades del tráfico o espacio disponible.

FIGURA 10.12
CARRIL DE ACELERACIÓN PARA UN RAMAL DE ENLACE DE DOS CARRILES

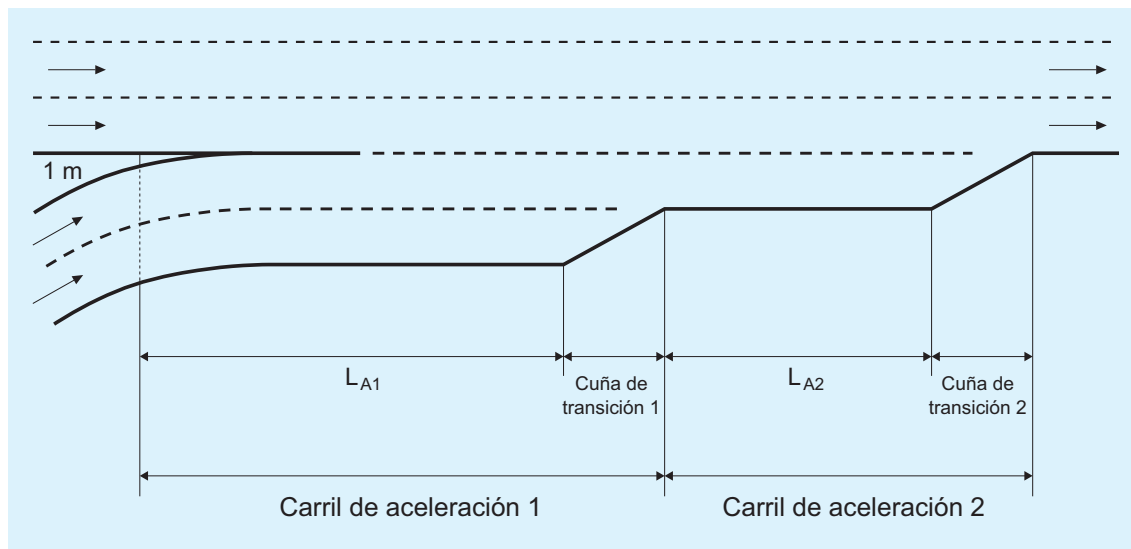
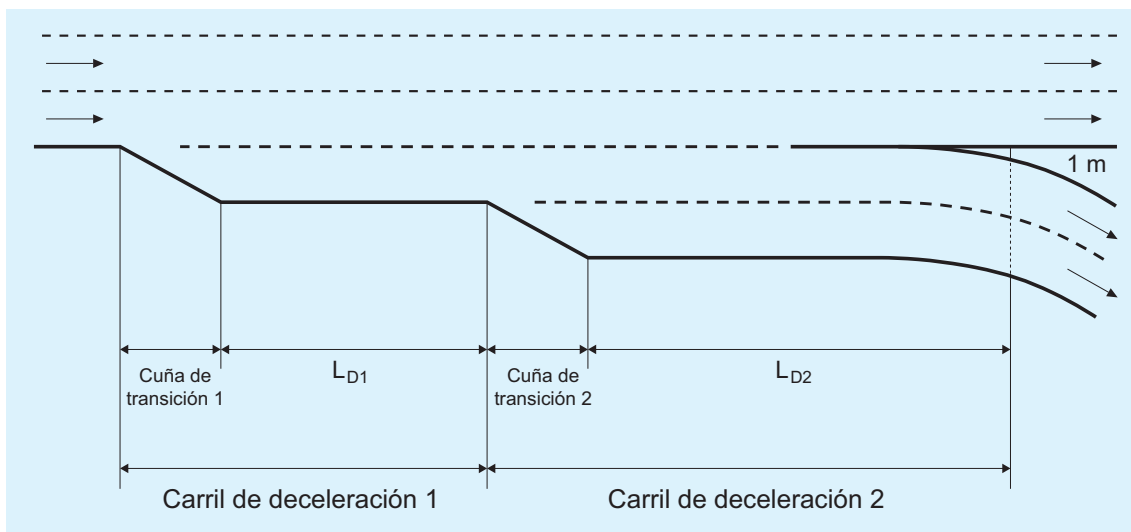


FIGURA 10.13
CARRIL DE DECELERACIÓN PARA UN RAMAL DE ENLACE DE DOS CARRILES



Las longitudes de los dos carriles de cambio de velocidad consecutivos podrán ser diferentes según la variación de velocidad necesaria en cada uno. No obstante, para un diseño y funcionamiento más simple se deberán proyectar con la misma longitud.

En salidas del tronco de una carretera la velocidad al final del primer carril de deceleración (V_{df}) no debe ser superior en más de veinte kilómetros por hora (≥ 20 km/h) a la velocidad de proyecto (V_p) del tronco del que sale.

La disposición de dos carriles de deceleración consecutivos únicamente será aplicable a los ramales de enlace de dos carriles y requerirá una cuidadosa señalización vertical y horizontal. Para configuraciones con mayor número de carriles deberán proyectarse carriles de confluencia y bifurcación (apartado 8.4).

10.7.6 CONEXIÓN DE RAMALES DE ENLACE CON OTROS RAMALES DE ENLACE Y CON VÍAS COLECTORAS-DISTRIBUIDORAS

Las conexiones de un ramal de enlace con otro ramal de enlace y de un ramal de enlace con una vía colectora-distribuidora podrán efectuarse mediante:

- Carriles de cambio de velocidad.
- Cuñas de cambio de velocidad.
- Carriles de convergencia o divergencia.
- Carriles de confluencia o bifurcación.

El tipo de conexión y la estimación de las longitudes de carriles o cuñas de cambio de velocidad, se efectuará de acuerdo con lo indicado en el epígrafe 9.2.1.1.

Si la intensidad de la circulación o la tipología de los vehículos que efectúan la maniobra de conexión lo exige se podrá efectuar dicha conexión mediante carriles de convergencia o divergencia (apartado 8.8) o carriles de confluencia o bifurcación (apartado 8.4).

Un ramal de enlace de dos carriles podrá convertirse en dos ramales de enlace de un carril y viceversa mediante bifurcaciones y confluencias.

GLOSARIO DE TÉRMINOS

GLOSARIO DE TÉRMINOS⁴³

ACCESO DIRECTO A UNA CARRETERA (abreviadamente ACCESO): Entrada o salida a una carretera desde o hacia cualquier vía o tramo que, a efectos de esta Norma, no tenga la consideración de carretera.

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

AÑO HORIZONTE: Año para cuyo tráfico previsible debe ser proyectada la carretera.

APARTADERO: Ensanche de la plataforma de la carretera destinado a permitir la detención o el estacionamiento temporal de los vehículos.

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

ÁREA DE SERVICIO: Elemento funcional de la carretera constituido por el conjunto de obras e instalaciones destinados a cubrir las necesidades de suministros de los vehículos que circulan por la carretera y las de sus ocupantes, incluyendo como mínimo una instalación de suministro de carburantes. Serán objeto de concesión administrativa.

ÁREA METROPOLITANA: Zona urbana que engloba una ciudad central que da nombre al área y un conjunto de poblaciones satélites que pueden funcionar como ciudades dormitorio, industriales, comerciales y servicios.

AUTOPISTA: Carretera que está especialmente proyectada, construida y señalizada como tal y que reúne las siguientes características:

- a. Para cada sentido de circulación tendrá, como mínimo, una calzada con dos carriles.
- b. Las calzadas estarán separadas entre sí, salvo en tramos singulares, por una franja no destinada a la circulación.
- c. Los cruces con cualquier otra vía de comunicación o servidumbre de paso se efectuarán a distinto nivel.
- d. Sin accesos. Las propiedades colindantes y las vías de servicio no tendrán acceso directo a la misma
- e. Para exclusiva circulación de automóviles.

AUTOVÍA: Carretera que está especialmente proyectada, construida y señalizada como tal y que reúne las siguientes características:

- a. Para cada sentido de circulación tendrá, como mínimo, una calzada con dos carriles.
- b. Las calzadas estarán separadas entre sí, salvo en tramos singulares, por una franja no destinada a la circulación.
- c. Los cruces con cualquier otra vía de comunicación o servidumbre de paso se efectuarán a distinto nivel.
- d. Con acceso limitado. Las propiedades colindantes no tendrán acceso directo a la misma.
- e. Para circulación de vehículos de motor.

43 Las definiciones incluidas en el presente glosario lo son únicamente a efectos de aplicación de esta Norma.

BARRERA DE SEGURIDAD: Sistema de contención de vehículos empleado en las márgenes de las carreteras.

BERMA: Franja longitudinal comprendida entre el borde exterior del arcén y la cuneta o el talud.

BICICLETA: Ciclo de dos ruedas.

BIFURCACIÓN: Zona en la que una calzada se divide en otras dos, sin establecer prioridades entre ellas.

BOMBEO: Inclinación transversal en los tramos en recta de la plataforma o plataformas de una carretera para evacuar el agua hacia el exterior.

CALZADA: Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos en circunstancias ordinarias.

CAMINO AGRÍCOLA: Camino de servicio destinado fundamentalmente para el acceso a fincas rústicas y diseñado para uso predominante de tractores y maquinaria agrícola. No tendrá la consideración de carretera ni es elemento funcional de ésta.

CAMINO DE SERVICIO: Vía construida como elemento auxiliar o complementario de las actividades específicas de sus titulares. No tendrá la consideración de carretera ni es elemento funcional de ésta.

CARRETERA: Vía de dominio y uso público proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles.

CARRETERA CONVENCIONAL: Carretera que está especialmente proyectada y construida como tal, y que no reúne las características de las autopistas, autovías y carreteras multicarril.

CARRETERA DE MONTAÑA: Carretera que discurre por terrenos accidentados o muy accidentados.

CARRETERA INTERURBANA: Carretera situada fuera de los tramos urbanos y periurbanos.

CARRETERA MULTICARRIL: Carretera que está especialmente proyectada, construida y señalizada como tal y que reúne las siguientes características:

- a. Para cada sentido de circulación tendrá, como mínimo, una calzada con dos carriles.
- b. Las calzadas estarán separadas entre sí, salvo en tramos singulares, por una franja no destinada a la circulación.
- c. Los cruces con cualquier otra vía de comunicación o servidumbre de paso se podrán efectuar a nivel.
- d. Con acceso limitado. Las propiedades colindantes no tendrán acceso directo a la misma.
- e. Para circulación de vehículos de motor.

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

CARRIL ADICIONAL: Carril que se añade a los carriles básicos en algunos tramos de la carretera para cumplir determinadas funciones

CARRIL BÁSICO: Carril que mantiene su continuidad a lo largo de un itinerario o parte de él.

- CICLO:** Vehículo de al menos dos ruedas accionado por el esfuerzo muscular de las personas que lo ocupan, en particular mediante pedales o manivelas.
- CONEXIÓN CON UNA CARRETERA (abreviadamente CONEXIÓN):** Entrada o salida a una carretera desde o hacia cualquier vía que, a efectos de esta Norma, tenga la consideración de carretera.
- CONFLUENCIA:** Zona en la que dos calzadas convergen en una, sin establecer prioridades entre ellas.
- CONVERGENCIA:** Maniobra entre dos vehículos cuyas trayectorias se unen en una común.
- CRUCE:** Situación en la que dos flujos de vehículos con direcciones distintas resuelven su paso por el mismo lugar mediante el aprovechamiento de los huecos de uno de los flujos.
- CUÑA DE TRANSICIÓN:** Ensanche de la calzada de forma triangular, que permite pasar del ancho de un carril a ancho cero o viceversa.
- CURVA DE ACUERDO HORIZONTAL:** Curva en planta que permite la transición de la curvatura entre una alineación recta y 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.
- DESPEJE:** Superficie libre de obstáculos que permite al conductor de un vehículo disponer de la correspondiente visibilidad (parada, adelantamiento, decisión o cruce).
- DIVERGENCIA:** Maniobra entre dos vehículos cuyas trayectorias se separan de una común.
- ELEMENTO FUNCIONAL DE UNA CARRETERA:** Toda obra o instalación de dominio público que contribuya a facilitar que la carretera cumpla las funciones para las que ha sido proyectada.
- EJE:** Línea que define el trazado en planta o alzado de una carretera o calzada y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal.
- ENLACE:** Nudo viario en el que alguno de los movimientos se realiza a distinto nivel.
- ESPACIAMIENTO:** Espacio entre dos vehículos consecutivos, medido entre partes homogéneas de los mismos.
- EXPLANACIÓN:** Zona de terreno ocupada por la carretera en la que se ha modificado el terreno original.
- GLORIETA:** Intersección en la que los movimientos principales se realizan a través de una calzada anular.
- GORJAL:** Corona anular que se sitúa en algunas glorietas entre la calzada anular y la isleta central, para que pueda ser pisada por vehículos de grandes dimensiones que, al girar, requieren un área mayor a la que necesita el resto de los vehículos.
- HOLGURA:** Ancho adicional entre la zona barrida por un vehículo en una curva y el borde de la calzada, para que se produzcan con comodidad y seguridad las variaciones transversales de la trayectoria.
- HUECO:** Espacio o tiempo entre dos vehículos consecutivos, medido entre los correspondientes extremo trasero y delantero.

INSERCIÓN: Forma especial de convergencia en la que un vehículo ocupa un hueco en una corriente de tráfico. La inserción es la maniobra que se realiza en los carriles de aceleración, en los carriles de convergencia y en la entrada a las glorietas.

INSTALACIONES DE SERVICIOS Y SUMINISTROS (abreviadamente INSTALACIONES DE SERVICIOS): Son instalaciones de titularidad privada que albergan estaciones de servicio y unidades de suministro (definidas como tales en la normativa específica), restaurantes, hoteles, talleres mecánicos, cafeterías y, en general, aquellas que satisfagan necesidades de los usuarios de la carretera. No son elementos funcionales de la carretera.

INTENSIDAD EN LA HORA DE PROYECTO: Número de vehículos por hora que se estima circularán por una carretera en la hora de proyecto que se establezca en el año horizonte, para un nivel de servicio determinado.

INTENSIDAD EN LA HORA ENÉSIMA: Intensidad del tráfico que, en rango de mayor a menor intensidad, ocupa el lugar enésimo, en una ordenación hora por hora a lo largo de un año. (Habitualmente se usan valores comprendidos entre 30 y 150).

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

INTERSECCIÓN: Nudo viario en el que todos los movimientos se realizan en el mismo plano, y ninguna trayectoria cruza a otra a distinto nivel. Incluye las vías de giro y, eventualmente, otras vías para pasar de una carretera a otra.

INTERVALO: Tiempo transcurrido al paso por una sección entre dos vehículos consecutivos, medido entre partes homogéneas de los mismos.

ISLETA: Zona de la plataforma situada entre los carriles, las vías de giro y los ramales, y excluida de la circulación. Sirve para guiar a los vehículos o de refugio a los peatones. Puede estar delimitado solo por marcas viales y, en su caso, por captafaros o también por bordillos.

LECHO DE FRENADO: Elemento paralelo a la plataforma o divergente de la misma, en tramos de fuerte y prolongada pendiente, destinado a facilitar la detención de vehículos con insuficiencias en su sistema de frenado.

MEDIANA: Franja longitudinal situada entre dos plataformas separadas con distinto sentido de circulación, 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 la que se separan las plataformas.

NIVEL DE SERVICIO: Medida cualitativa de las condiciones de circulación de una corriente de tráfico; generalmente se describe en función de variables como la densidad, la velocidad media de recorrido, el porcentaje de tiempo perdido en cola o la demora.

NUDO VIARIO (o abreviadamente NUDO): Zona en la que existe cualquier tipo de concurrencia espacial de dos o más vías que implique la posibilidad de pasar de una a las otras.

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.

PASO DE TERCIANA: Interrupción en la separación física entre dos plataformas separadas correspondiente a una carretera y a una vía complementaria (apartado 2.7), que facilita la comunicación entre ambas en casos singulares y de emergencia.

PENDIENTE: Inclinação de una rasante descendente en el sentido de avance.

PERALTE: Inclinação transversal de la plataforma o plataformas que conforman una carretera en los tramos en curva que se dispone para contrarrestar la aceleración centrífuga no compensada por el rozamiento y evacuar el agua.

PLATAFORMA: Zona de la carretera destinada al uso de los vehículos, formada por la calzada y los arcenes.

PLATAFORMA PARA VEHÍCULOS DE TRANSPORTE COLECTIVO: Plataforma que, mediante la regulación legal correspondiente, queda habilitada para el uso por los citados vehículos.

PRETIL: Sistema de contención de vehículos 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 DE ENLACE: En un enlace, carretera que une otras dos que concurren en él.

RAMAL DE TRANSFERENCIA: Ramal que, en una carretera de calzadas separadas donde, para un mismo sentido de circulación, existan una calzada central y una vía complementaria para regulación de accesibilidad y movilidad, permite establecer una conexión intermedia entre la calzada central y dicha vía complementaria o viceversa.

RAMPA: Inclinação de una rasante ascendente en el sentido de avance.

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

RELLENO: Parte de la explanación situada sobre el terreno original.

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.

SOBREANCHO: Diferencia entre el ancho de un carril en curva y en recta, debida al mayor espacio que, si el radio de dicha curva es reducido, requiere un vehículo para circular por ella.

TERCIANA: Franja longitudinal no destinada a la circulación, situada entre dos plataformas separadas correspondientes al tronco de una carretera y a una vía complementaria.

TRAMO: Cualquier porción de una carretera comprendida entre dos secciones transversales cualesquiera con alguna característica de trazado homogénea.

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 o están próximos a puntos singulares, tales como intersecciones, enlaces, cambios en el medio atravesado, ya sean de carácter topográfico o de utilización del suelo. Un tramo de proyecto podrá incluir varios tramos con diferentes velocidades de proyecto.

TRAMO PERIURBANO DE UNA CARRETERA (o abreviadamente CARRETERA PERIURBANA):

Parte de una carretera cuya zona de dominio público es colindante por una margen con suelos clasificados por el planeamiento vigente como urbanizados (según Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Suelo o normativa que la sustituya). A estos efectos, también tendrán la consideración de periurbano los tramos de cuatro kilómetros (4 km) anteriores y posteriores a un tramo urbano de la misma carretera, cuando este tenga una longitud superior a un kilómetro (> 1 km). Para planeamientos vigentes y no revisados con posterioridad al Real Decreto Legislativo 2/2008 se deberá entender como urbanizado si está calificado como urbano.

TRAMO URBANO DE UNA CARRETERA (o abreviadamente CARRETERA URBANA):

Parte de una carretera cuya zona de dominio público es colindante por ambas márgenes con suelos clasificados por el planeamiento vigente como urbanizados (según Real Decreto Legislativo 2/2008, de 20 de junio, por el que se aprueba el texto refundido de la ley de suelo o normativa que la sustituya). Para planeamientos vigentes y no revisados con posterioridad al Real Decreto Legislativo 2/2008 se deberá entender como urbanizado si está calificado como urbano.

TRAVESÍA: Parte de un tramo urbano, y excepcionalmente periurbano, de una carretera convencional o multicarril en la que existen edificaciones consolidadas al menos en las dos terceras partes de su longitud y un entramado de calles en al menos una de las márgenes que conecta con dicha carretera.

TRENZADO: Maniobra en la que dos flujos de tráfico del mismo sentido se entrecruzan.

TRONCO DE UNA CARRETERA (habitualmente TRONCO): Tramo de una calzada constituido por los carriles básicos, y eventualmente los adicionales, que mantiene continuamente las características de su clasificación técnica y funcional. Sirve principalmente a los movimientos de paso, aunque las conexiones le permiten atender a salidas o bifurcaciones y a entradas o confluencias. No incluye los ramales de enlace, ni las vías de giro, ni las vías colectoras-distribuidoras.

VEHÍCULO DE ALTA OCUPACIÓN (VAO): Vehículo automóvil destinado exclusivamente al transporte de personas, cuya masa máxima autorizada no exceda de tres mil quinientos kilos ($\leq 3\ 500$ kg), y que deberá estar ocupado por el número mínimo de personas que, para cada tramo de la red viaria, se fije de acuerdo con lo que establezca la autoridad de tráfico.

VEHÍCULO DE TRANSPORTE COLECTIVO (autobús, microbús y autocar): Automóvil que tiene más de nueve (> 9) plazas incluida la del conductor, destinado, por su construcción y acondicionamiento, al transporte de personas y equipajes.

VEHÍCULO ESPECIAL: Vehículo autopropulsado o remolcado, concebido y construido para realizar obras o servicios determinados y que, por sus características, está exceptuado de cumplir alguna de las características técnicas exigidas en el Reglamento General de Vehículos o sobrepase permanentemente los límites establecidos en el mismo para masas o dimensiones, así como la maquinaria agrícola y sus remolques.

VEHÍCULO PATRÓN CARACTERÍSTICO: Vehículo automóvil que sirve como referencia para el diseño de los elementos de una carretera.

VEHÍCULO PESADO (VP): Automóvil cuya masa máxima autorizada exceda de tres mil quinientos kilos (> 3 500 kg) destinado al transporte de mercancías o que tiene más de nueve (> 9) plazas incluida la del conductor destinado al transporte de personas, excluyendo los denominados vehículos especiales.

VELOCIDAD DE PROYECTO DE UN TRAMO (V_p): Velocidad para la que se definen las características geométricas del trazado en condiciones de comodidad y seguridad.

VÍA CICLISTA: Vía específicamente acondicionada para el tráfico de ciclos, con la señalización horizontal y vertical correspondiente, y cuyo ancho permite el paso de estos vehículos.

VÍA COLECTORA-DISTRIBUIDORA: Calzada con sentido único de circulación, generalmente paralela al tronco de una carretera adyacente y separada físicamente, cuyo objeto es independizar de dicho tronco los tramos de conflicto que se originan entre conexiones consecutivas próximas de ramales de enlace. En ningún caso servirá a las propiedades o edificios colindantes. La vía colectora-distribuidora es un elemento funcional de la carretera y, a efectos de su diseño, tendrá la consideración de carretera.

VÍA DE GIRO: En una intersección, vía o carretera que une otras dos que concurren en ella.

VÍA DE SERVICIO: Vía sensiblemente paralela a una carretera, respecto de la cual tiene carácter secundario, conectada a ella solamente en algunos puntos, y que sirve a las propiedades o edificios contiguos. Puede tener sentido de circulación único o doble. Por sus características, la vía de servicio es un elemento funcional de la carretera y, a efectos de su diseño, tendrá la consideración de carretera.

VÍA LATERAL (también denominada CALZADA LATERAL): Vía complementaria a la calzada central para accesibilidad y movilidad que cumple funciones tanto de vía colectora-distribuidora como de vía de servicio.

ANEXOS

ESTIMACIÓN DE LAS INTENSIDADES MEDIAS DIARIAS EN DIVERSAS CLASES DE CARRETERA

Cuando en un estudio de carreteras se debe decidir entre carretera convencional y carretera de calzadas separadas y dentro de esta última el número de carriles de la sección transversal, será necesario estimar la IMD prevista en el año horizonte para el nivel de servicio con el que se desea que funcione la carretera.

El *Manual de Capacidad del TRB (Transportation Research Board)* es una herramienta útil que permite estimar la máxima intensidad diaria que es capaz de soportar una carretera con un determinado nivel de servicio.

Con el fin de poder efectuar una estimación y sin perjuicio de un necesario análisis posterior más detallado se adjuntan unas tablas que proporcionan (en miles de vehículos) un primer tanteo de la IMD de la carretera para los niveles de servicio B, C, D y E.

Los datos mínimos necesarios para utilizar las tablas son:

- Niveles de servicio B, C, D y E.
- K: Factor de hora punta en tanto por uno (0,08; 0,10; 0,12 y 0,14).
- D: Relación de intensidades de tráfico entre sentidos (0,50; 0,55; 0,60 y 0,65).

Además de los datos anteriores se necesitan:

- En carreteras de calzadas separadas, el porcentaje de vehículos pesados (5, 10, 15 y 20).
- En carreteras convencionales, una estimación de los porcentajes de tramos de prohibición de adelantamiento (20, 40, 60 y 80).

En las Tablas A1.1, A1.2 y A1.3 para carreteras convencionales C-100, carreteras multicarril C-100 de cuatro carriles y carreteras de calzadas separadas A-120 de cuatro carriles, es posible la interpolación para otros valores discretos.

Las tablas se han calculado para:

- Inclinaciones de rasante comprendidas entre $-2\% \leq i \leq +2\%$.
- Inclinaciones de rasante comprendidas entre $+2\% < i \leq +4\%$ y $-2\% < i \leq -4\%$.

Para otros datos y clases de carretera es necesario efectuar el cálculo según se indica en el *Manual de Capacidad del TRB (Transportation Research Board)*.

TABLA A1.1

**INTENSIDAD MEDIA DIARIA (IMD) DE UNA CARRETERA CONVENCIONAL C-100
(x 1.000 VEHÍCULOS/DÍA)**

FACTORES		PORCENTAJE DE TRAMOS DE PROHIBICIÓN DE ADELANTAMIENTO															
		20 %				40 %				60 %				80 %			
		NIVELES DE SERVICIO				NIVELES DE SERVICIO				NIVELES DE SERVICIO				NIVELES DE SERVICIO			
K	D	B	C	D	E	B	C	D	E	B	C	D	E	B	C	D	E
INCLINACIÓN DE LA RASANTE: - 2 % ≤ i ≤ + 2 %																	
0,08	0,50	6	9	15	32	4	8	14	32	4	7	13	32	3	7	13	32
	0,55	6	9	15	35	5	9	14	35	3	8	13	35	3	7	13	35
	0,60	5	9	14	32	4	8	13	32	3	7	12	32	3	7	12	32
	0,65	5	9	14	29	4	8	12	29	3	7	12	29	3	7	12	29
0,10	0,50	5	8	14	29	4	7	12	29	3	7	12	29	3	6	12	29
	0,55	5	7	12	28	4	7	11	28	3	6	11	28	3	6	11	28
	0,60	4	7	11	26	3	6	10	26	2	6	10	26	2	6	10	26
	0,65	4	7	11	24	3	6	10	24	2	6	10	24	2	5	10	24
0,12	0,50	4	7	11	24	3	6	10	24	3	5	10	24	2	5	10	24
	0,55	4	6	10	23	3	6	10	23	2	5	9	23	2	5	9	23
	0,60	4	6	9	21	3	5	9	21	2	5	8	21	2	5	8	21
	0,65	4	6	9	20	3	5	8	20	2	5	8	20	2	4	8	20
0,14	0,50	4	6	10	21	3	5	9	21	2	5	8	21	2	5	8	21
	0,55	3	5	9	20	3	5	8	20	2	4	8	20	2	4	8	20
	0,60	3	5	8	18	2	4	7	18	2	4	7	18	2	4	7	18
	0,65	3	5	8	17	2	4	7	17	2	4	7	17	2	4	7	17
INCLINACIÓN DE LA RASANTE: + 2 % < i ≤ + 4 % y - 2 % < i ≤ - 4 %																	
0,08	0,50	4	7	15	32	3	7	13	32	2	6	12	32	2	6	12	32
	0,55	4	7	15	35	3	7	14	35	2	6	12	35	2	6	12	35
	0,60	4	7	14	32	3	7	12	32	2	6	12	32	2	6	11	32
	0,65	4	7	14	29	3	7	12	29	2	6	11	29	2	6	11	29
0,10	0,50	4	6	14	29	3	6	12	29	2	5	11	29	2	5	11	29
	0,55	4	5	12	28	3	6	11	28	2	5	10	28	2	5	10	28
	0,60	3	5	11	26	3	5	10	26	2	5	9	26	1	5	9	26
	0,65	3	5	11	24	3	5	10	24	2	5	9	24	1	4	9	24
0,12	0,50	3	5	11	24	2	5	10	24	2	4	9	24	2	4	9	24
	0,55	3	4	10	23	2	5	9	23	2	4	8	23	1	4	8	23
	0,60	3	4	9	21	2	4	8	21	1	4	8	21	1	4	7	21
	0,65	3	4	9	20	2	4	8	20	1	4	7	20	1	4	7	20
0,14	0,50	3	4	10	21	2	4	8	21	2	4	8	21	1	4	8	21
	0,55	3	4	8	20	2	4	8	20	1	4	7	20	1	3	7	20
	0,60	2	4	8	18	2	4	7	18	1	3	7	18	1	3	6	18
	0,65	2	4	8	17	2	4	7	17	1	3	6	17	1	3	6	17

TABLA A1.2

**INTENSIDAD MEDIA DIARIA (IMD) DE UNA CARRETERA MULTICARRIL C-100
DE CUATRO CARRILES (x 1 000 VEHÍCULOS/DÍA)**

FACTORES		PORCENTAJE DE VEHÍCULOS PESADOS															
		5 %				10 %				15 %				20 %			
		NIVELES DE SERVICIO				NIVELES DE SERVICIO				NIVELES DE SERVICIO				NIVELES DE SERVICIO			
K	D	B	C	D	E	B	C	D	E	B	C	D	E	B	C	D	E
INCLINACIÓN DE LA RASANTE: $- 2 \% \leq i \leq + 2 \%$																	
0,08	0,50	48	69	88	96	46	66	84	92	44	63	80	88	42	60	77	84
	0,55	44	62	80	88	42	60	76	84	40	57	73	80	38	55	70	77
	0,60	40	57	73	80	38	55	70	77	37	52	67	73	35	50	64	70
	0,65	37	53	68	74	35	50	65	71	34	48	62	68	32	46	59	65
0,09	0,50	43	61	78	86	41	58	75	82	39	56	71	78	38	53	68	75
	0,55	39	56	71	78	37	53	68	74	36	51	65	71	34	49	62	68
	0,60	36	51	65	71	34	49	62	68	33	46	59	65	31	45	57	63
	0,65	33	47	60	66	31	45	57	63	30	43	55	60	29	41	53	58
0,10	0,50	39	55	70	77	37	52	67	74	35	50	64	70	34	48	62	68
	0,55	35	50	64	70	33	48	61	67	32	46	58	64	31	44	56	61
	0,60	32	46	59	64	31	44	56	61	29	42	54	59	28	40	51	56
	0,65	30	42	54	59	28	40	52	57	27	39	49	54	26	37	47	52
0,11	0,50	35	50	64	70	33	48	61	67	32	46	58	64	31	44	56	61
	0,55	32	45	58	64	30	43	56	61	29	41	53	58	28	40	51	56
	0,60	29	42	53	58	28	40	51	56	27	38	49	53	26	36	47	51
	0,65	27	38	49	54	26	37	47	51	25	35	45	49	24	34	43	47
0,12	0,50	32	46	59	64	31	44	56	61	29	42	54	59	28	40	51	56
	0,55	29	42	53	58	28	40	51	56	27	38	49	53	26	36	47	51
	0,60	27	38	49	54	26	36	47	51	24	35	45	49	23	33	43	47
	0,65	25	35	45	49	24	34	43	47	23	32	41	45	22	31	39	43
INCLINACIÓN DE LA RASANTE: $+ 2 \% < i \leq + 4 \%$ y $- 2 \% < i \leq - 4 \%$																	
0,08	0,50	46	66	84	92	42	60	77	84	39	55	71	78	36	52	66	72
	0,55	42	60	76	84	38	55	70	77	35	50	65	71	33	47	60	66
	0,60	38	55	70	77	35	50	64	70	32	46	59	65	30	43	55	60
	0,65	35	50	65	71	32	46	59	65	30	43	55	60	28	40	51	56
0,09	0,50	41	58	75	82	38	53	68	75	35	49	63	69	32	46	59	64
	0,55	37	53	68	74	34	49	62	68	31	45	57	63	29	42	53	58
	0,60	34	49	62	68	31	45	57	63	29	41	53	58	27	38	49	54
	0,65	31	45	57	63	29	41	53	58	27	38	49	53	25	35	45	49
0,10	0,50	37	52	67	74	34	48	62	68	31	44	57	62	29	41	53	58
	0,55	33	48	61	67	31	44	56	61	28	40	52	57	26	37	48	53
	0,60	31	44	56	61	28	40	51	56	26	37	47	52	24	34	44	48
	0,65	28	40	52	57	26	37	47	52	24	34	44	48	22	32	41	45
0,11	0,50	33	48	61	67	31	44	56	61	28	40	52	57	26	37	48	53
	0,55	30	43	56	61	28	40	51	56	26	37	47	51	24	34	44	48
	0,60	28	40	51	56	26	36	47	51	24	34	43	47	22	31	40	44
	0,65	26	37	47	51	24	34	43	47	22	31	40	44	20	29	37	40
0,12	0,50	31	44	56	61	28	40	51	56	26	37	47	52	24	34	44	48
	0,55	28	40	51	56	26	36	47	51	24	34	43	47	22	31	40	44
	0,60	26	36	47	51	23	33	43	47	22	31	39	43	20	29	37	40
	0,65	24	34	43	47	22	31	39	43	20	28	36	40	19	26	34	37

TABLA A1.3

**INTENSIDAD MEDIA DIARIA (IMD) DE UNA CARRETERA A-120 DE CUATRO CARRILES
(X 1 000 VEHÍCULOS/DÍA)**

FACTORES		PORCENTAJE DE VEHÍCULOS PESADOS															
		5 %				10 %				15 %				20 %			
		NIVELES DE SERVICIO				NIVELES DE SERVICIO				NIVELES DE SERVICIO				NIVELES DE SERVICIO			
K	D	B	C	D	E	B	C	D	E	B	C	D	E	B	C	D	E
INCLINACIÓN DE LA RASANTE: - 2% ≤ i ≤ + 2 %																	
0,08	0,50	60	80	96	109	57	77	92	104	55	73	88	99	53	70	84	95
	0,55	55	73	88	99	52	70	84	94	50	67	80	90	48	64	77	86
	0,60	50	67	80	90	48	64	77	86	46	61	73	83	44	59	70	79
	0,65	46	62	74	84	44	59	71	80	42	56	68	76	40	54	65	73
0,09	0,50	53	71	86	97	51	68	82	92	49	65	78	88	47	62	75	84
	0,55	49	65	78	88	46	62	74	84	44	59	71	80	42	57	68	77
	0,60	45	60	71	80	42	57	68	77	41	54	65	73	39	52	62	70
	0,65	41	55	66	74	39	52	63	71	38	50	60	68	36	48	58	65
0,10	0,50	48	64	77	87	46	61	74	83	44	59	70	79	42	56	67	76
	0,55	44	58	70	79	42	56	67	75	40	53	64	72	38	51	61	69
	0,60	40	54	64	72	38	51	61	69	37	49	59	66	35	47	56	63
	0,65	37	49	59	67	35	47	57	64	34	45	54	61	32	43	52	58
0,11	0,50	44	58	70	79	42	56	67	75	40	53	64	72	38	51	61	69
	0,55	40	53	64	72	38	51	61	69	36	49	58	66	35	46	56	63
	0,60	36	49	58	66	35	46	56	63	33	44	53	60	32	43	51	58
	0,65	34	45	54	61	32	43	51	58	31	41	49	55	29	39	47	53
0,12	0,50	40	54	64	72	38	51	61	69	37	49	59	66	35	47	56	63
	0,55	36	49	58	66	35	46	56	63	33	44	53	60	32	43	51	58
	0,60	33	45	54	60	32	43	51	58	30	41	49	55	29	39	47	53
	0,65	31	41	49	56	29	39	47	53	28	38	45	51	27	36	43	49
INCLINACIÓN DE LA RASANTE: + 2% < i ≤ + 4 % y - 2% < i ≤ - 4 %																	
0,08	0,50	57	77	92	104	53	70	84	95	49	65	78	88	45	60	72	81
	0,55	52	70	84	94	48	64	77	86	44	59	71	80	41	55	66	74
	0,60	48	64	77	86	44	59	70	79	40	54	65	73	38	50	60	68
	0,65	44	59	71	80	40	54	65	73	37	50	60	67	35	46	56	63
0,09	0,50	51	68	82	92	47	62	75	84	43	58	69	78	40	54	64	72
	0,55	46	62	74	84	42	57	68	77	39	52	63	71	36	49	58	66
	0,60	42	57	68	77	39	52	62	70	36	48	58	65	33	45	54	60
	0,65	39	52	63	71	36	48	58	65	33	44	53	60	31	41	49	56
0,10	0,50	46	61	74	83	42	56	67	76	39	52	62	70	36	48	58	65
	0,55	42	56	67	75	38	51	61	69	35	47	57	64	33	44	53	59
	0,60	38	51	61	69	35	47	56	63	32	43	52	58	30	40	48	54
	0,65	35	47	57	64	32	43	52	58	30	40	48	54	28	37	44	50
0,11	0,50	42	56	67	75	38	51	61	69	35	47	57	64	33	44	53	59
	0,55	38	51	61	69	35	46	56	63	32	43	51	58	30	40	48	54
	0,60	35	46	56	63	32	43	51	58	29	39	47	53	27	37	44	49
	0,65	32	43	51	58	29	39	47	53	27	36	44	49	25	34	40	46
0,12	0,50	38	51	61	69	35	47	56	63	32	43	52	58	30	40	48	54
	0,55	35	46	56	63	32	43	51	58	29	39	47	53	27	37	44	49
	0,60	32	43	51	58	29	39	47	53	27	36	43	49	25	33	40	45
	0,65	29	39	47	53	27	36	43	49	25	33	40	45	23	31	37	42

ESTIMACIÓN DE LA LONGITUD DE LOS CARRILES DE CAMBIO DE VELOCIDAD

En los modelos utilizados en la presente Norma se considera el vehículo como un sólido rígido, despreciando el efecto del sistema de suspensión.

Modelo de aceleración

Para la estimación del comportamiento de un vehículo frente a la situación de aceleración se considera que las condiciones de la maniobra se encuentran determinadas fundamentalmente por las prestaciones del vehículo.

Asumiendo que la maniobra puede ser descrita con suficiente precisión en una dimensión, la exigencia de equilibrio conduce al siguiente sistema de ecuaciones diferenciales ordinarias:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{P}{g} \cdot \frac{dv}{dt} = F - R_T \\ v = \frac{dx}{dt} \end{array} \right.$$

Siendo:

P Peso del vehículo (N).

g Intensidad del campo gravitatorio (N/kg).

F Fuerza de avance del vehículo (N).

R_T Resistencias longitudinales al avance del vehículo (N).

v Velocidad longitudinal del vehículo (m/s).

Considerada la potencia del motor constante durante toda la maniobra, la fuerza de avance del vehículo puede ser estimada mediante la siguiente expresión:

$$F = \eta \cdot \frac{H}{v}$$

Siendo:

H Potencia del motor (W).

η Coeficiente de eficiencia de la transmisión.

Esta expresión define una hipérbola equilátera referida a sus propias asíntotas, paralelas a los ejes coordenados. No obstante, la fuerza de avance vendrá acotada por la máxima fuerza de tracción asumible por el pavimento, condición que se pone exclusivamente de manifiesto en los instantes iniciales de la maniobra. Esta reacción se puede estimar por:

$$F_{\max} = \mu \cdot g \cdot M_{\text{tr}}$$

Siendo:

μ Coeficiente de rozamiento máximo entre el neumático y el pavimento.

M_{tr} Masa que descansa sobre el eje tractor del vehículo (kg).

Por otro lado, la resistencia total (R_T) al avance de un vehículo se estima por la expresión:

$$R_T = R_a + R_r \pm R_g$$

Siendo:

R_a Resistencia aerodinámica longitudinal (N).

R_r Resistencia a la rodadura (N).

R_g Resistencia debida a la existencia de una inclinación (N).

Estas tres resistencias se pueden estimar mediante las siguientes expresiones:

$$R_a = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot C_d \cdot A \cdot v^2$$

$$R_r = f_r \cdot P = \frac{C_r \cdot (c_1 + c_2 \cdot v)}{1\,000} \cdot P$$

$$R_g = P \cdot i$$

Siendo:

ρ Densidad del aire a la temperatura y cota considerada (kg/m^3).

C_d Coeficiente de resistencia aerodinámica longitudinal del vehículo.

A Área frontal del vehículo (m^2).

f_r Coeficiente de resistencia a la rodadura.

C_r Coeficiente básico de resistencia a la rodadura (1,25).

c_1, c_2 Coeficientes empíricos que describen la variación de la resistencia a la rodadura con la velocidad, para neumáticos radiales ($c_1 = 4,575$ y $c_2 = 0,0328$).

i Inclinación de la rasante (en tanto por uno, y con signo positivo para rampas y negativo para pendientes).

Los vehículos patrón considerados en la simulación son los incluidos en la Tabla A2.1.

TABLA A2.1
CARACTERÍSTICAS DINÁMICAS DE LOS VEHÍCULOS PATRÓN

VEHÍCULO	POTENCIA (CV)	P/H (kg/kW)	ÁREA FRONTAL (m ²)	C _d
Ligero	85	20	2,5	0,4
Pesado	450	120	10	1,1

El sistema planteado puede ser finalmente resuelto numéricamente de forma elemental mediante un esquema de primer orden de Euler. Dado que en el modelo no se incorpora el efecto de los cambios de marchas, los resultados pueden sobrevalorar ligeramente las velocidades en distancias cortas. Con estas premisas se han obtenido los valores de la Tabla 8.2.

Si se desprecia el efecto de la resistencia aerodinámica y se considerase la resistencia a la rodadura constante, se puede obtener una solución analítica sencilla, de la forma:

$$x = \frac{v_f}{g \cdot K} \cdot \left[\left(\frac{v_o - v}{2} \right) \cdot (v_o + 2 \cdot v_f + v) + v_f^2 \cdot \ln \left(\frac{v_o - v_f}{v - v_f} \right) \right] + x_o$$

Con:

$$K = \eta \cdot \frac{H}{P} \quad y \quad v_f = \frac{K}{(f_r \pm i)}$$

Siendo:

v_o Velocidad inicial del vehículo (m/s).

v_f Velocidad final del vehículo (m/s).

Esta simplificación es especialmente útil en el caso de los vehículos pesados.

Modelo de deceleración

Para la estimación del comportamiento de un vehículo frente a la situación de frenado se considera que las condiciones de la maniobra se encuentran determinadas fundamentalmente por las preferencias del conductor más que por las prestaciones del vehículo.

Disponiendo de un espacio aceptable que mantenga la maniobra, es el conductor en última instancia el que determina la magnitud de las aceleraciones que quiere asumir y su distribución longitudinal.

En estas condiciones, para la determinación de la distancia recorrida por un vehículo que pasa de una velocidad inicial (V_{do}) a otra velocidad final (V_{df}) se utiliza un modelo simplificado que considera una deceleración longitudinal uniforme, sin tener en cuenta las resistencias a la rodadura y las aerodinámicas. Conforme a esta hipótesis, la longitud necesaria de carril, en metros, vendría dada por la expresión:

$$L = \frac{(V_{do})^2 - (V_{df})^2}{254 \cdot i + 50}$$

Siendo:

i Inclinación de la rasante en tanto por uno (positiva en rampa y negativa en pendiente).

En esta fórmula las velocidades deben expresarse en km/h.

Vehículo patrón

Los valores de las longitudes de los carriles de cambio de velocidad que figuran en la Tabla 8.2 corresponden a las prestaciones de un vehículo ligero de 20 kg/kW.

La utilización de un vehículo patrón de diferentes prestaciones para el cálculo de las longitudes de los carriles de cambio de velocidad exigirá una justificación exhaustiva de la elección del vehículo y el cálculo de las correspondientes longitudes.

DIMENSIONES DE LOS VEHÍCULOS PATRÓN

Las dimensiones de los vehículos patrón se incluyen en las Figuras A3.1 a A3.6 y se resumen en la Tabla A3.1.

Entre todos los vehículos patrón se elegirá el característico a efectos de cálculo para las circunstancias ordinarias del tronco de una carretera, de los ramales de enlace, de las vías de giro, de los sobrecanchos en curvas, de las envolventes de giro, etc.

Se elegirá, en su caso, un vehículo patrón a efectos de cálculo para las circunstancias extraordinarias del tronco de una carretera, de los ramales de enlace, de las vías de giro, de la ubicación de la señalización vertical, etc. Justificadamente las dimensiones del vehículo considerado para las circunstancias extraordinarias podrán ser diferentes a las de los vehículos patrón incluidos en el presente anexo.

En un estudio o proyecto, podrán adoptarse diferentes vehículos patrón característicos en sus diversos nudos e incluso en los ramales de cada uno de ellos.

Si como consecuencia de la armonización de las dimensiones de los vehículos a la normativa comunitaria estas fuesen modificadas, se llevará a cabo un estudio técnico y económico para comprobar si es necesario utilizar otros vehículos patrón.

TABLA A3.1
DIMENSIONES (m) DE LOS VEHÍCULOS PATRÓN

CARACTERÍSTICA	TURISMO	FURGÓN	AUTOBÚS RÍGIDO ⁴⁴	AUTOBÚS ARTICULADO	CAMIÓN LIGERO ⁴⁵	CAMIÓN ARTICULADO		TREN DE CARRETERA																
						TRACTORA	SEMIRRE-MOLQUE ⁴⁶	CAMIÓN	REMOLQUE ⁴⁷															
Anchura	1,80	2,05	2,55	2,55	2,45 / 2,55 ⁴⁸	2,44	2,55	2,45	2,55															
						18,75				10,50	7,25													
Longitud	4,80	6,35	15,00	18,75	10,55	16,50		18,75																
						2,76	4,04	2,79 / 4,04	4,04	2,79 / 4,04	4,04													
Voladizo delantero	1,00	0,95	2,65	2,75	1,40	1,40	--	1,40	--															
										2,80	4,00	7,45	6,15	6,25	5,00	5,00	1,40	--						
Distancia entre ejes	--	--	--	--	--	--	5,65	1,30	6,70															
										--	--	--	--	--	--	--	--							
																		--	--	--	--	--	--	--
Voladizo trasero	1,00	1,40	3,50	2,65	2,90	2,95	3,20 / 0,70	1,40 / 5,30	2,95															
										--	--	--	2,00 / 5,20	--	--	--	--							
Posición del pivote ⁴⁹	--	--	--	2,00 / 5,20	--	--	3,20 / 0,70	1,40 / 5,30	--															

44 El de tres ejes resulta más restrictivo.

45 Se especifica la dimensión de la cabina y de la caja.

46 El semirremolque tiene tres ejes y puede circular con el más adelantado izado.

47 Los ejes de los remolques adoptan diversas configuraciones. El seleccionado tiene dos ejes centrados en la caja; pero los ejes se pueden situar también en los extremos de la caja. También puede tener tres ejes y un pivote de giro.

48 La primera cifra representa la dimensión de la cabina, la segunda la de la caja.

49 La primera cifra corresponde a la distancia del pivote al eje que está delante de él y la segunda al eje que está detrás. Por lo tanto, la suma de las dos cifras es la distancia entre esos dos ejes, entre los que está situado el pivote.

FIGURA A3.1
FURGÓN PATRÓN
 (dimensiones en metros)

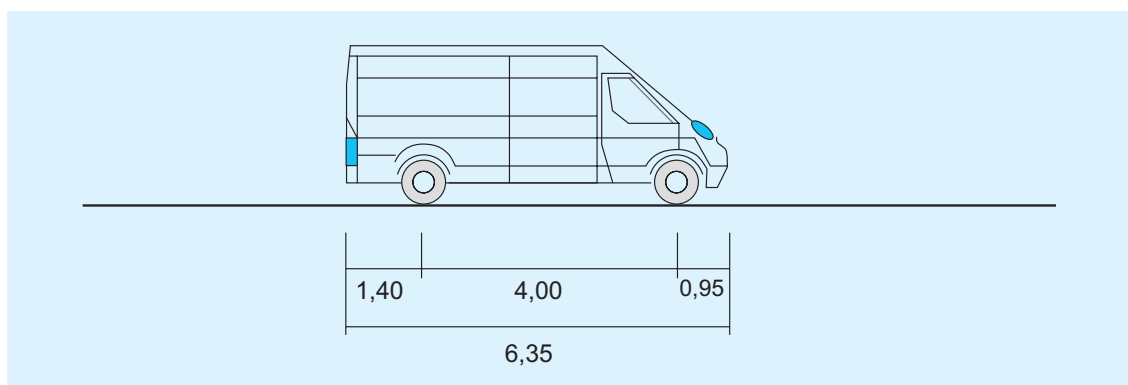


FIGURA A3.2
AUTOBÚS RÍGIDO PATRÓN
 (dimensiones en metros)

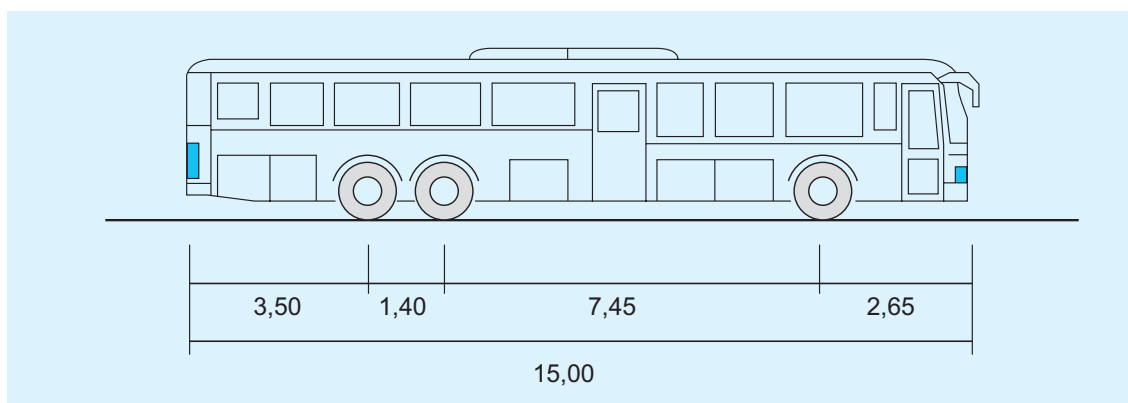


FIGURA A3.3
AUTOBÚS ARTICULADO PATRÓN
 (dimensiones en metros)

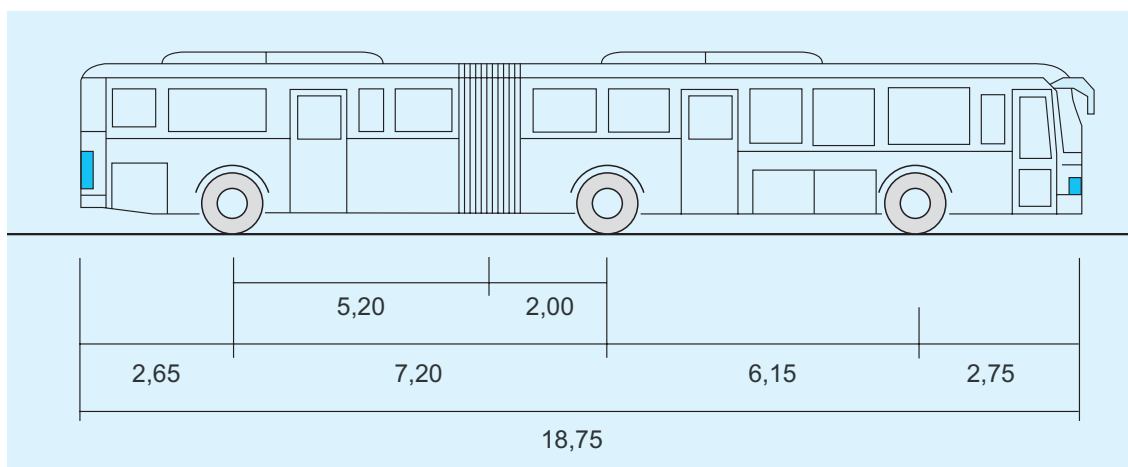


FIGURA A3.4

CAMIÓN LIGERO PATRÓN
(dimensiones en metros)

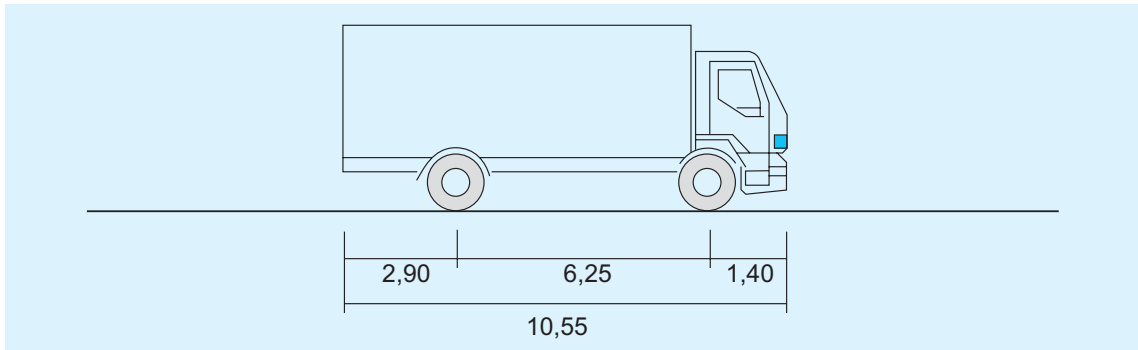


FIGURA A3.5

CAMIÓN ARTICULADO PATRÓN
(dimensiones en metros)

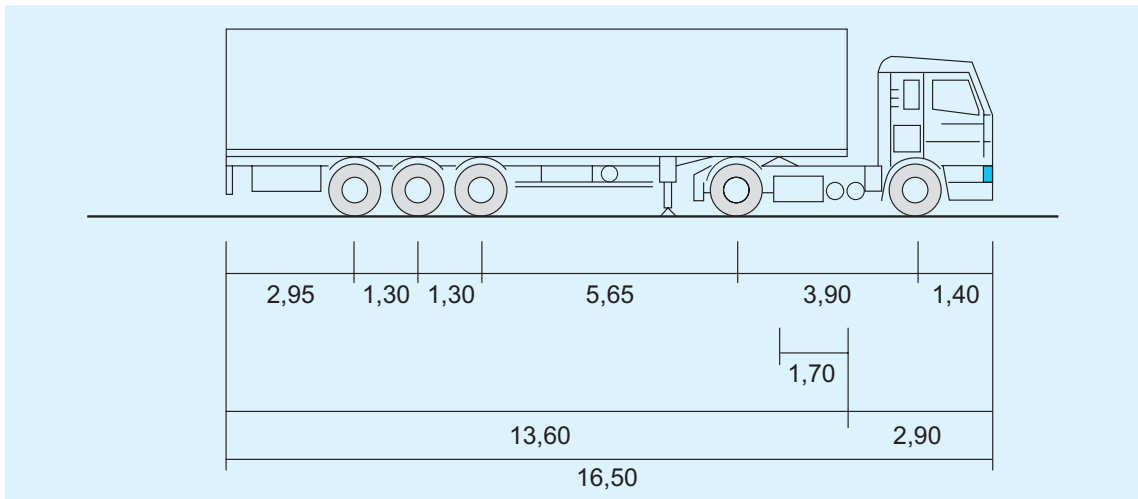
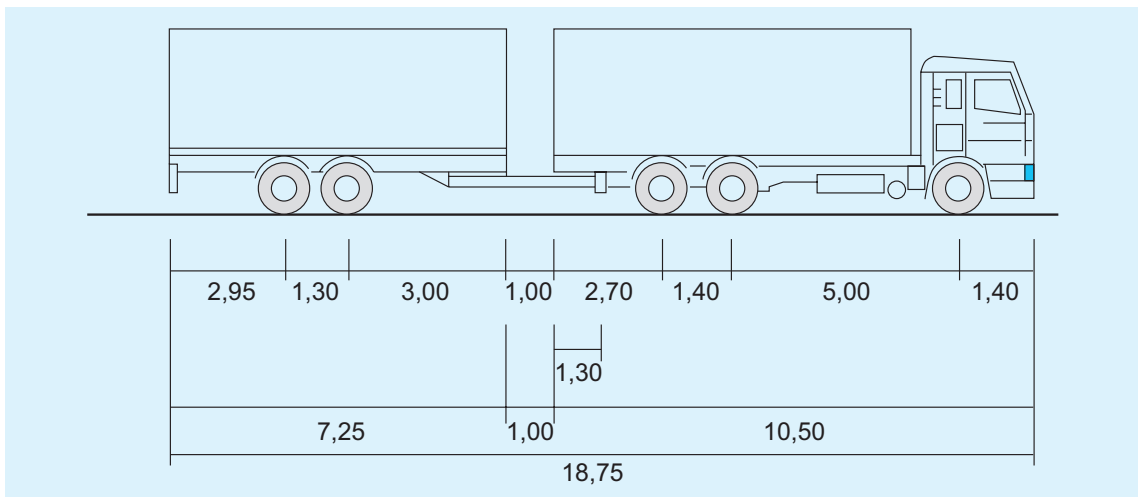


FIGURA A3.6

TREN DE CARRETERA PATRÓN
(dimensiones en metros)



TIPOS DE ALINEACIONES CURVAS

Se describen en este Anexo los siete (7) tipos de alineaciones curvas que suelen utilizarse en proyectos de carreteras. El Tipo I y el Tipo IV son los más utilizados en carreteras de los Grupos 1 y 2 y en las carreteras con velocidades más elevadas del Grupo 3.

FIGURA A4.1

ALINEACIÓN CURVA TIPO I CONSTITUIDA POR UNA CURVA CIRCULAR CENTRAL Y DOS CURVAS DE ACUERDO

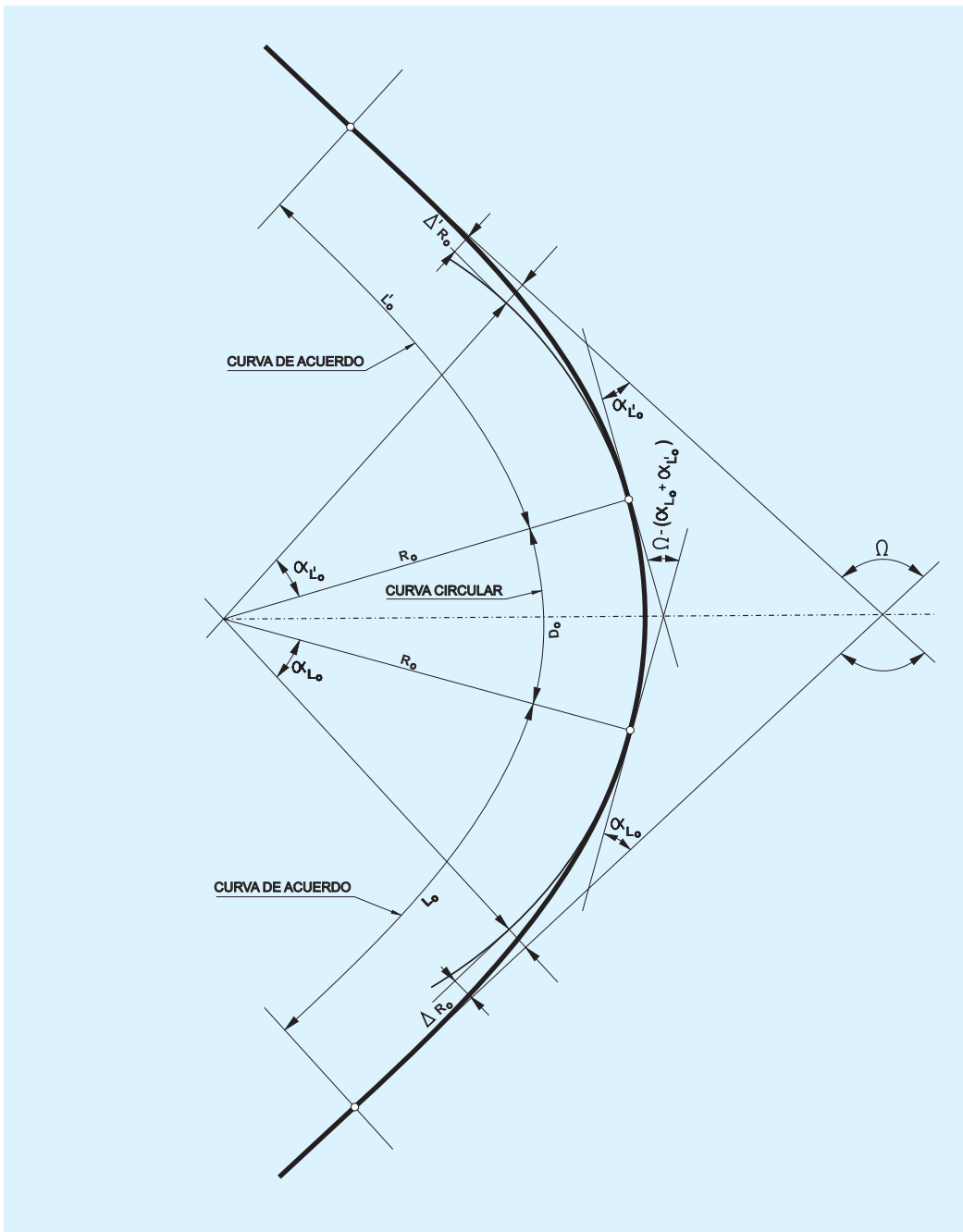


FIGURA A4.2

ALINEACIÓN CURVA TIPO II CONSTITUIDA POR DOS CURVAS DE ACUERDO TAMBIÉN DENOMINADA CLOTOIDES DE VÉRTICE O EN PUNTA

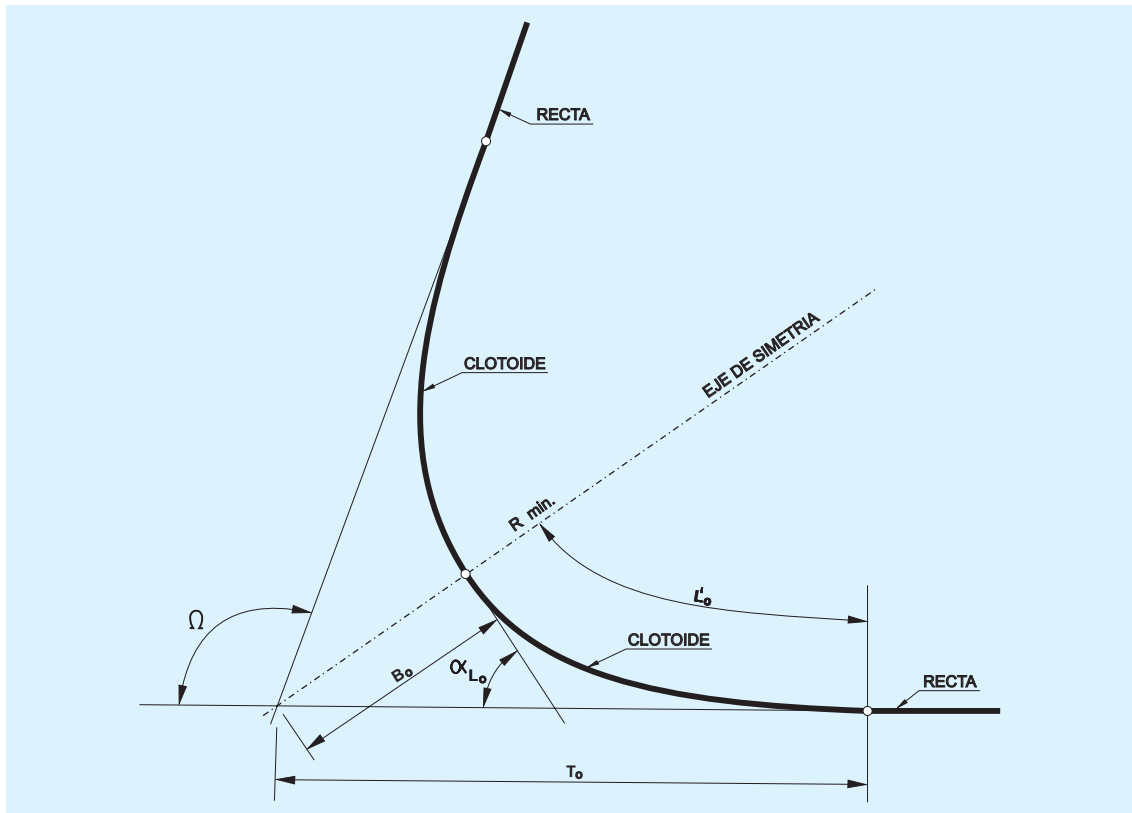


FIGURA A4.3

ALINEACIÓN CURVA TIPO III CONSTITUIDA POR UNA CURVA CIRCULAR

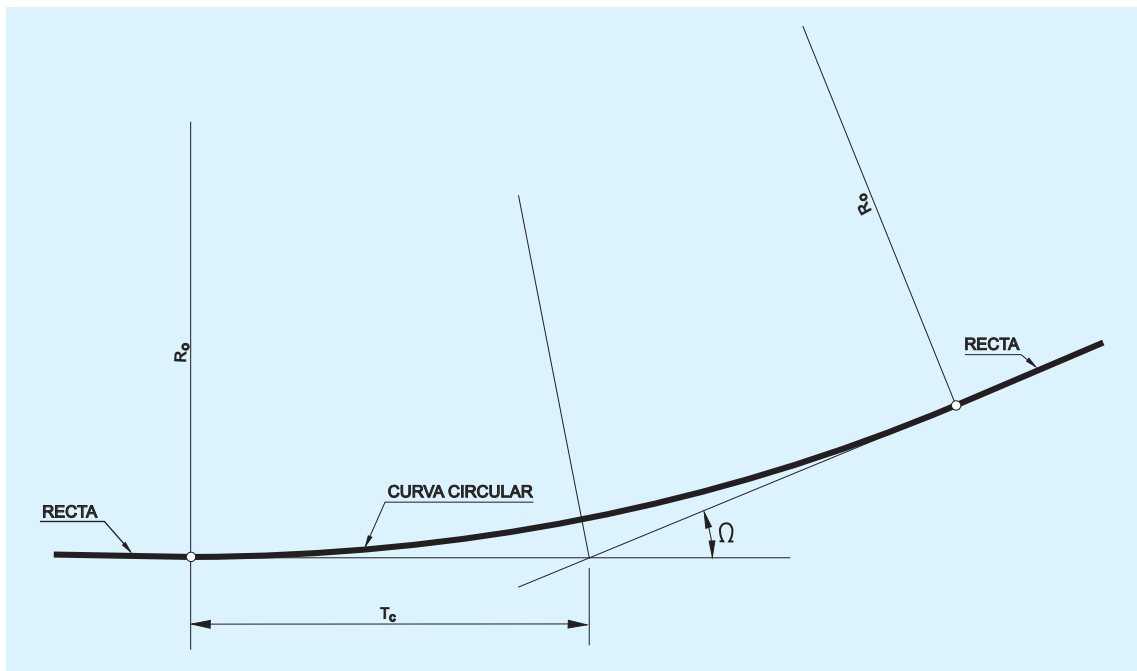


FIGURA A4.4

ALINEACIÓN CURVA TIPO IV CONSTITUIDA POR DOS CURVAS CIRCULARES ENLAZADAS CON DOS CURVAS DE ACUERDO

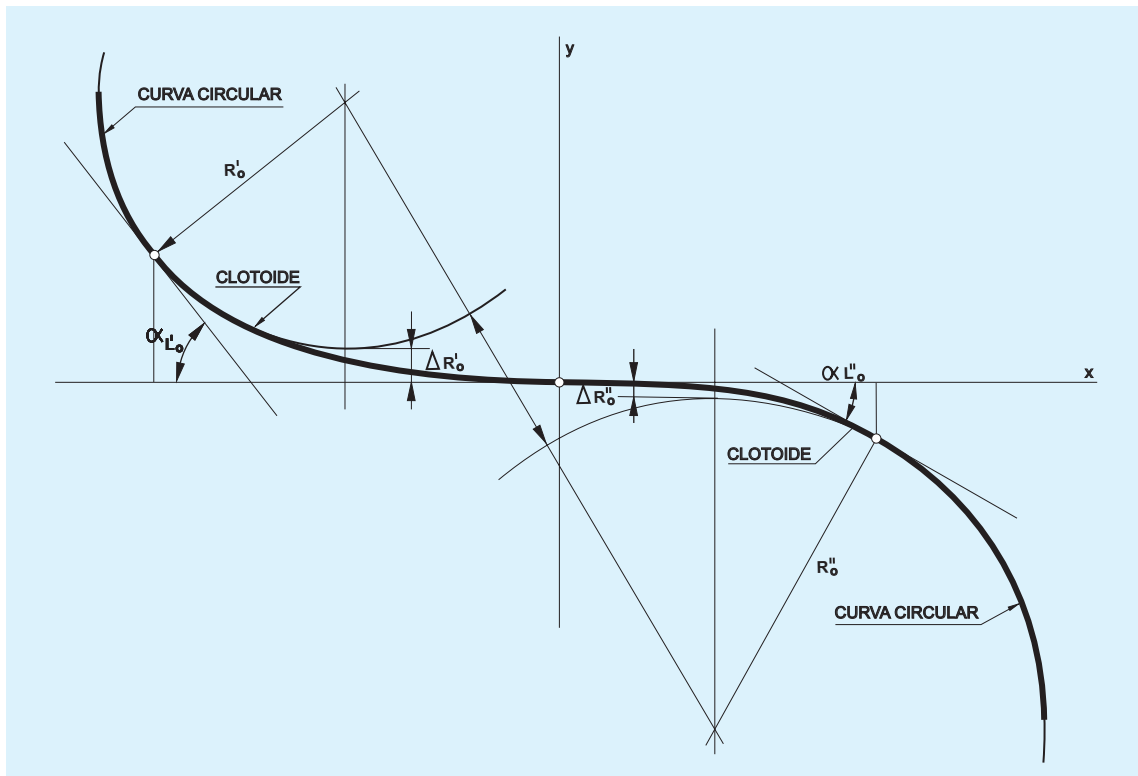


FIGURA A4.5

ALINEACIÓN CURVA TIPO V CONSTITUIDA POR DOS CURVAS CIRCULARES UNIDAS POR UNA CURVA DE ACUERDO INTERMEDIA

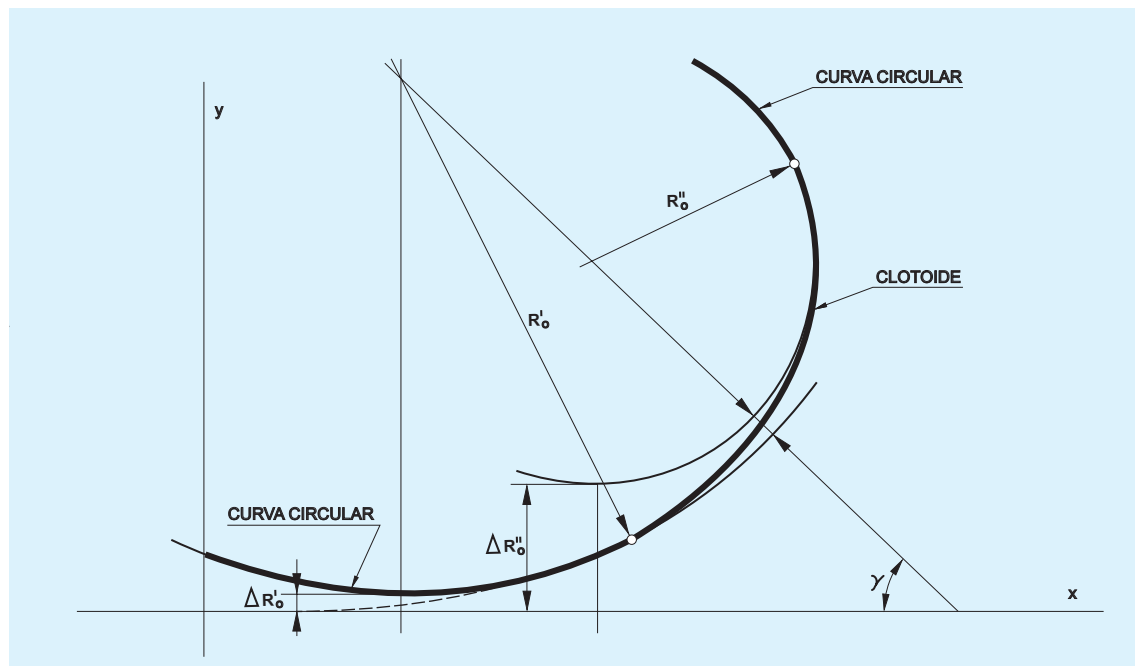


FIGURA A4.6

ALINEACIÓN CURVA TIPO VI CONSTITUIDA POR DOS CURVAS CIRCULARES CONTIGUAS SIN CURVA DE ACUERDO INTERMEDIA

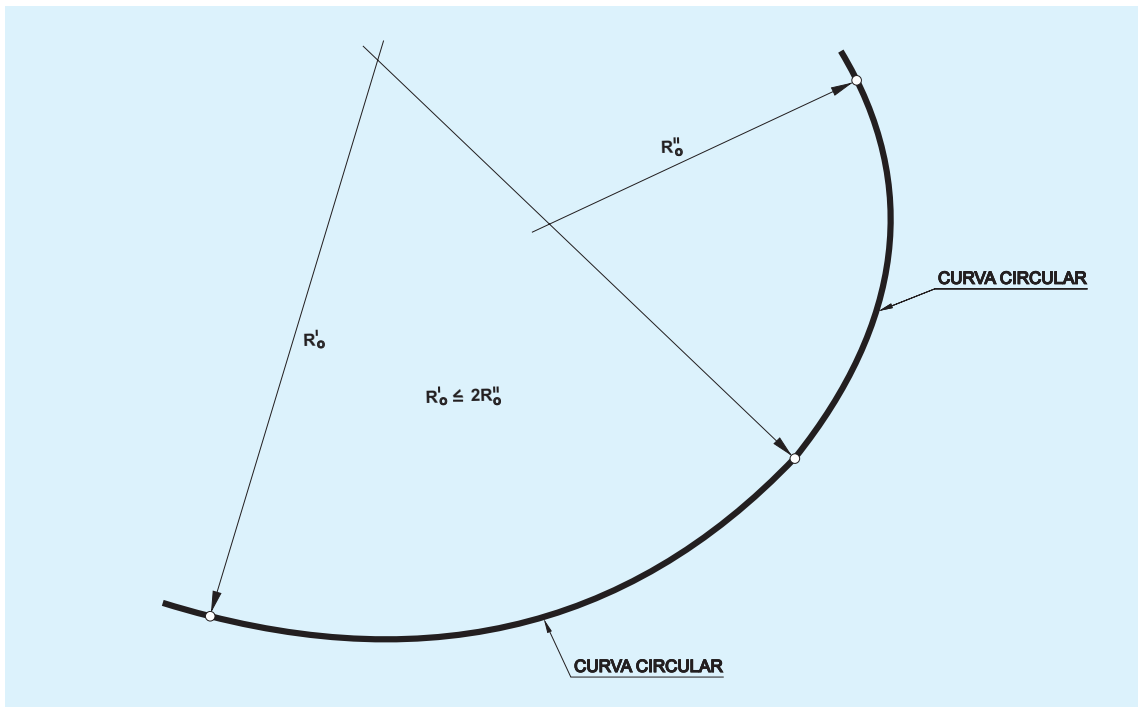
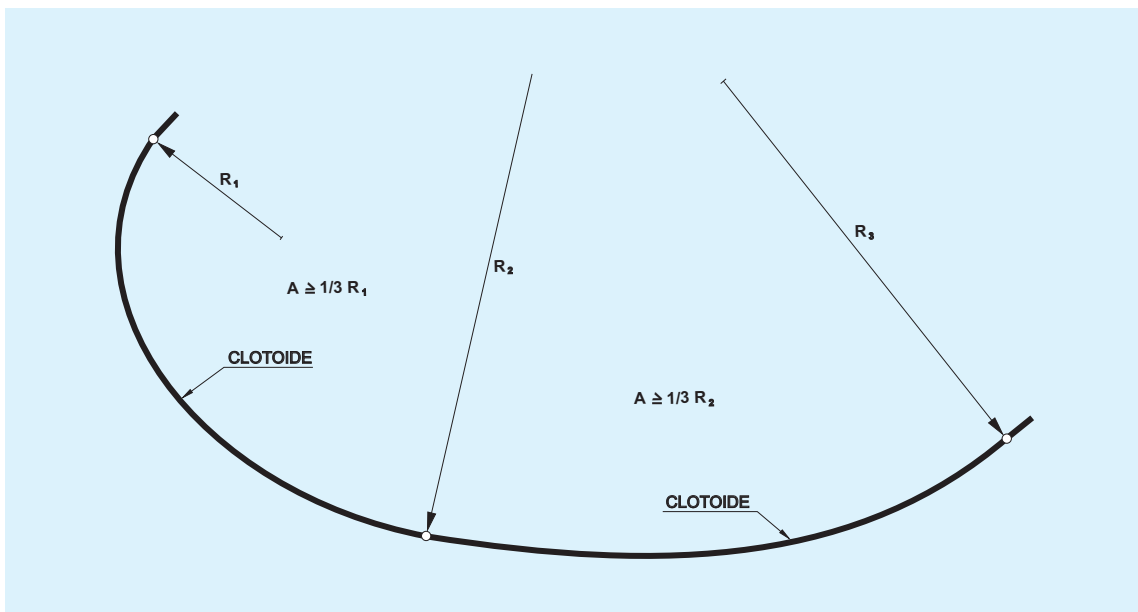


FIGURA A4.7

ALINEACIÓN CURVA TIPO VII CONSTITUIDA POR DOS CURVAS DE ACUERDO



VELOCIDADES EN LA CALZADA ANULAR DE UNA GLORIETA

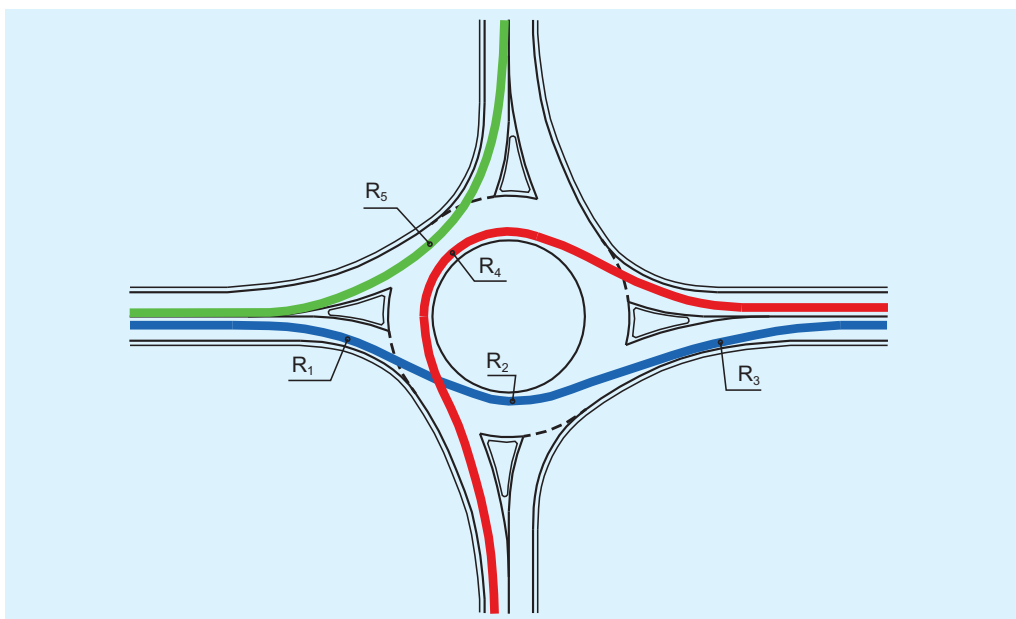
Para comprobar si resultan adecuadas las velocidades en planta en la calzada anular de una glorieta se obtendrán, para cada entrada, los radios representados en la Figura A5.1, debiéndose cumplir las siguientes relaciones:

- $R_1 < R_2 < R_3$ ⁵⁰ (Si $R_1 > R_2$ se cumplirán las condiciones de la Tabla A5.1).
- $6 \text{ m} < R_1 < 100 \text{ m}$ (con un valor óptimo de 20 m).
- $6 \text{ m} < R_5 < 100 \text{ m}$ (con un valor óptimo de 20 m).
- $R_3 \geq 40 \text{ m}$ (se puede reducir hasta 20 m si hay paso de peatones).

Para cada uno de estos radios se deducirán sus velocidades específicas, teniendo en cuenta la pendiente transversal y los rozamientos movilizados admisibles.

Las velocidades específicas correspondientes a los radios R_2 y R_5 no serán mayores que cincuenta kilómetros por hora ($\neq 50 \text{ km/h}$) y las correspondientes a los demás radios cumplirán lo establecido en la Tabla A5.1.

FIGURA A5.1



50 Esta condición es fácilmente cumplible en calzadas anulares de un carril pero con dos carriles concéntricos es difícil evitar cruces de trayectorias.

TABLA A5.1

RADIO	TIPO DE ENTORNO		CONDICIÓN
R_3	Urbano		$V_3 < 45 \text{ km/h}$ o, alternativamente, $V_2 < 30 \text{ km/h}$
R_1 y R_2	Urbano	1 carril	$V_1 < V_2 + 20 \text{ km/h}$
		2 carriles	$V_1 < V_2 + 20 \text{ km/h}$ y $V_1 > V_2 - 10 \text{ km/h}$
	Interurbano	1 carril	$V_1 < V_2 + 15 \text{ km/h}$
		2 carriles	$V_1 < V_2 + 15 \text{ km/h}$ y $V_1 > V_2 - 10 \text{ km/h}$
R_3 y R_2	Urbano		$V_3 > V_2 - 5 \text{ km/h}$
	Interurbano		$V_3 > V_2$
R_1 y R_4	Cualquiera		$V_1 < V_4 + 30 \text{ km/h}$
R_5 y R_4	Cualquiera		$V_5 < V_4 + 20 \text{ km/h}$
R_2 y R_4	Cualquiera		$R_2 < 1,6 \cdot R_4$ $V_2 < V_4 + 20 \text{ km/h}$



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE TRANSPORTES, MOVILIDAD
Y AGENDA URBANA

SECRETARÍA GENERAL
TÉCNICA

CENTRO
DE PUBLICACIONES