

SEGUNDA SECCION

PODER EJECUTIVO

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

NORMA Oficial Mexicana NOM-037-SCT2-2012, Barreras de protección en carreteras y vialidades urbanas.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Comunicaciones y Transportes.

FELIPE DUARTE OLVERA, Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, con fundamento en los artículos 36 fracciones I y XII de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracción II, 40 fracciones I, III y XVI, 41, 43 y 47 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 4 de la Ley Federal de Procedimiento Administrativo; 5o. fracción VI de la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal; 28 y 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 6o. fracción XIII del Reglamento Interior de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes; y demás ordenamientos jurídicos que resulten aplicables, y

CONSIDERANDO

Que es necesario establecer los criterios generales que han de atenderse para el diseño y colocación de barreras de protección en las carreteras y vialidades urbanas de jurisdicción federal, estatal y municipal, así como la designación, definición y utilización de los diversos elementos que las conforman, con el propósito de que provean de seguridad a los usuarios, tanto del autotransporte federal como público en general, para que transiten en forma segura por las carreteras y vialidades urbanas que tengan tramos con curvas horizontales, terraplenes altos u obstáculos adyacentes a la corona de la carretera o al arroyo vial, donde exista el riesgo de que ocurran accidentes cuando, por condiciones meteorológicas, por fallas mecánicas o por errores de los conductores, los vehículos pudieran salirse del camino incontroladamente.

Que en el caso de la Norma Oficial Mexicana en cita, se contemplan las barreras de orilla de corona, también conocidas como barreras laterales o defensas, y las barreras separadoras de sentidos de circulación o barreras centrales, incluyendo sus secciones de transición, de amortiguamiento y terminales, que son dispositivos de seguridad que se instalan longitudinalmente en uno o en ambos lados del camino, con el objeto de impedir, por medio de la contención y redireccionamiento, que algún vehículo fuera de control salga del camino por fallas en la conducción, condiciones meteorológicas o por fallas mecánicas, protegiendo a sus ocupantes y a las vías de comunicación, con la disminución de la severidad de esos eventuales accidentes.

Que para dar cumplimiento al procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN) para la emisión de las Normas Oficiales Mexicanas, con fecha 26 de enero de 2012, se publicó en el Diario Oficial de la Federación el PROY-NOM-037-SCT2-2011, Barreras de protección en carreteras y vialidades urbanas, a efecto de que en términos del artículo 47 fracción I de la LFMN y 33 del Reglamento de la LFMN, los interesados en un periodo de 60 días naturales presentaran comentarios respecto al PROY-NOM-037-SCT2-2011, al Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre.

Que durante el plazo de 60 días naturales, contados a partir de la fecha de publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana, la Manifestación de Impacto Regulatorio y los análisis que sirvieron de base para su elaboración, a que se refieren los artículos 45 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 32 de su Reglamento, estuvieron a disposición del público en general para su consulta, en el domicilio del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre.

Que durante el plazo señalado los interesados presentaron sus comentarios al Proyecto de Norma Oficial Mexicana de PROY-NOM-037-SCT2-2011, los cuales fueron motivo de estudio por parte del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, publicándose en el Diario Oficial de la Federación las respuestas a los comentarios el 31 de julio de 2012.

Que el Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, de conformidad con el inciso d) de la fracción II del artículo 28 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, el cual indica que la clave de la norma debe hacer referencia al año en el que ésta es aprobada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización correspondiente, tuvo a bien aprobar por unanimidad la actualización de la clave código de la Norma Oficial Mexicana, así como la Norma Oficial Mexicana NOM-037-SCT2-2011, Barreras de protección en carreteras y vialidades urbanas, en su segunda reunión ordinaria celebrada el 19 de junio de 2012.

En tal virtud y previa aprobación del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, he tenido a bien expedir la siguiente: Norma Oficial Mexicana NOM-037-SCT2-2012, Barreras de Protección en Carreteras y Vialidades Urbanas.

Atentamente

México, D.F., a 5 de septiembre de 2012.- El Subsecretario de Transporte y Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización de Transporte Terrestre, **Felipe Duarte Olvera**.- Rúbrica.

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-037-SCT2-2012**BARRERAS DE PROTECCION EN CARRETERAS Y VIALIDADES URBANAS****PREFACIO**

En la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana participaron:

SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES

- INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE
- DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS TECNICOS

CAMINOS Y PUENTES FEDERALES Y SERVICIOS CONEXOS

- DIRECCION DE INFRAESTRUCTURA CARRETERA

SECRETARIA DE DESARROLLO SOCIAL

- DIRECCION GENERAL DE EQUIPAMIENTO E INFRAESTRUCTURA EN ZONAS URBANO MARGINADAS

SECRETARIA DE TURISMO

- DIRECCION GENERAL DE MEJORA REGULATORIA

SECRETARIA DE SEGURIDAD PUBLICA

- POLICIA FEDERAL

SECRETARIA DE TRANSPORTE Y VIALIDAD DEL DISTRITO FEDERAL

- DIRECCION GENERAL DE PLANEACION Y VIALIDAD

INSTITUCIONES ACADEMICAS

- INSTITUTO DE INGENIERIA DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
- ESCUELA SUPERIOR DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA, UNIDAD ZACATENCO, DEL INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL

CAMARAS Y SOCIEDADES TECNICAS

- CAMARA NACIONAL DEL AUTOTRANSPORTE DE CARGA
- CAMARA NACIONAL DEL AUTOTRANSPORTE DE PASAJE Y TURISMO
- CONFEDERACION NACIONAL DE TRANSPORTISTAS MEXICANOS, A.C.
- ASOCIACION MEXICANA DE INGENIERIA DE TRANSPORTES, A.C.
- ASOCIACION MEXICANA DE INGENIERIA DE VIAS TERRESTRES, A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE INGENIERIA URBANA, A.C.
- ASOCIACION NACIONAL DE TRANSPORTE PRIVADO, A.C.

INDICE

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
5. Barreras de orilla de corona y separadoras de sentidos de circulación
6. Barreras de transición
7. Secciones extremas de las barreras
8. Conservación
9. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas
10. Bibliografía
11. Evaluación de la conformidad
12. Vigilancia
13. Observancia
14. Vigencia

0. Introducción

En algunos tramos de carreteras y vialidades urbanas es posible que por condiciones meteorológicas, por fallas mecánicas o por errores de los conductores, algunos vehículos pierdan su ruta en forma incontrolada, ocasionando accidentes que ponen en riesgo la vida de sus pasajeros y de otras personas, así como la integridad de las estructuras que pudieran existir en la orilla del camino. Para evitar que ello ocurra, se instalan barreras de protección a fin de que los vehículos no se salgan del camino, las que deben proyectarse y colocarse de acuerdo con estrictos y uniformes criterios técnicos, para lograr su eficacia y evitar daños mayores en los pasajeros, en terceras personas y en estructuras adyacentes.

1. Objetivo

La presente Norma Oficial Mexicana tiene por objeto establecer los criterios generales que han de considerarse para el diseño y colocación de barreras de protección en las carreteras y vialidades urbanas de jurisdicción federal, estatal y municipal, así como establecer la designación, definición y utilización de los diversos elementos que conforman dichas barreras. En el Párrafo 4.2. se definen y designan los diferentes tipos de barreras y en el Párrafo 5.2. se establecen los criterios para su utilización.

2. Campo de aplicación

Con el propósito de que las barreras de protección provean de seguridad a los usuarios, tanto del autotransporte federal como público en general, para que transiten en forma segura por las carreteras y vialidades urbanas que tengan tramos con curvas horizontales, terraplenes altos u obstáculos adyacentes a la corona de la carretera o al arroyo vial, donde exista el riesgo de que ocurran accidentes cuando, por condiciones meteorológicas, por fallas mecánicas o por errores de los conductores, los vehículos pudieran salirse del camino incontroladamente, esta Norma es de aplicación obligatoria en:

- Las carreteras y vialidades urbanas federales;
- las carreteras estatales y municipales;
- las vialidades urbanas que sirvan de enlace entre las carreteras federales, estatales y municipales;
- las vialidades urbanas que comuniquen a las terminales federales de autotransporte de pasaje o de carga, a los aeropuertos y aeropistas, a las estaciones ferroviarias, a los puertos marítimos, a los puertos fronterizos y a los parques industriales, así como a los destacamentos militares, de la Policía Federal, de la Cruz Roja Mexicana y a las instalaciones de protección civil;
- las vialidades urbanas del Distrito Federal;
- otras vialidades urbanas que las autoridades estatales y municipales así lo establezcan, y
- las intersecciones formadas por las carreteras y vialidades referidas, con otras vialidades urbanas.

3. Referencias

Para la correcta aplicación de esta Norma, se debe consultar la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2004, Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales.

4. Definiciones

Para los efectos de la presente Norma Oficial Mexicana se consideran las siguientes definiciones:

4.1. Arroyo vial

Franja destinada a la circulación de los vehículos, delimitada por los acotamientos o las banquetas.

4.2. Barreras de protección (OD-4)

Dispositivos que se instalan longitudinalmente en uno o en ambos lados del camino, con el objeto de impedir, por medio de la contención y redireccionamiento, que algún vehículo fuera de control salga del camino, por fallas en la conducción, condiciones meteorológicas o por fallas mecánicas. Según su operación y ubicación, las barreras de protección son las que se indican en la Tabla 1 y se describen a continuación:

TABLA 1.- Barreras de protección (OD-4)

Designación	Tipos de barrera
OD-4.1	Barrera de orilla de corona
OD-4.1.1	Flexible (Defensas de acero, cables de acero u otro material)
OD-4.1.2	Semirrígida (Defensas de acero u otro material)
OD-4.1.3	Rígida (Defensas de acero o barreras monolíticas o modulares de concreto u otro material)
OD-4.2	Barrera separadora de sentidos de circulación
OD-4.2.1	Flexible (Defensas de acero, cables de acero u otro material)
OD-4.2.2	Semirrígida (Defensas de acero u otro material)
OD-4.2.3	Rígida (Defensas de acero o barreras monolíticas o modulares de concreto u otro material)
OD-4.3	Barrera de transición
OD-4.4	Secciones extremas
OD-4.4.1	Sección de amortiguamiento
OD-4.4.2	Sección Terminal

4.2.1. Barreras de orilla de corona (OD-4.1)

También conocidas como barreras laterales o defensas, son dispositivos de seguridad flexibles, semirrígidos o rígidos que se colocan en la orilla de las carreteras o vialidades urbanas, en subtramos específicos donde exista un peligro potencial, como puede ser una curva cerrada, la altura excesiva de un terraplén o la cercanía de estructuras u objetos fijos, con el propósito de incrementar la seguridad de los usuarios evitando que los vehículos salgan del camino si el conductor pierde el control, siempre y cuando dichos vehículos circulen en las condiciones normales de operación para las que se diseñen las barreras, en cuanto a velocidad, masa y dimensiones. Ocasionalmente pueden ser usadas para proteger a peatones y ciclistas del tránsito vehicular bajo condiciones especiales. Son concebidas para recibir impactos sólo por uno de sus lados.

4.2.2. Barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2)

También conocidas como barreras centrales, son dispositivos de seguridad flexibles, semirrígidos o rígidos que se colocan en caminos divididos para separar un arroyo vial de otro con flujo vehicular en sentido opuesto, con el propósito de impedir que algún vehículo abandone su arroyo vial e invada el otro, ya sea por condiciones meteorológicas, por fallas mecánicas o de conducción. Quedan comprendidas dentro de esta definición, las barreras que se utilicen para separar carriles en el mismo sentido de circulación y las que sean móviles mediante un dispositivo especial, para abrir y cerrar carriles reversibles o habilitar carriles de emergencia por accidentes. Ocasionalmente pueden ser usadas para evitar el acceso de vehículos por sitios indebidos a carriles restringidos. Son concebidas para recibir impactos por ambos lados.

4.2.3. Barreras de transición (OD-4.3)

Barreras de orilla de corona o separadoras de sentidos de circulación, con arreglos y configuraciones particulares, que se colocan para conectar dos barreras comunes con niveles de contención o deflexión dinámica diferentes, o entre las barreras comunes y los parapetos de puentes o de estructuras similares, o entre aquellas y cualquier elemento lateral rígido como muros de contención y muros de entrada a túneles, entre otros, para lograr la transición progresiva del nivel de contención y la deflexión dinámica de las primeras al de los segundos, tanto en las aproximaciones como en las salidas de esas estructuras, con el propósito de evitar la deformación exagerada que resulta en ángulos excesivos de redireccionamiento con trayectorias peligrosas, el impacto de los vehículos en los elementos rígidos de las estructuras, con la consecuente desaceleración excesiva o la penetración de las barreras en los vehículos impactados a lo largo de la transición.

4.2.4. Secciones extremas (OD-4.4)

Dispositivos conectados en los extremos de una barrera, ya sea de orilla de corona (OD-4.1) o separadora de sentidos de circulación (OD-4.2), con el objeto de protegerla y reforzarla o disminuir el peligro que representa para los ocupantes de un vehículo el impacto en el extremo inicial de la barrera. Son secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1) cuando se instalan para amortiguar el impacto potencial e impedir que la barrera penetre en el vehículo, o son terminales (OD-4.4.2) cuando se colocan para reforzar y proteger la barrera.

4.3. Carretera

Camino público, ancho y espacioso, pavimentado y dispuesto para el tránsito de vehículos, con o sin accesos controlados, que puede prestar un servicio de comunicación a nivel nacional, interestatal, estatal o municipal.

4.4. Corona

Superficie comprendida entre las aristas superiores de los taludes de un terraplén o superficie de la cama de un corte sin contar las cunetas.

4.5. Deflexión dinámica

Deformación horizontal máxima respecto a la posición inicial o línea de acción de la barrera de protección (OD-4), que le produce la colisión del vehículo con la velocidad y el ángulo de impacto considerados en el diseño de la barrera, y que determina el ancho de trabajo mínimo requerido para el correcto funcionamiento de la barrera, como se muestra en la figura 1.

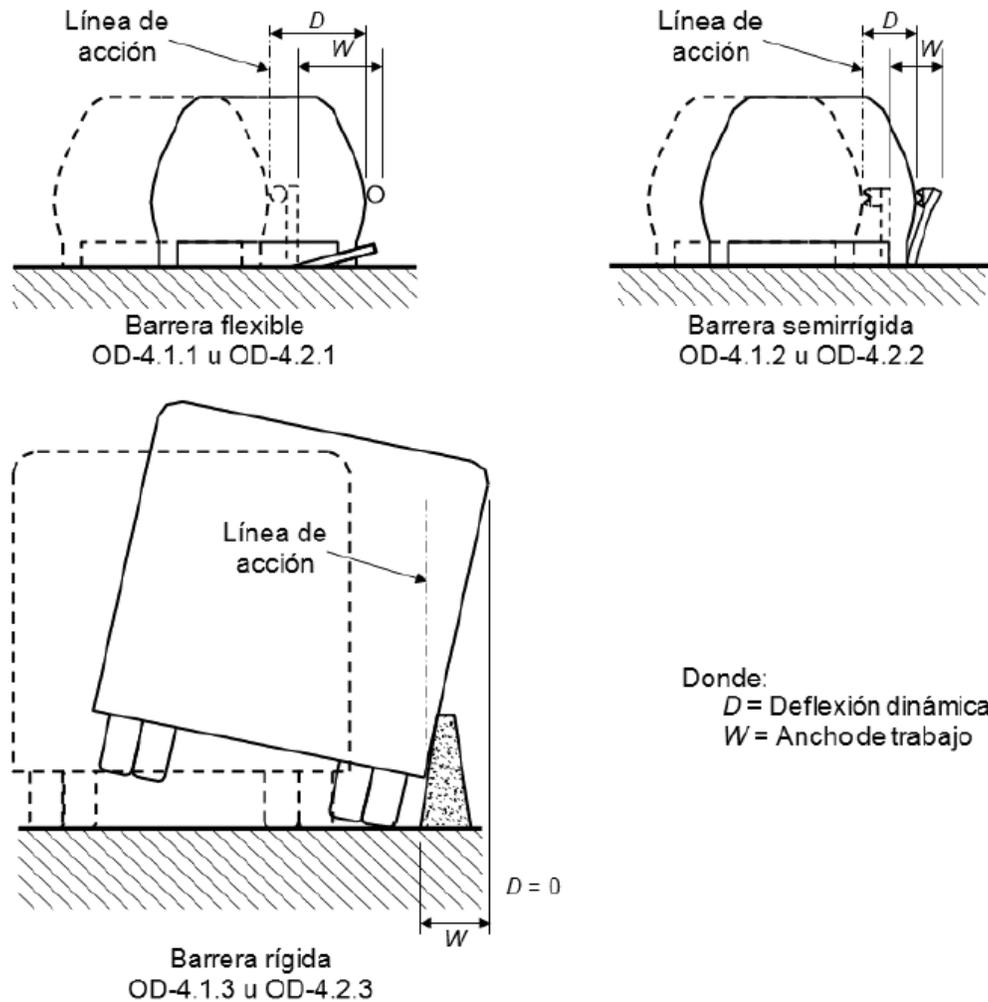


FIGURA 1.- Deflexión dinámica de diferentes tipos de barreras de protección (OD-4)

4.6. Velocidad de operación

La velocidad adoptada por los conductores bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y de la carretera. Se caracteriza por una variable aleatoria, cuyos parámetros se estiman a partir de la medición de las velocidades de los vehículos que pasan por un tramo representativo de la carretera bajo las condiciones prevalecientes (velocidades de punto). Para fines deterministas, suele designarse la velocidad de operación por el percentil 85 de las velocidades de punto. En vialidades urbanas en operación se refiere a la velocidad establecida por las autoridades correspondientes en los reglamentos de tránsito.

4.7. Velocidad de proyecto

Es la velocidad de referencia para dimensionar ciertos elementos de la carretera o vialidad urbana. Se fija de acuerdo con la función de la carretera o vialidad urbana, la velocidad deseada por los conductores y restricciones financieras.

4.8. Vialidad urbana

Conjunto integrado de vías de uso común que conforman la traza urbana, cuya función es facilitar el tránsito eficiente y seguro de personas y vehículos.

5. Barreras de orilla de corona y separadoras de sentidos de circulación

5.1. Clasificación

Las barreras de orilla de corona y separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) se clasifican como se indica a continuación:

5.1.1. Clasificación según el nivel de contención

De acuerdo con las características, velocidad y ángulo de impacto de los vehículos que son capaces de contener y redireccionar, las barreras de orilla de corona y separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) se clasifican en los seis niveles de contención que se indican en la Tabla 2, según el nivel de prueba que satisfagan del Reporte 350 Procedimientos Recomendados para Evaluar el Desempeño de los Dispositivos de Seguridad de Carreteras del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993).

TABLA 2.- Clasificación de las barreras de orilla de corona y separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) según su nivel de contención

Nivel de contención	Vehículos que contiene y redirecciona			Prueba ^[1]			Condiciones ^[2]
	Designación	Vehículo	Masa vehicular kg	Nivel de prueba	Velocidad de impacto Km/h	Ángulo de impacto Grados	
NC-1	Ap	Automóvil	820	1	50	20	a)
	Ac	Camioneta	2 000		50	25	
NC-2	Ap	Automóvil	820	2	70	20	a)
	Ac	Camioneta	2 000		70	25	
NC-3	Ap	Automóvil	820	3	100	20	a)
	Ac	Camioneta	2 000		100	25	
NC-4	Ap	Automóvil	820	4	100	20	a) y b)
	Ac	Camioneta	2 000		100	25	
	C2	Camión unitario	8 000		80	15	
NC-5	Ap	Automóvil	820	5	100	20	a) y b)
	Ac	Camioneta	2 000		100	25	
	T3-S2	Tractocamión articulado	36 000		80	15	
NC-6	Ap	Automóvil	820	6	100	20	a) y b)
	Ac	Camioneta	2 000		100	25	
	T3-S2	Tractocamión articulado tipo tanque	36 000		80	15	

[1] Según el Reporte 350 Procedimientos recomendados para evaluar el desempeño de los dispositivos de seguridad de carreteras del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993)

[2] Las condiciones que han de satisfacerse para cada nivel de prueba son:

a) La barrera, dentro de su deflexión dinámica, debe contener y redireccionar al vehículo sin que éste la penetre ni la cruce por arriba o por abajo; los elementos, fragmentos u otros residuos de la barrera o del vehículo no deben penetrar a su cabina o generar algún tipo de peligro a otros vehículos y peatones; la cabina del vehículo no debe presentar deformaciones que representen riesgos para sus ocupantes; el tanque de combustible debe permanecer intacto y sin punzonamientos; el ángulo de salida del vehículo, medido en el momento en que pierda contacto con la barrera, debe ser como máximo el 60% del ángulo de impacto y su trayectoria no debe interferir con carriles adyacentes.

Los vehículos con masas de 820 y 2 000 kg, durante el impacto y su salida, no deben presentar giros respecto a sus ejes longitudinal y transversal, que puedan ocasionar su volcamiento.

La velocidad de impacto de los ocupantes de vehículos con masa hasta de 820 kg, debe ser como máximo de 5 m/s en la dirección frontal y la resultante de las velocidades frontal y lateral no debe exceder de 12 m/s, con una desaceleración no mayor de 196 m/s².

La velocidad de impacto de los ocupantes de vehículos con masa de 2 000 kg, debe ser como máximo de 12 m/s en la dirección frontal, con una desaceleración no mayor de 196 m/s².

b) Es preferible, aunque no esencial, que los vehículos con masa de 8 000 kg o más, no vuelquen durante el impacto y su salida.

5.1.2. Clasificación según la deflexión dinámica

De acuerdo con la deflexión dinámica que pueden presentar las barreras de orilla de corona o separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 u OD-4.2) al ser impactadas por el vehículo con la velocidad y el ángulo de impacto considerados en su diseño, se clasifican en:

5.1.2.1. Flexibles (OD-4.1.1 u OD-4.2.1), cuando su deflexión dinámica es mayor de ciento sesenta (160) centímetros.

5.1.2.2. Semirrígidas (OD-4.1.2 u OD-4.2.2), cuando su deflexión dinámica es mayor de setenta (70) y hasta ciento sesenta (160) centímetros.

5.1.2.3. Rígidas (OD-4.1.3 u OD-4.2.3), cuando su deflexión dinámica es hasta setenta (70) centímetros.

5.2. Utilización de barreras de orilla de corona y separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2)

Las barreras de orilla de corona y separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) se deben utilizar en los siguientes casos:

5.2.1. Barreras de orilla de corona (OD-4.1)

Las barreras de orilla de corona (OD-4.1) se deben instalar en aquellos lugares de las carreteras o vialidades urbanas, donde exista el riesgo de que ocurra un accidente que pueda ocasionar muertos o lesionados graves, cuando algún vehículo salga del camino en caso de que el conductor pierda su control, ya sea por la altura e inclinación de los taludes de terraplenes o de los balcones, la existencia de una curva horizontal, la cercanía a obstáculos laterales o para proteger a peatones o ciclistas que convivan con el tránsito vehicular bajo condiciones especiales, considerando que:

5.2.1.1. En terraplenes

Los factores que determinan la necesidad de una barrera de orilla de corona (OD-4.1) en un terraplén o en un balcón, ya sea en tangente o en curva, son la altura y la pendiente de sus taludes, como se muestra en la figura 2, en la que el punto definido por la altura y la pendiente, determina si se debe o no colocar la barrera, según el área donde caiga dicho punto. Para carreteras con velocidades de operación menores de 50 km/h y un tránsito diario promedio anual (TDPA) menor de 1 000, la barrera es opcional.

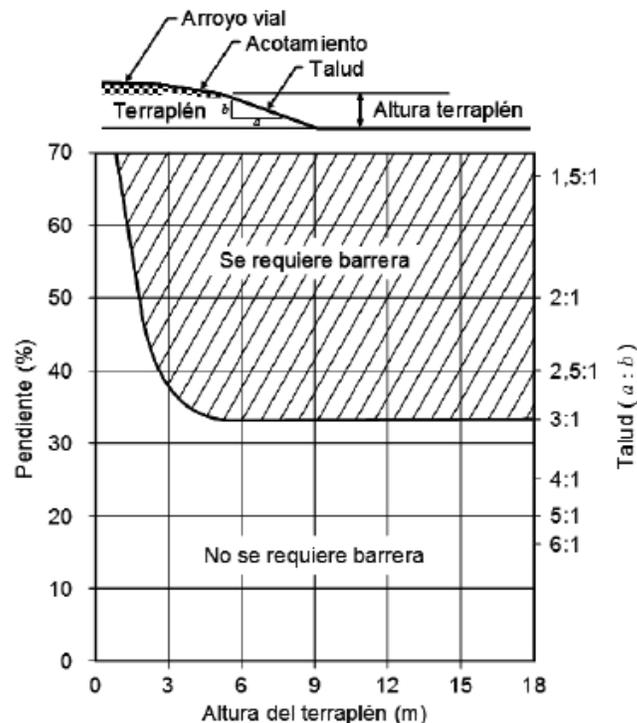


FIGURA 2.- Instalación de barreras de orilla de corona (OD-4.1) en terraplenes (Fuente: Roadside Design Guide AASHTO, USA 2002)

5.2.1.2. En curvas horizontales

Se deben colocar barreras de orilla de corona (OD-4.1) en cada curva horizontal (circular o circular con espiral de transición) cuya velocidad de proyecto sea menor que la velocidad de operación del tramo inmediato anterior a la curva y en las curvas que se ubiquen inmediatamente después de tangentes largas, mayores de cinco (5) kilómetros, en ambos casos sólo cuando la salida de un vehículo represente un riesgo a los ocupantes y se estime que la severidad del accidente pueda ocasionar muertos o lesionados, independientemente del tipo de sección transversal existente en la curva horizontal (corte, terraplén o balcón). Estas barreras se deben emplazar en la orilla exterior de dichas curvas si la carretera o la vialidad urbana es de dos carriles o en la orilla exterior de cada sentido de circulación si la carretera o la vialidad urbana cuenta con barrera separadora de sentidos de circulación (OD-4.2) o es de cuerpos separados. Para barreras de protección con vigas acanaladas de acero de dos o tres crestas, que sean instaladas en curvas con radio de cuarenta y seis (46) metros o menor, las vigas deben ser roladas de acuerdo con el radio que se tenga en el lugar de su instalación. Las barreras flexibles de cables de acero sólo se pueden instalar en curvas cuyos radios sean iguales a doscientos (200) metros o mayores, salvo que sean estrictamente indispensables, en cuyo caso la distancia entre los postes deberá reducirse en veinte por ciento (20%) con respecto a su distancia normal, para radios entre ciento cincuenta (150) y ciento noventa y nueve (199) metros, y cuarenta por ciento (40%) para radios entre cien (100) y ciento cuarenta y nueve (149) metros, pero nunca se instalarán en curvas con radios menores de cien (100) metros.

5.2.1.3. Por obstáculos laterales

Se deben colocar barreras de orilla de corona (OD-4.1) cuando existan obstáculos laterales ubicados dentro de una franja de nueve (9) metros de ancho, adyacente al arroyo vial de la carretera o de la vialidad urbana de circulación continua, o en la faja separadora cuando se trate de cuerpos separados, dependiendo del tipo y la cercanía de esos obstáculos. En general, su instalación se justifica sólo si la colisión contra la barrera produjera menor daño que el choque directo contra el obstáculo lateral, cuando no sea económicamente factible reubicarlo o removerlo. La Tabla 3 ofrece una guía para definir la colocación de una barrera ante la presencia de ciertos obstáculos laterales.

TABLA 3.- Guía para colocar barreras de orilla de corona (OD-4.1), por obstáculos laterales [1]

Obstáculo lateral	Recomendación
Pilas, columnas, estribos u otros elementos estructurales que representen peligro	Colocar barreras de orilla de corona
Obras menores de drenaje y muros cabezales	Cuando su tamaño, forma o ubicación representen peligro, colocar barreras de orilla de corona
Obras de drenaje longitudinal	Cuando sea probable traspasarlas y ello represente peligro, colocar barreras de orilla de corona
Taludes de cortes sin irregularidades	Generalmente no se requieren barreras de orilla de corona
Taludes de cortes y terraplenes con irregularidades	Cuando sea probable que los vehículos impacten contra las irregularidades, colocar barreras de orilla de corona
Muros de contención	Cuando la forma y ubicación de un muro de contención sea tal que represente un peligro, colocar barreras de orilla de corona
Estructuras de señalamiento elevado y de iluminación	Colocar barreras de orilla de corona
Postes de servicios públicos y de semáforos	De acuerdo con las características del lugar y del tránsito, colocar barreras de orilla de corona
Árboles	Cuando sea probable que los vehículos impacten contra árboles con troncos de diámetro mayor de diez (10) centímetros, colocar barreras de orilla de corona
Rocas con una magnitud tal que el costo de removerlas sea significativo	Cuando sea probable que los vehículos impacten contra rocas de tal tamaño que el costo de removerlas sea significativo, colocar barreras de orilla de corona
Cuerpos de agua permanentes	Cuando su ubicación y profundidad representen peligro, colocar barreras de orilla de corona

[1] Fuente: Roadside Design Guide AASHTO, EUA 2002

5.2.1.4. En casos especiales

La necesidad de una barrera de orilla de corona (OD-4.1) en zonas donde peatones o ciclistas convivan de forma habitual con el tránsito vehicular de la carretera o de la vialidad urbana, depende de la intensidad de tránsito vehicular y peatonal en cada caso particular.

5.2.2. Barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2)

Las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2) se deben instalar en las fajas separadoras o camellones de las carreteras o vialidades urbanas de dos o más carriles por sentido de circulación, para impedir que los vehículos invadan los carriles de sentido opuesto y evitar que se produzcan colisiones frontales.

En situaciones de conducción normal, cuando la faja separadora o el camellón tenga un ancho mayor de diez (10) metros, no se requieren barreras separadoras de sentidos de circulación, ya que en la mayoría de los casos los vehículos errantes se pueden detener en esa distancia, antes de invadir los carriles opuestos. Sin embargo, es recomendable analizar si se justifica su instalación por un motivo operacional o porque se trate de un lugar donde frecuentemente ocurran accidentes con víctimas.

En casos especiales estas barreras también se pueden instalar entre carriles del mismo sentido, para controlar el flujo del tránsito cuando las condiciones geométricas u operacionales así lo requieren, con el propósito de definir y limitar adecuadamente una trayectoria.

5.3. Selección

Una vez determinados los sitios donde se justifica instalar barreras de orilla de corona o separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 u OD-4.2), se debe seleccionar su tipo en función de su nivel de contención y de su deflexión dinámica, considerando lo siguiente:

5.3.1. Selección según el nivel de contención

Con base en la composición del flujo vehicular en términos del tránsito diario promedio anual (TDPA) y la velocidad de operación en el subtramo donde se emplazarán las barreras de orilla de corona o separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2), que se esperan en los siguientes cinco (5) años, en la Tabla 4 se determina el nivel de contención mínimo que debe tener la barrera.

TABLA 4.- Niveles de contención mínimos según las características del tránsito y la velocidad de operación

Velocidad de operación km/h	Nivel de contención (NC) ^[1] mínimo de la barrera				
	Caminos de dos carriles, uno por sentido de circulación			Caminos de dos o más carriles por sentido de circulación	
	Tránsito diario promedio anual (TDPA)			Tránsito diario promedio anual (TDPA)	
	< 1 000	1 000 – 9 999	≥ 10 000	< 10 000	≥ 10 000
Hasta 50	NC-1	NC-1	NC-1	NC-1	NC-2
51 - 70	NC-2	NC-2	NC-2	NC-2	NC-3 ^[2]
71 - 100	NC-3	NC-3 ^[2]	NC-3 ^[2-3]	NC-3 ^[2-3]	NC-3 ^[2-3]
101 - 120	NC-3	NC-3 ^[2-3]	NC-4 ^[4]	NC-4 ^[4]	NC-5

[1] NC = Niveles de contención asociados directamente con los que se presentan en la Tabla 2.

[2] De contar con autobuses de pasajeros en un 25% o más del TDPA, se requieren barreras de orilla de corona o separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 u OD-4.2) con nivel de contención NC-4 como mínimo.

[3] De contar con camiones de carga con masa vehicular mayor de 8 000 kg, en un 25% o más del TDPA, se requieren barreras de orilla de corona o separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 u OD-4.2) con nivel de contención NC-4 como mínimo.

[4] De contar con camiones de carga con masa vehicular mayor de 18 000 kg, en un 25% o más del TDPA, se requieren barreras de orilla de corona o separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 u OD-4.2) con nivel de contención NC-5 como mínimo.

5.3.2. Selección según la deflexión dinámica

Para seleccionar el tipo de barrera de orilla de corona o separadora de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) en función de su deflexión dinámica, se debe proceder como se indica a continuación:

5.3.2.1. Se define la ubicación lateral de cada barrera de orilla de corona o separadora de sentidos de circulación (OD-4.1 u OD-4.2), de acuerdo con lo indicado en el Párrafo 5.4., considerando que:

5.3.2.1.1. En carreteras con acotamiento, las barreras de orilla de corona (OD-4.1) se deben ubicar fuera del mismo, en su lado exterior, de manera que ningún elemento de las barreras lo invada, salvo cuando la orilla exterior del acotamiento coincida con el hombro de un talud, en cuyo caso la barrera debe colocarse sobre el acotamiento, siempre y cuando no invada el carril de circulación contiguo, de lo contrario, la barrera se debe colocar en el talud según se indica en 5.3.2.1.2. Si la barrera se coloca sobre el acotamiento, la reducción de su ancho se debe indicar mediante el señalamiento horizontal y vertical de la carretera, prohibiendo, de ser necesario, el estacionamiento en el acotamiento. En cualquier caso en que la barrera se coloque sobre la corona de la carretera, entre el borde exterior de sus postes y el hombro del talud, debe quedar un espacio libre de al menos cincuenta (50) centímetros y el eje horizontal del elemento de contención de la barrera (viga acanalada de acero, cables de acero u otro material) debe quedar sobre la superficie del acotamiento, a la altura (h) especificada en el diseño de la barrera que se utilice, como se muestra en la figura 3.

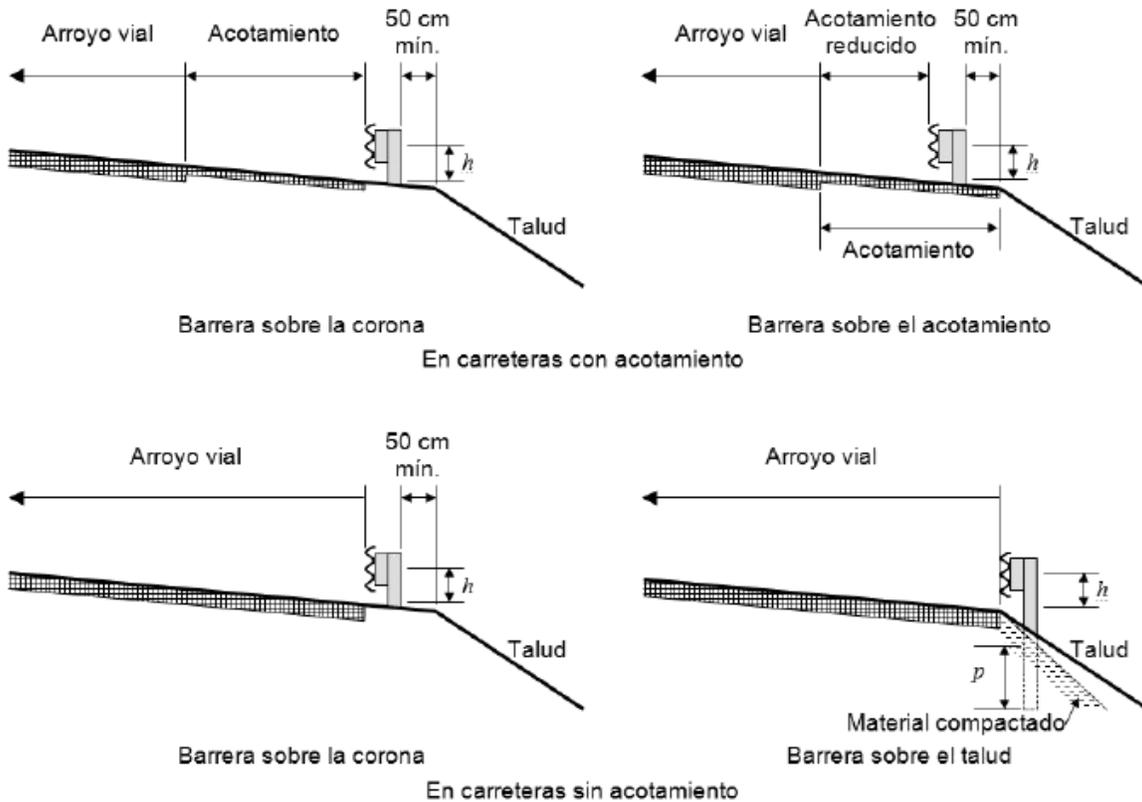


FIGURA 3.- Ubicación de barreras de orilla de corona (OD-4.1) en terraplenes y balcones

5.3.2.1.2. En carreteras sin acotamiento, las barreras se deben ubicar lo más lejos posible del arroyo vial. Si se ubican en terraplén o en balcón, se debe procurar que su desplante se haga sobre la corona de forma que quede entre el borde exterior de los postes y el hombro del talud, un espacio libre de al menos cincuenta (50) centímetros. Cuando el arroyo vial llegue hasta el hombro de un talud, los postes de la barrera podrán colocarse en el talud, a una distancia tal que el borde interior de la barrera coincida con el hombro del talud, en cuyo caso, la longitud de los postes deberá ser la necesaria para que el eje horizontal del elemento de contención de la barrera (viga acanalada de acero, cables de acero u otro material) quede sobre la superficie del arroyo vial, a la altura (h) y que los postes queden a la profundidad efectiva (p) dentro del material compactado, de acuerdo con el diseño y las especificaciones del fabricante de la barrera que se utilice, como se muestra en la figura 3.

5.3.2.1.3. En las vialidades urbanas las barreras de orilla de corona (OD-4.1) se deben ubicar fuera del arroyo vial. Si existen banquetas o camellones con guarnición, las barreras se deben ubicar lo más cerca posible de la orilla de la guarnición, pero de forma que ningún elemento de la barrera invada el arroyo vial.

5.3.2.1.4. Cuando se requieran barreras de orilla de corona (OD-4.1) por la existencia de obstáculos laterales, entre éstos y la barrera debe quedar un espacio equivalente al ancho de trabajo que limita la deflexión dinámica de la barrera.

5.3.2.1.5. Las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2) se deben ubicar en las fajas separadoras o en los camellones que tengan un ancho hasta de diez (10) metros y que separen arroyos viales con sentidos de circulación opuestos o que separen carriles de un mismo sentido de circulación cuando las condiciones geométricas y operacionales así lo requieran. Para fajas o camellones con anchos entre siete (7) y diez (10) metros o que separen arroyos viales con distinto nivel de rasante, en lugar de las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2), se pueden ubicar a cada lado, barreras de orilla de corona (OD-4.1), tomando en cuenta las consideraciones anteriores de este Subinciso.

5.3.2.1.6. Cuando las fajas separadoras o los camellones tengan un ancho mayor de diez (10) metros y sus superficies no sean transitables, o cuando contengan obstáculos que representen peligro, se deben ubicar en cada uno de sus lados, barreras de orilla de corona (OD-4.1), tomando en cuenta las consideraciones anteriores de este Subinciso.

5.3.2.2. Una vez definida la ubicación lateral de una barrera de orilla de corona o separadora de sentidos de circulación (OD-4.1 o OD-4.2), se determina su ancho de trabajo, considerando lo siguiente:

5.3.2.2.1. Para las barreras de orilla de corona (OD-4.1) desplantadas sobre la corona de los terraplenes o balcones, en tangentes o en curvas, se debe considerar un ancho de trabajo máximo de ciento sesenta (160) centímetros y no más de ciento veinte (120) centímetros cuando se desplanten en el talud, como se muestra en la figura 4.

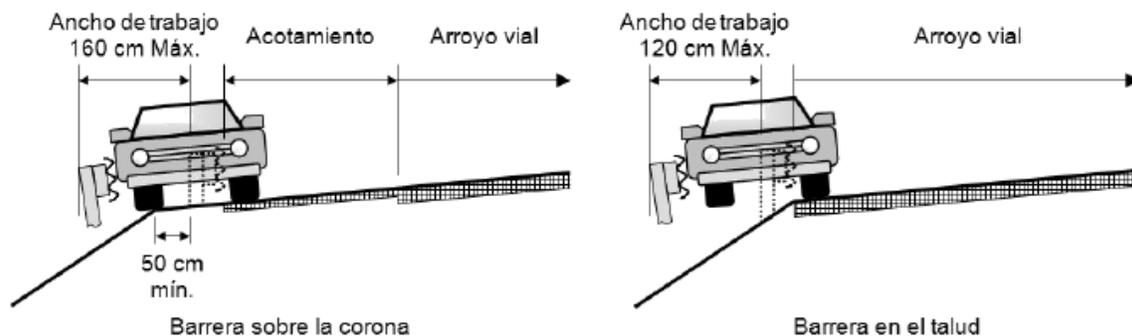


FIGURA 4.- Anchos de trabajo para barreras de orilla de corona (OD-4.1) en terraplenes y balcones

5.3.2.2.2. Cuando existan obstáculos laterales que representen peligro, en tangentes o en curvas, el ancho de trabajo máximo de las barreras de orilla de corona (OD-4.1), corresponde al espacio libre disponible entre la barrera y el obstáculo, como se muestra en la figura 5.

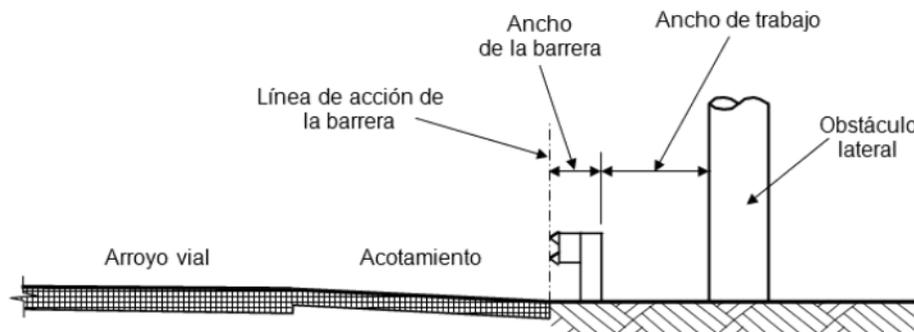


FIGURA 5.- Ancho de trabajo de barreras de orilla de corona (OD-4.1) para obstáculos laterales

5.3.2.2.3. Para las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2), el ancho de trabajo está limitado por el espacio libre disponible entre la barrera y el lado exterior del acotamiento del carril que se desea proteger, como se muestra en la figura 6.

5.3.2.3. Una vez determinado el ancho de trabajo, se selecciona una barrera de orilla de corona o separadora de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) del tipo requerido, que satisfaga el nivel de contención determinado como se indica en el Inciso 5.3.1. y que tenga una deflexión dinámica igual que el ancho de trabajo o menor. La barrera se debe seleccionar de entre las que se haya certificado, por un laboratorio debidamente acreditado o reconocido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que su nivel de contención cumple el nivel de prueba correspondiente del Reporte 350 Procedimientos Recomendados para Evaluar el Desempeño de los Dispositivos de Seguridad de Carreteras del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993) o del Manual para la Evaluación de Equipos de Seguridad de la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales (Manual for Assessing Safety Hardware [MASH], American Association of State Highway and Transportation Officials, USA, 2009). El certificado de cumplimiento correspondiente debe indicar, de manera fehaciente, el detalle y las especificaciones del sistema de barrera aprobado, bien sea de manera genérica o de manera especial hacia una persona física o moral. Algunos ejemplos de barreras de orilla de corona y separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) aprobadas, son las contenidas en la Guía de Elementos para Barreras Estándar de Carreteras (A Guide to Standardized Highway Barrier Hardware), que se muestran en las Tablas 5 y 6, respectivamente. En cualquier caso, para la selección de la barrera se debe considerar lo siguiente:

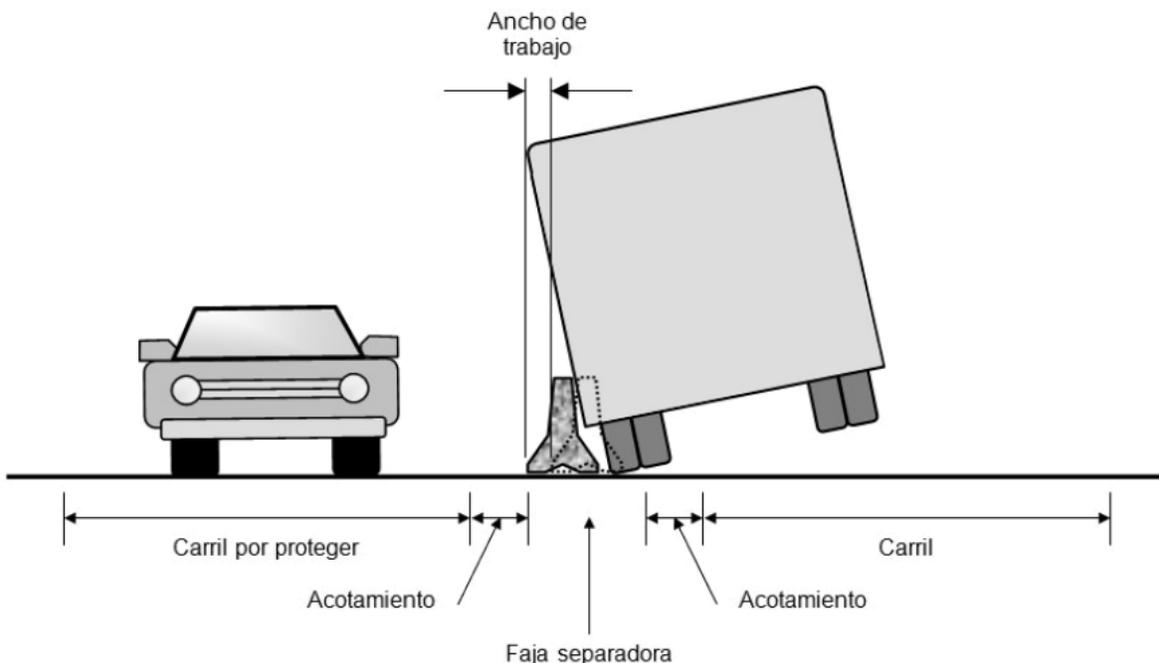


FIGURA 6.- Ancho de trabajo de barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2)

TABLA 5.- Barreras de orilla de corona aprobadas por la *Guía de Elementos para Barreras Estándar de Carreteras* (*A Guide to Standardized Highway Barrier Hardware*), que se utilizan con mayor frecuencia ^[1]

Designación y tipo de barreras	Nivel de contención	Nivel de prueba ^[2]	Deflexión dinámica cm	Barrera		
				Número ^[3]	Descripción del sistema ^[4]	
OD-4.1 Barreras de orilla de corona	NC-2	2	220	SGR02	a	Defensa de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos, sin separadores, en postes débiles de acero a cada 3,81 m, con placas de cimentación.
					b	Defensa de acero de dos crestas con traslapes entre los apoyos, sin separadores, en postes débiles de acero a cada 3,81 m, con placas de cimentación.
				NC-3	3	220
	b	Tres cables de acero en postes débiles de acero U a cada 5 m, con placas de cimentación.				
	NC-3	3	90	SGR04	a	Defensa de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos, con separadores de acero, en postes fuertes de acero a cada 1,91 m.
					b	Defensa de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos, con separadores de madera, en postes fuertes de madera a cada 1,91 m.
c				Defensa de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos, con separadores de madera, en postes fuertes de acero a cada 1,91 m.		
NC-3	3	150	SGR03		Tubo de acero de sección cuadrada con uniones entre los apoyos, en postes débiles de acero a cada 1,83 m, con placas de cimentación.	
				SGR09	a	Defensa de acero de tres crestas con traslapes en los apoyos, con separadores de madera, en postes fuertes de acero a cada 1,91 m.
					b	Defensa de acero de tres crestas con traslapes en los apoyos, con separadores de madera, en postes fuertes de madera a cada 1,91 m.
NC-4	4	60	SGR05		Defensa de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos, con separadores de madera, en postes fuertes de acero a cada 1,91 m, anclados a las losas de alcantarillas.	
				SGR09	c	Defensa de acero de tres crestas con traslapes en los apoyos, con separadores modificados de acero, en postes fuertes de acero a cada 1,91 m.

[1] Las barreras de orilla de corona (OD-4.1) contenidas en esta tabla se presentan sólo como ejemplo, de manera ilustrativa más no limitativa, de modo que se puede utilizar otra barrera diferente, siempre y cuando se haya certificado, por un laboratorio debidamente acreditado o reconocido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que cumple con el nivel de contención y la deflexión dinámica que se requieran, conforme a lo establecido en el Subinciso 5.3.2.3. de esta Norma.

[2] Nivel de prueba que satisface del *Reporte 350 Procedimientos Recomendados para Evaluar el Desempeño de los Dispositivos de Seguridad de Carreteras* del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (*Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features*, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993).

[3] Números que identifican los sistemas de las barreras de protección establecidas en la *Guía de Elementos para Barreras Estándar de Carreteras* (*A Guide to Standardized Highway Barrier Hardware*).

[4] Descripción de los sistemas de las barreras de protección establecidas en la *Guía de Elementos para Barreras Estándar de Carreteras* (*A Guide to Standardized Highway Barrier Hardware*). Los elementos que integran cada sistema deben cumplir con los requisitos indicados en dicha guía.

TABLA 6.- Barreras separadoras de sentidos de circulación aprobadas por la *Guía de Elementos para Barreras Estándar de Carreteras (A Guide to Standardized Highway Barrier Hardware)*, que se utilizan con mayor frecuencia ^[1]

Designación y tipo de barreras	Nivel de contención	Nivel de prueba ^[2]	Deflexión dinámica cm	Barrera			
				Número ^[3]	Descripción del sistema ^[4]		
OD-4.2 Barreras separadoras de sentidos de circulación	OD-4.2.1 Flexibles	NC-2	2	210	SGM02	Defensas de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos, sin separadores, en postes débiles de acero a cada 3,81 m, con placas de cimentación.	
		NC-3	3	170	SGM03	Tubo de acero de sección cuadrada con uniones entre los apoyos, sobre postes débiles de acero a cada 1,83 m, con placas de cimentación.	
				350	SGM01	Tres cables de acero en postes débiles de acero IPR a cada 4,88 m, con placas de cimentación.	
	OD-4.2.3 Rígidas	NC-3	3	0 - 20	SGM22	Barrera de concreto reforzado móvil, de 82 cm de altura.	
					50	SGM09 a	Defensas de acero de tres crestas con traslapes en los apoyos, con separadores de madera, en postes fuertes de acero a cada 1,91 m.
				SGM09 b		Defensas de acero de tres crestas con traslapes en los apoyos, con separadores de madera, en postes fuertes de madera a cada 1,91 m.	
				60	SGM04	a	Defensas de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos, con separadores de madera, en postes fuertes de acero a cada 1,91 m.
						b	Defensas de acero de dos crestas con traslapes en los apoyos, con separadores de madera, en postes fuertes de madera a cada 1,91 m.
					SGM06	a	Defensas de acero de dos crestas y vigas de acero U, con traslapes en los apoyos, con separadores de madera, en postes fuertes de acero a cada 1,91 m.
						b	Defensas de acero de dos crestas y vigas de acero U, con traslapes en los apoyos, con separadores de madera, en postes fuertes de madera a cada 1,91 m.
NC-4				4	0 - 20	SGM10 a	Barrera de concreto reforzado tipo F de 81 cm de altura.
						SGM11 a	Barrera de concreto reforzado tipo New Jersey de 81 cm de altura.
					50	SGM09 c	Defensas de acero de tres crestas con traslapes en los apoyos, con separadores modificados de acero, en postes fuertes de acero a cada 1,91 m.
NC-5	5	0 - 20	SGM10 b	Barrera de concreto reforzado tipo F de 107 cm de altura.			
			SGM11 b	Barrera de concreto reforzado tipo New Jersey de 107 cm de altura.			
			SGM12	Barrera de concreto simple tipo Ontario de 107 cm de altura.			

[1] Las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2) contenidas en esta tabla se presentan sólo como ejemplo, de manera ilustrativa más no limitativa, de modo que se puede utilizar otra barrera diferente, siempre y cuando se haya certificado, por un laboratorio debidamente acreditado o reconocido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que cumple con el nivel de contención y la deflexión dinámica que se requieran, conforme a lo establecido en el Subinciso 5.3.2.3. de esta Norma.

[2] Nivel de prueba que satisface del Reporte 350 *Procedimientos Recomendados para Evaluar el Desempeño de los Dispositivos de Seguridad de Carreteras* del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (*Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features*, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993).

[3] Números que identifican los sistemas de las barreras de protección establecidas en la *Guía de Elementos para Barreras Estándar de Carreteras (A Guide to Standardized Highway Barrier Hardware)*.

[4] Descripción de los sistemas de las barreras de protección establecidas en la *Guía de Elementos para Barreras Estándar de Carreteras (A Guide to Standardized Highway Barrier Hardware)*. Los elementos que integran cada sistema deben cumplir con los requisitos indicados en dicha guía.

5.3.2.3.1. Cuando en un sitio específico la deflexión dinámica de la barrera de orilla de corona o separadora de sentidos de circulación, flexible o semirrígida (OD-4.1.1, OD-4.1.2, OD-4.2.1 u OD-4.2.2) que se seleccione, sea mayor que el ancho de trabajo disponible, se puede disminuir su deflexión dinámica reduciendo el espacio entre los postes de soporte, siempre y cuando se certifique por un laboratorio debidamente acreditado o reconocido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, que la nueva configuración cumple con el nivel de contención requerido, conforme al Reporte 350 *Procedimientos Recomendados para Evaluar el Desempeño de los Dispositivos de Seguridad de Carreteras* del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (*Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features*, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993) o al Manual para la Evaluación de Equipos de Seguridad de la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales (*Manual for Assessing Safety Hardware [MASH]*, American Association of State Highway and Transportation Officials, USA, 2009).

5.3.2.3.2. Para un buen desempeño de las barreras de orilla de corona y separadoras de sentidos de circulación, flexibles, semirrígidas o rígidas (OD-4.1.1, OD-4.1.2, OD-4.1.3, OD-4.2.1, OD-4.2.2 u OD-4.2.3), se debe respetar la interacción entre los postes y el suelo. Las barreras semirrígidas y rígidas pueden no funcionar adecuadamente si los postes están ahogados en concreto por lo que estos se deben hincar en el suelo por medios mecánicos, salvo que el detalle o las especificaciones del sistema de barrera aprobado, contenido en el certificado de cumplimiento, indique lo contrario. Las barreras flexibles pueden contar con postes ahogados en concreto o pueden ser hincados en el suelo por medios mecánicos, según lo indique el detalle o las especificaciones del sistema de barrera aprobado, contenido en el certificado de cumplimiento.

5.4. Emplazamiento

5.4.1. Emplazamiento de barreras de orilla de corona (OD-4.1)

5.4.1.1. Emplazamiento lateral de las barreras de orilla de corona (OD-4.1)

El emplazamiento lateral de las barreras de orilla de corona (OD-4.1) requiere considerar la distancia entre el arroyo vial y la barrera, la pendiente transversal y el ángulo entre la barrera y el camino:

5.4.1.1.1. Distancia de la orilla del arroyo vial a la barrera de orilla de corona (OD-4.1)

Para la determinación de la distancia lateral de la barrera a la orilla del arroyo vial se debe considerar lo siguiente:

- Una barrera de orilla de corona (OD-4.1) instalada lo más lejos posible del arroyo vial brinda mejores oportunidades al conductor de un vehículo errante de retomar su control y evitar un accidente grave; además de que se aumenta la distancia de visibilidad, especialmente al aproximarse a una intersección o en curvas horizontales. Siempre que sea posible esta distancia debe ser uniforme a lo largo de la carretera o vialidad.
- Instalar barreras de orilla de corona (OD-4.1) excesivamente lejos del arroyo vial, puede resultar en mayores ángulos de impacto, con lo que se reduce el nivel de contención deseado o se incrementa la deflexión dinámica de la barrera con respecto a la requerida.
- La distancia desde el borde del arroyo vial, más allá de la cual una barrera de orilla de corona o separadora de sentidos de circulación (OD-4.1 u OD-4.2) no es percibida como un obstáculo y no ocasiona que el conductor de un vehículo reduzca la velocidad o cambie de carril, se conoce como *distancia de cautela*, la que debe estar dentro de los rangos que se indican en la Tabla 7, en función del número de carriles de un mismo sentido de circulación y de la velocidad de operación.

TABLA 7.- Distancias de cautela mínima para el emplazamiento lateral de barreras de orilla de corona (OD-4.1)

Número de carriles ^[1]	Velocidad de operación, km/h			
	Hasta 50	60 - 70	80 - 100	≥ 110
	Distancia de cautela mínima, m ^[2]			
1	0,5	1,5	2,0	2,5
2	0,5	1,5	2,0	2,5
3	0,5	0,5	2,0	2,5

[1] Número de carriles en un mismo sentido de circulación.

[2] El área comprendida dentro de la distancia de cautela, debe ser sensiblemente plana, con una pendiente transversal no mayor de 10%, sin escalones y estar libre de obstáculos laterales como cunetas o bordillos, entre otros.

- El área comprendida dentro de la distancia de cautela debe ser sensiblemente plana, sin escalones y estar libre de obstáculos laterales como cunetas o bordillos, entre otros.
- Los acotamientos deben estar totalmente alojados dentro de la distancia de cautela.

5.4.1.1.2. Pendiente transversal

A fin de asegurar el correcto desempeño de la barrera durante un impacto, se requiere que la superficie entre el arroyo vial y la barrera sea uniforme, con una pendiente transversal no mayor de diez (10) por ciento, sin escalones, cunetas o bordillos, entre otros. En terraplenes de reciente construcción en los que sea necesaria la construcción de un bordillo, éste se colocará en el hombro del terraplén, atrás de la barrera, como se muestra en la figura 7.

5.4.1.1.3. Esviaje de las barreras de orilla de corona (OD-4.1)

Una barrera de orilla de corona (OD-4.1) se considera esviada cuando no es paralela al borde del arroyo vial, como se muestra en la figura 10, lo que se puede hacer al inicio de la barrera para disminuir su longitud, así como la percepción de angostamiento del arroyo vial. Los valores de esviaje máximo para barreras de orilla de corona semirrígidas (OD-4.1.2) y rígidas (OD-4.1.3) se muestran en la Tabla 8, en función de la velocidad de operación. Para barreras de orilla de corona flexibles (OD-4.1.1) no se recomienda el esviaje, salvo en el caso de que las barreras sean de cables, en las que el esviaje máximo será de treinta (30) metros en el sentido longitudinal del borde del arroyo vial por un (1) metro en el sentido transversal (30:1).

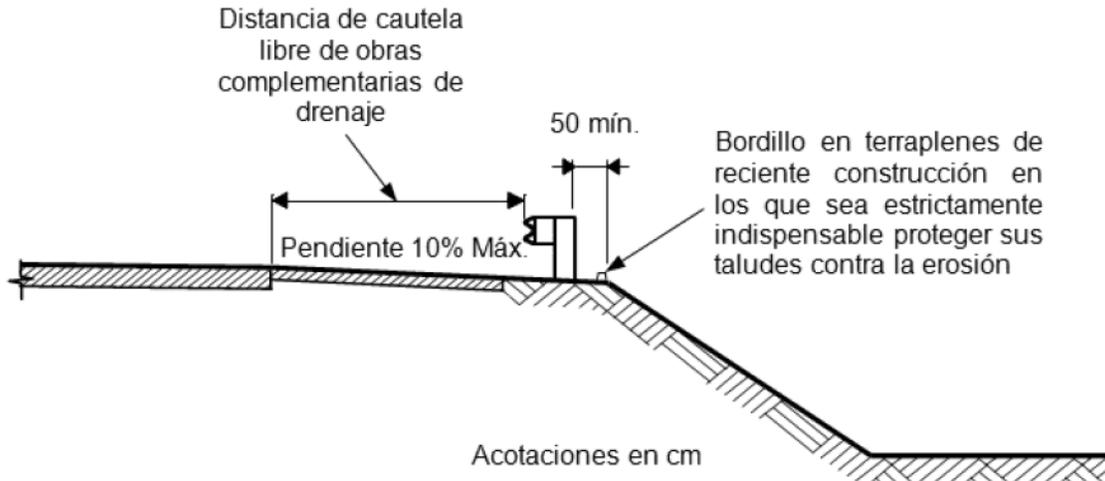


FIGURA 7.- Pendiente transversal dentro de la distancia de cautela

TABLA 8.- Esviaje máximo para el diseño de barreras de orilla de corona (OD-4.1)

Velocidad de operación km/h	Esviaje máximo de barreras de orilla de corona (OD-4.1) a : b ^[1]	
	Semirrígidas (OD-4.1.2)	Rígidas (OD-4.1.3)
≥110	15 : 1	20 : 1
100	14 : 1	18 : 1
90	12 : 1	16 : 1
80	11 : 1	14 : 1
70	10 : 1	12 : 1
60	8 : 1	10 : 1
50	7 : 1	8 : 1

[1] "a" es la distancia en el sentido longitudinal del borde del arroyo vial y "b" es la distancia en el sentido transversal.

5.4.1.2. Emplazamiento longitudinal de las barreras de orilla de corona (OD-4.1)

El emplazamiento longitudinal de las barreras de orilla de corona (OD-4.1) comprende la determinación de la longitud de barrera necesaria para evitar que un vehículo fuera de control salga a una superficie no transitable o impacte contra un obstáculo lateral.

5.4.1.2.1. Determinación de la longitud necesaria de barreras de orilla de corona (OD-4.1) en terraplenes

La longitud de barrera de orilla de corona (OD-4.1), necesaria para que un vehículo fuera de control no salga hacia el talud de un terraplén no transitable, corresponde a la longitud del terraplén que, por su altura y pendiente, la requiera según lo indicado en la figura 2, más las longitudes previa y posterior requeridas para cubrir completamente la situación de riesgo, sin considerar la longitud adicional que proveen las secciones extremas de la barrera.

Como se muestra en la figura 8, la longitud previa (L_p) necesaria de la barrera, se obtiene como se indica a continuación:

- Se determina la sección transversal "C" del arroyo vial, donde, por la altura y pendiente del talud del terraplén, se inicie el requerimiento de la barrera, atendiendo lo indicado en la figura 2.
- Sobre la sección transversal "C" se mide la distancia horizontal "D" entre el borde del carril de circulación y el pie del talud o, en su caso, el borde exterior de la cuneta. Si esta distancia resulta mayor de nueve (9) metros, se considera igual a dicho límite.
- En la Tabla 9 se determina la longitud de escape (L_e), en el sentido del flujo vehicular hasta la sección transversal "C", en función del tránsito diario promedio anual esperado y de la velocidad de operación.

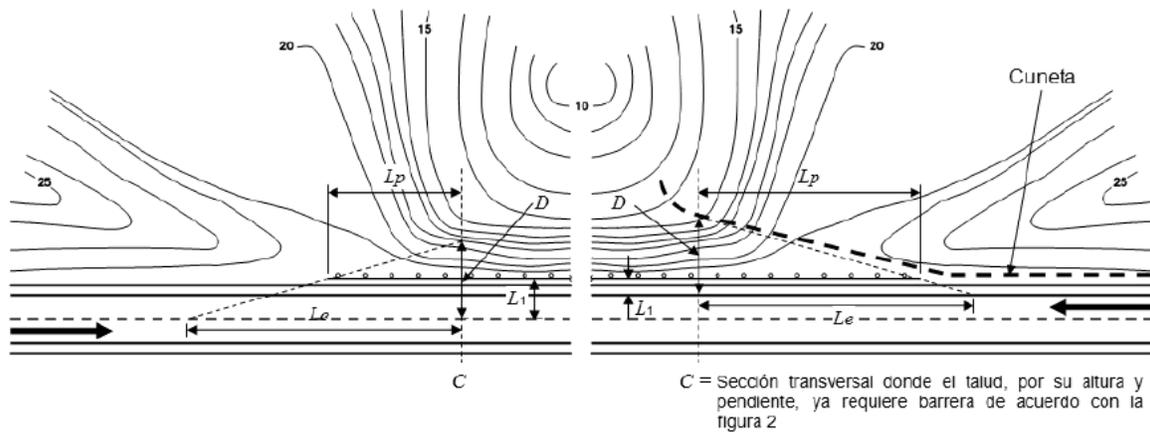


FIGURA 8.- Longitud previa mínima necesaria de barreras de orilla de corona (OD-4.1) para terraplenes (L_p)

TABLA 9.- Longitud de escape (L_e), en metros

Velocidad de operación km/h	Tránsito diario promedio anual (TDPA)			
	Menos de 800	800 a 2 000	2 000 a 6 000	Más de 6 000
≥110	109	118	134	143
100	103	109	125	133
90	89	98	109	114
80	74	79	91	100
70	58	63	71	77
60	48	53	59	65
50	41	47	52	53

- Con la siguiente expresión se calcula la longitud previa mínima (L_p) necesaria, la que debe ser siempre mayor de diez (10) metros o igual:

$$L_p = L_e \left(1 - \frac{L_1}{D} \right)$$

Donde:

L_p = Longitud previa mínima de la barrera, en el sentido del flujo vehicular hasta la sección transversal "C" del arroyo vial, donde, por la altura y pendiente del talud del terraplén, se inicie el requerimiento de la barrera, atendiendo lo indicado en la figura 2, (m, con aproximación a la unidad)

- D = Distancia horizontal en la sección transversal "C", entre el borde del carril de circulación y el pie del talud o, en su caso, el borde exterior de la cuneta, (m). Si esta distancia resulta mayor de 9 m, se considera igual a dicho límite
- Le = Longitud de escape que se indica en la Tabla 9, en el sentido del flujo vehicular hasta la sección transversal "C", en función del tránsito diario promedio anual esperado y de la velocidad de operación, (m)
- L_1 = Distancia en la sección transversal "C", del interior de la barrera al borde del carril, (m)

- e) Cuando la carretera o vialidad urbana sea de cuerpos separados, o de dos o más carriles por sentido de circulación con barrera separadora de sentidos de circulación (OD-4.2), la longitud posterior de la barrera de orilla de corona (OD-4.1) debe ser como mínimo de diez (10) metros, a partir de la sección transversal del arroyo vial, donde, por la altura y pendiente del talud del terraplén, concluya el requerimiento de la barrera, atendiendo lo indicado en la figura 2.

5.4.1.2.2. Determinación de la longitud necesaria de barreras de orilla de corona (OD-4.1) en curvas horizontales circulares o circulares con espirales

La longitud de barrera de orilla de corona (OD-4.1), necesaria para que un vehículo fuera de control no salga hacia una superficie no transitable en una curva horizontal circular o circular con espirales, corresponde a la longitud desde la sección transversal donde inicie la curva hasta la sección transversal donde empiece la tangente, en el sentido del flujo vehicular, más las longitudes previa y posterior requeridas para cubrir completamente la situación de riesgo, sin considerar la longitud adicional que proveen las secciones extremas de la barrera.

Como se muestra en la figura 9, la longitud previa (L_p) necesaria de la barrera, se obtiene como se indica a continuación:

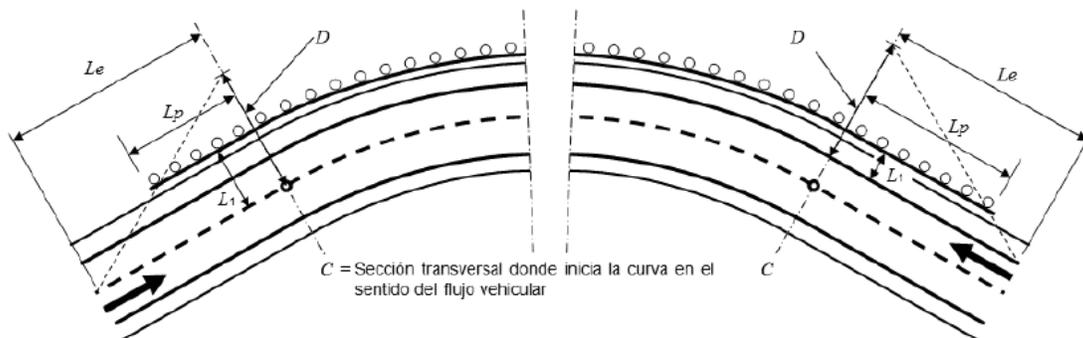


FIGURA 9.- Longitud previa mínima necesaria de barreras de orilla de corona (OD-4.1) para curvas horizontales, circulares o espirales (L_p)

- Se determina la sección transversal "C" del arroyo vial, donde inicie la curva en el sentido del flujo vehicular, en los puntos denominados "Principia Curva" (PC) y "Principia Tangente" (PT) si la curva es circular, o "Tangente Espiral" (TE) y "Espiral Tangente" (ET) si la curva es circular con espirales.
- Sobre la sección transversal "C" se establece una distancia horizontal "D" de nueve (9) metros a partir del borde del carril de circulación.
- En la Tabla 9 se determina la longitud de escape (Le), en el sentido del flujo vehicular hasta la sección transversal "C", en función del tránsito diario promedio anual esperado y de la velocidad de operación.
- Con la siguiente expresión se calcula la longitud previa mínima (L_p) necesaria, la que debe ser siempre mayor de diez (10) metros o igual:

$$L_p = L_e \left(1 - \frac{L_1}{9} \right)$$

Donde:

- L_p = Longitud previa mínima de la barrera, en el sentido del flujo vehicular hasta la sección transversal "C" del arroyo vial donde se inicia la curva, (m, con aproximación a la unidad)
- L_e = Longitud de escape que se indica en la Tabla 9, en el sentido del flujo vehicular hasta la sección transversal "C", en función del tránsito diario promedio anual esperado y de la velocidad de operación, (m)
- L_1 = Distancia en la sección transversal "C", del interior de la barrera al borde del carril, (m)

- e) Cuando la carretera o vialidad urbana sea de cuerpos separados, o de dos o más carriles por sentido de circulación con barrera separadora de sentidos de circulación (OD-4.2), la longitud posterior de la barrera de orilla de corona (OD-4.1) debe ser como mínimo de diez (10) metros, a partir de la sección transversal del arroyo vial, donde termine la curva en el sentido del flujo vehicular.

5.4.1.2.3. Determinación de la longitud necesaria de barreras de orilla de corona (OD-4.1) por obstáculos laterales

La longitud de barrera de orilla de corona (OD-4.1), necesaria para evitar que un vehículo fuera de control impacte en un obstáculo lateral que se encuentre dentro de una franja de nueve (9) metros de ancho, adyacente al arroyo vial, corresponde a la longitud del obstáculo en el sentido del flujo vehicular, más las longitudes previa y posterior requeridas para cubrir completamente la situación de riesgo, sin considerar las longitudes adicionales que proveen las secciones extremas de la barrera. La longitud total de barrera de orilla de corona (OD-4.1) debe ser mayor de cuarenta (40) metros o igual.

a) Longitud previa en tangentes

La longitud previa mínima (L_p) necesaria de la barrera de orilla de corona (OD-4.1) en una tangente, que debe ser siempre mayor de diez (10) metros o igual, se determina mediante la siguiente expresión, según se ilustra en la figura 10:

$$L_p = \frac{D + L_2(b/a) - L_1}{(b/a) + \left(\frac{D}{L_e} \right)}$$

Donde:

- L_p = Longitud previa mínima de la barrera, en el sentido del flujo vehicular hasta el borde anterior del obstáculo, (m, con aproximación a la unidad)
- D = Distancia entre el borde del carril de circulación y el borde más alejado del obstáculo, (m). Si esta distancia resulta mayor de 9 m, se considera igual a dicho límite.
- L_e = Longitud de escape que se indica en la Tabla 9, en el sentido del flujo vehicular hasta el borde anterior del obstáculo, (m)
- L_1 = Distancia del interior de la barrera en la zona del obstáculo al borde del carril, (m)
- L_2 = Longitud de la barrera paralela al arroyo vial, propuesta por el proyectista, pero nunca mayor que L_e , en el sentido del flujo vehicular hasta el borde anterior del obstáculo, (m)
- b/a = Esviaje de la barrera, de acuerdo con lo indicado en la Tabla 8, (m)

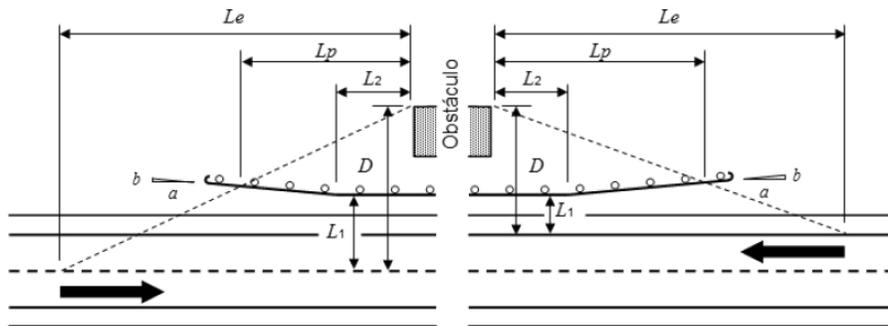


FIGURA 10.- Longitud previa mínima necesaria de barreras de orilla de corona (OD-4.1) para obstáculos en tangentes (L_p)

b) Longitud previa en curvas horizontales circulares

La longitud previa mínima (L_p) necesaria de la barrera de orilla de corona (OD-4.1) en una curva horizontal, que debe ser siempre mayor de diez (10) metros o igual, se determina mediante la siguiente expresión, según se ilustra en la figura 11:

$$L_p = \frac{R \left(\left((R + D)^2 - R^2 \right)^{1/2} - \left((R + L_1)^2 - R^2 \right)^{1/2} \right)}{R + D}$$

Donde:

- L_p = Longitud previa mínima de la barrera, en el sentido del flujo vehicular hasta el borde anterior del obstáculo, (m, con aproximación a la unidad)
- D = Distancia entre el borde del carril de circulación y el borde más alejado del obstáculo, (m). Si esta distancia resulta mayor de 9 m, se considera igual a dicho límite
- L_1 = Distancia del interior de la barrera en la zona del obstáculo al borde del carril, (m)
- R = Radio del borde exterior del carril de circulación cercano a la barrera, (m)

c) Longitud previa en curvas horizontales espirales

La longitud previa mínima (L_p) necesaria de la barrera de orilla de corona (OD-4.1) en una curva espiral, que debe ser siempre mayor de diez (10) metros o igual, se determina gráficamente o en el campo mediante el siguiente procedimiento, según se ilustra en la figura 12:

1. En el borde anterior del obstáculo en el sentido del flujo vehicular se selecciona el punto más alejado del borde del carril de circulación. Si la distancia " D " entre ese punto y el borde del carril es mayor de nueve (9) metros, el punto se ubica a esta última distancia.
2. Desde el punto seleccionado se traza en sentido opuesto al del flujo vehicular, una tangente al borde del carril.

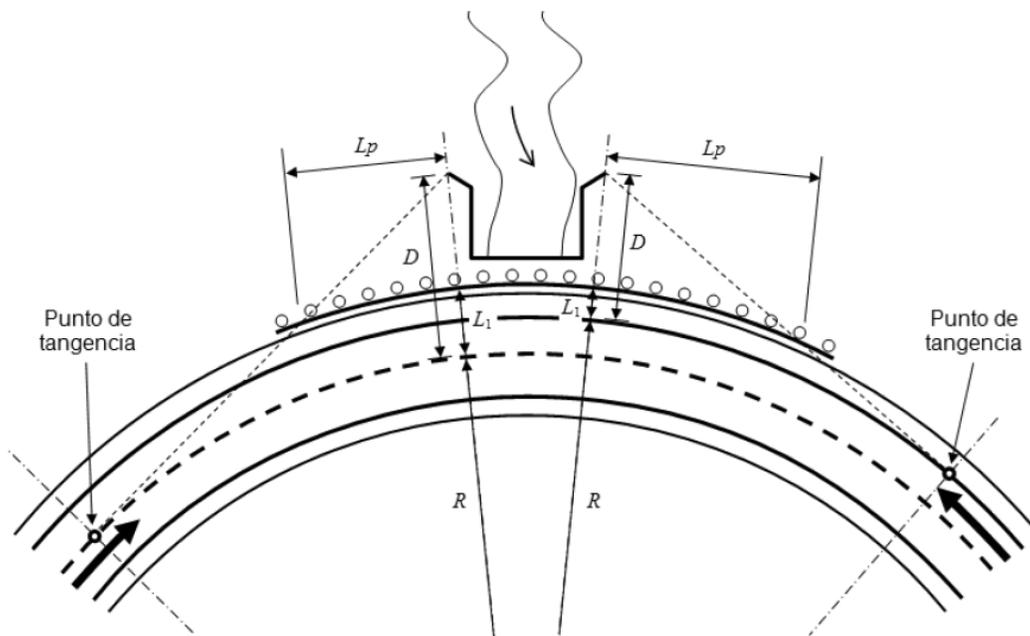


FIGURA 11.- Longitud previa mínima de barreras de orilla de corona (OD-4.1) para obstáculos en curvas horizontales circulares (L_p)

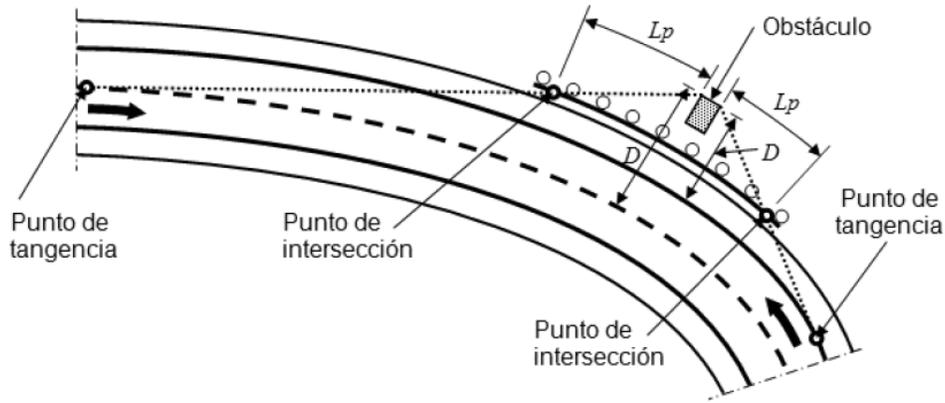


FIGURA 12.- Longitud previa mínima de barreras de orilla de corona (OD-4.1) para obstáculos en curvas horizontales espirales (L_p)

3. La longitud previa mínima (L_p) de la barrera es la que resulta desde el punto de la intersección de su trayectoria con la tangente trazada, hasta la sección transversal correspondiente al borde anterior del obstáculo, en el sentido del flujo vehicular.

d) Longitud posterior

Cuando la carretera o vialidad urbana sea de cuerpos separados, o de dos o más carriles por sentido de circulación con barrera separadora de sentidos de circulación (OD-4.2), la longitud posterior de la barrera de orilla de corona (OD-4.1) debe ser como mínimo de diez (10) metros a partir del borde posterior del obstáculo, en el sentido del flujo vehicular.

5.4.1.2.4. Determinación de la longitud necesaria de barreras de orilla de corona (OD-4.1) en casos especiales

La longitud de barrera de orilla de corona (OD-4.1), necesaria para evitar que un vehículo fuera de control pueda dañar a peatones o ciclistas en zonas donde estos convivan de forma habitual con el tránsito vehicular de la carretera o de la vialidad urbana, se debe determinar mediante un estudio de ingeniería de tránsito para cada caso especial, considerando que deben incluirse las longitudes previa y posterior requeridas para cubrir completamente la situación de riesgo, mismas que deben ser siempre mayores de diez (10) metros o iguales, sin incluir las longitudes adicionales que proveen las secciones extremas de la barrera.

5.4.1.2.5. Secciones extremas de barreras de orilla de corona (OD-4.1)

En el caso de que algún extremo de la barrera de orilla de corona (OD-4.1), incluyendo sus longitudes previa y posterior, quede a corta distancia de un talud de corte sin irregularidades, la barrera se prolongará de forma que se traslape con el corte por lo menos diez (10) metros, en cuyo caso las secciones extremas se deben seleccionar y diseñar según lo establecido en el Capítulo 7. de esta Norma.

5.4.1.2.6. Conexión entre barreras de orilla de corona (OD-4.1)

Se debe proceder a la conexión de barreras de orilla de corona (OD-4.1) cuando la distancia entre sus extremos contiguos sea igual o menor que la indicada en la Tabla 10, según el tránsito diario promedio anual esperado y la velocidad de operación, excepto cuando exista una causa plenamente justificada, como la presencia de accesos, paraderos, cruces peatonales o cortes sin irregularidades, entre otras.

TABLA 10.- Distancia justificante de conexión entre sistemas

Tránsito diario promedio anual (TDPA)	Velocidad de operación km/h	Distancia de conexión entre sistemas m
≤ 7 500	≤ 80	40
	> 80	80
> 7 500	≤ 80	60

Cuando las barreras por conectar sean iguales, sus extremos contiguos se deben prolongar hasta que se unan formando una sola barrera, de lo contrario, la conexión se hará mediante una barrera de transición (OD-4.3), según lo indicado en el Capítulo 6. de esta Norma.

5.4.2. Emplazamiento de barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2)

Cuando se requieran barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2) de acuerdo con lo establecido en 5.3.2.1.4., para su emplazamiento debe considerarse lo siguiente:

5.4.2.1. Emplazamiento lateral de las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2)

El emplazamiento lateral de las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2) requiere considerar la configuración transversal de la faja separadora o del camellón, así como el ancho de trabajo disponible, tomando en cuenta lo siguiente:

5.4.2.1.1. Si la faja separadora o el camellón tiene una superficie sensiblemente plana, con pendientes transversales no mayores de diez (10) por ciento (talud de 10:1), sin desniveles que produzcan una guía forzada de las ruedas del vehículo sin control y sin obstáculos tales como bordillos, cunetas o similares, entre el borde del arroyo vial y la barrera, ésta se debe emplazar al centro de la faja o camellón, como se muestra en la figura 13.

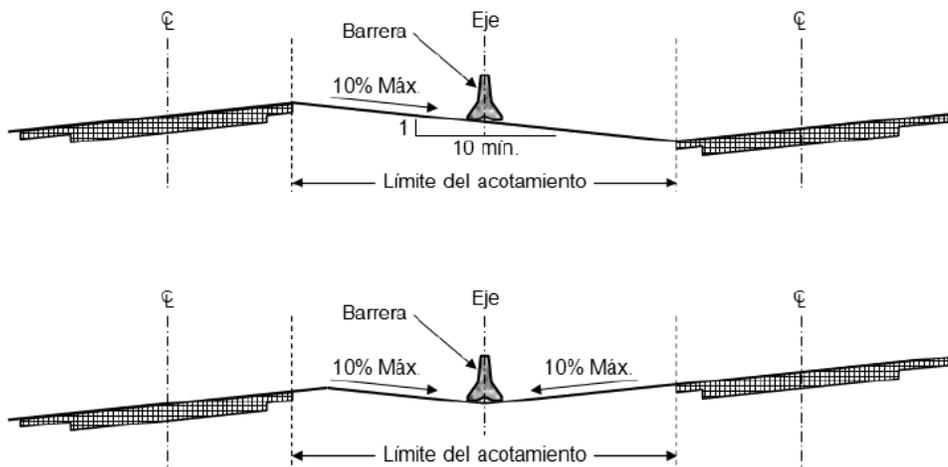


FIGURA 13.- Emplazamiento lateral de barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2) en fajas o camellones con pendientes transversales máximas de 10% por ciento, sin obstáculos

5.4.2.1.2. Si la faja separadora o el camellón tiene una superficie con pendientes transversales entre treinta y tres coma tres (33,3) por ciento (talud 3:1) y diez (10) por ciento (talud 10:1) y sin obstáculos tales como bordillos, cunetas o similares, entre el borde del arroyo vial y la barrera, ésta se debe emplazar en el lado más alto de la faja o camellón, como se muestra en la figura 14.

5.4.2.1.3. Si la faja separadora o el camellón tiene una superficie con pendientes transversales mayores de treinta y tres coma tres (33,3) por ciento (talud 3:1) o existen en ella obstáculos que representen peligro, en lugar de las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2), se deben emplazar barreras de orilla de corona (OD-4.1), como se establece en el Inciso 5.4.1. de esta Norma.

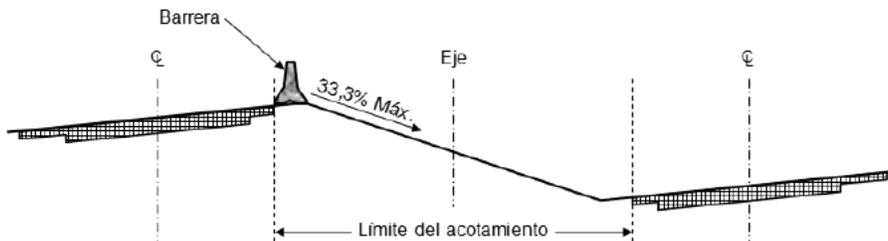


FIGURA 14.- Emplazamiento lateral de barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2) en fajas o camellones con pendientes transversales entre 33,3 % y 10% por ciento, sin obstáculos

5.4.2.2. Emplazamiento longitudinal de las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2)

Para el emplazamiento longitudinal de las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2) se debe considerar lo siguiente:

5.4.2.2.1. Las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2) se deben emplazar a todo lo largo de las fajas separadoras o los camellones que la requieran, considerando que en sus extremos se deben colocar sus secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1), como se muestra en la figura 15.

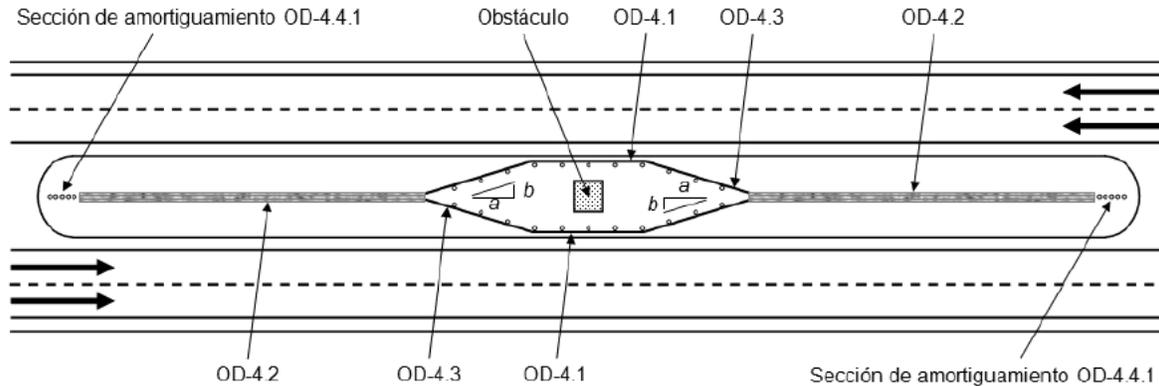


FIGURA 15.- Emplazamiento longitudinal de barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2)

5.4.2.2.2. Si en algún tramo de la faja separadora o del camellón se requieren barreras de orilla de corona (OD-4.1) de acuerdo con lo indicado en 5.4.2.1.3., la barrera separadora de sentidos de circulación (OD-4.2) se llevará hasta un sitio tal que la conexión entre ésta y las primeras pueda hacerse mediante barreras de transición (OD-4.3), según lo indicado en el Capítulo 6. de esta Norma, con el esviaje máximo que se indica en la Tabla 8, en función de la velocidad de operación, como se ilustra en la figura 15.

5.4.2.2.3. Las secciones extremas de las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2) deben ser secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1), conforme a lo establecido en el Capítulo 7. de esta Norma.

5.5. Instalación

Las barreras de orilla de corona y separadora de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) que se seleccionen, incluyendo, en su caso, sus longitudes previas y posteriores, se deben instalar de acuerdo con las especificaciones de sus fabricantes, sin embargo, en lo general, deben considerarse los siguientes aspectos:

5.5.1. Postes

Cuando las barreras de orilla de corona o separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) estén integradas con postes, estos se deben hincar en el terreno o insertar en una excavación, según se indique en el detalle o las especificaciones del sistema de barrera aprobado, contenido en el certificado de cumplimiento respectivo, de forma tal que queden verticales, en los sitios que se indiquen en el proyecto.

5.5.2. Elementos traslapables

Cuando las barreras de orilla de corona o separadoras de sentidos de circulación (OD-4.1 y OD-4.2) estén integradas con elementos de contención que se traslapen, como vigas acanaladas de acero o vigas de acero en "U", en su caso, los separadores se deben fijar a los postes de acuerdo con el detalle o las especificaciones del sistema de barrera aprobado, contenido en el certificado de cumplimiento respectivo. Los tramos de los elementos de contención se deben instalar en sentido contrario al tránsito del carril más próximo a la barrera, de manera que el traslape cubra la fijación del tramo anterior, alineando sus perforaciones antes de fijarlos completamente y una vez alineadas se deben apretar todos y cada uno de los tornillos de fijación con el torque establecido, como se muestra en la figura 16 para el caso de barreras con vigas acanaladas de acero. La instalación de los tramos para las longitudes previas y posteriores de la barrera, de las barreras de transición, zapatas de conexión y secciones extremas, se debe hacer siguiendo el mismo procedimiento de colocación, salvo que los detalles o las especificaciones de estos elementos aprobados, contenidos en los certificados de cumplimiento respectivos, indiquen otra cosa.

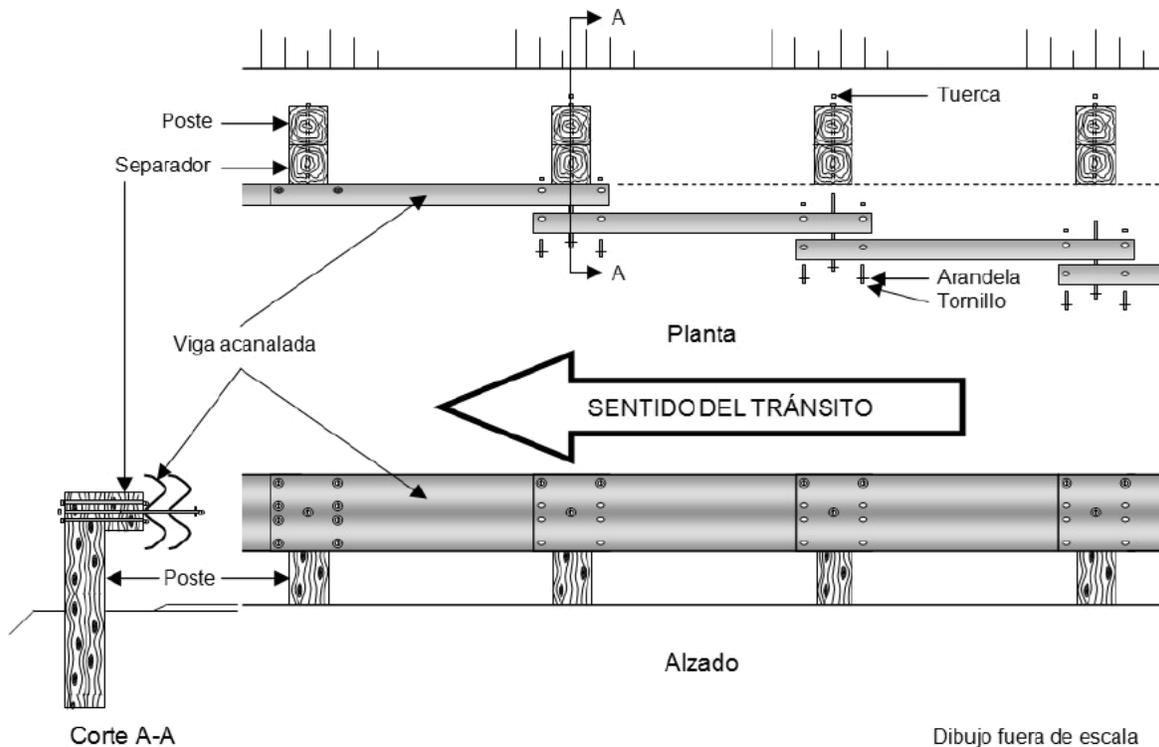


FIGURA 16.- Instalación de vigas acanaladas de acero

6. Barreras de transición (OD-4.3)

Se deben utilizar barreras de transición (OD-4.3) cuando se requiera conectar dos barreras, ya sean de orilla de corona (OD-4.1) o separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2), que tengan niveles de contención o deflexiones dinámicas diferentes, según lo indicado en 5.3.1. y 5.3.2., o conectar las barreras con los parapetos de puentes o estructuras similares, u otros elementos estructurales rígidos como muros de contención y muros de entrada a túneles, entre otros. La barrera de transición debe proveer un cambio gradual de rigidez, es decir, del nivel de contención y de la deflexión dinámica, en la zona de aproximación al elemento más rígido, capaz de evitar la deformación exagerada por el impacto de un vehículo, que resulta en ángulos excesivos de redireccionamiento con trayectorias peligrosas, o el impacto de los vehículos en los elementos rígidos de las estructuras, con la consecuente desaceleración excesiva o la penetración de las barreras en los vehículos impactados a lo largo de la transición. Cada transición está en función de las características específicas de las barreras por unir, por lo que en cada caso debe seleccionarse la transición adecuada que haya mostrado buen comportamiento al ser probada por el Reporte 350 Procedimientos Recomendados para Evaluar el Desempeño de los Dispositivos de Seguridad de Carreteras del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993) o por el Manual para la Evaluación de Equipos de Seguridad de la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales (Manual for Assessing Safety Hardware [MASH], American Association of State Highway and Transportation Officials, USA, 2009), sin embargo, en lo general, deben considerarse los siguientes aspectos:

6.1. Carreteras y vialidades urbanas de dos carriles. En el caso de carreteras y vialidades urbanas que tengan un carril por sentido de circulación, las barreras de transición (OD-4.3) se deben utilizar de manera que se asegure la protección de los vehículos que circulen en los dos sentidos.

6.2. Longitud de transición. La transición se hará gradualmente aumentando la rigidez de la barrera en la aproximación al elemento más rígido, en un largo de diez (10) a doce (12) veces la diferencia entre las deflexiones normales de ambos elementos. Por ejemplo, al conectar una barrera metálica cuya deflexión normal es de un (1) metro, con una barrera rígida cuya deflexión normal es de cero (0) metros, la diferencia entre sus deflexiones normales es de un (1) metro y el largo del tramo de transición entre estos sistemas sería de diez (10) a doce (12) metros. Esto se puede lograr mediante una combinación de las siguientes acciones: disminuir gradualmente el espaciado entre postes, aumentar la sección de los postes y reforzar la sección de la viga acanalada de dos o tres crestas, sobreponiendo dos vigas acanaladas adicionales, una adelante de la otra o usando vigas acanaladas de mayor espesor. Todos los elementos de la barrera de transición tendrán un diseño que evite el impacto vehicular en postes u otros elementos del sistema.

6.3. Conexiones adecuadas. Las conexiones entre las barreras serán tan resistentes a un impacto como la barrera de aproximación, para lo que se requiere que los tornillos de conexión atraviesen completamente ambos sistemas. Cuando la conexión se haga con un elemento de concreto, mampostería u otro material muy rígido, se deben usar zapatas de conexión especiales, como las mostradas en la figura 17 y placas de distribución de carga detrás del elemento de concreto, para repartir las cargas adecuadamente, como se muestra en la figura 18.

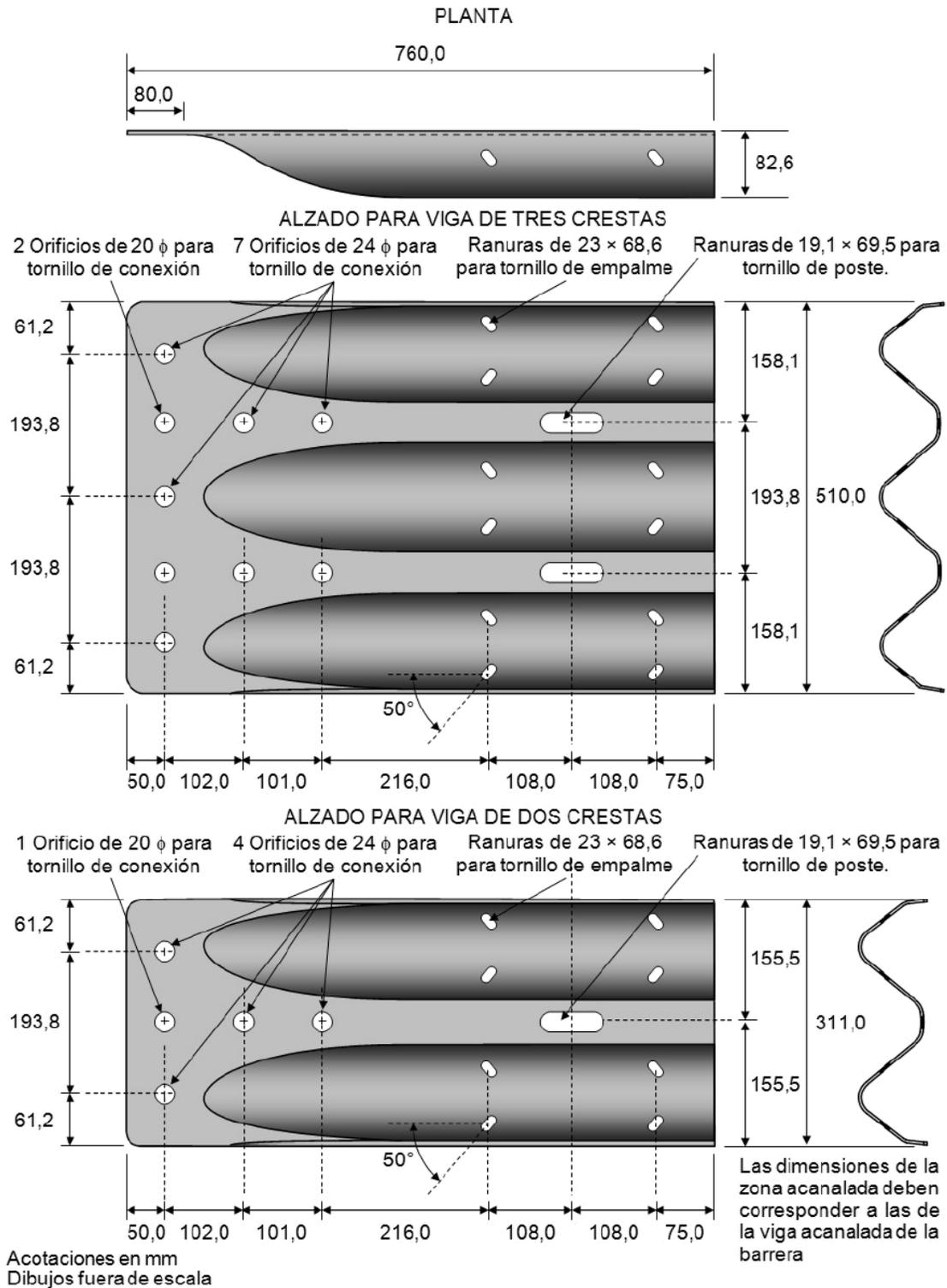


FIGURA 17.- Zapatas de conexión para barreras de vigas acanaladas de acero

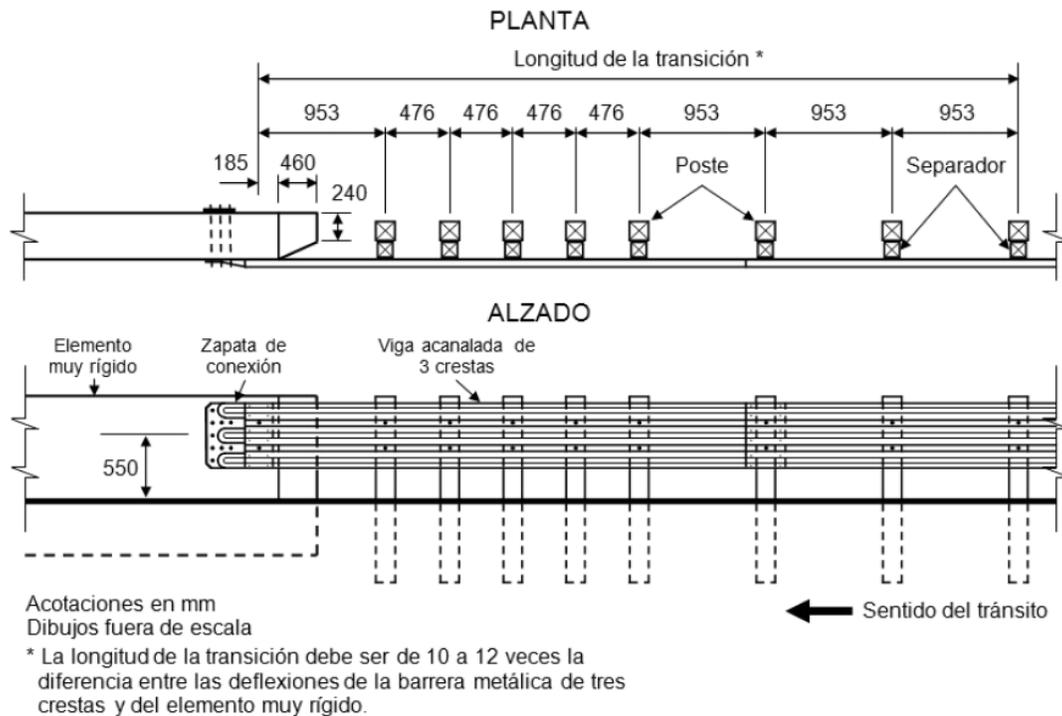


FIGURA 18.- Transición de barrera metálica de tres crestas a muro vertical recto

6.4. Sección de transición. Las secciones de transición que se utilicen para unir un tramo de barrera de acero con vigas acanaladas de dos crestas con otro tramo con vigas acanaladas de tres crestas, o viceversa, tendrán en uno de sus extremos la misma sección transversal que la de las vigas de dos crestas y, en el otro, la de las vigas de tres crestas, como se muestra en la figura 19. Cuando sea necesario pasar de una barrera de acero de dos crestas a un elemento muy rígido, la transición será una barrera de acero de tres crestas unida a la de dos mediante una sección de transición, como se muestra en la figura 20.

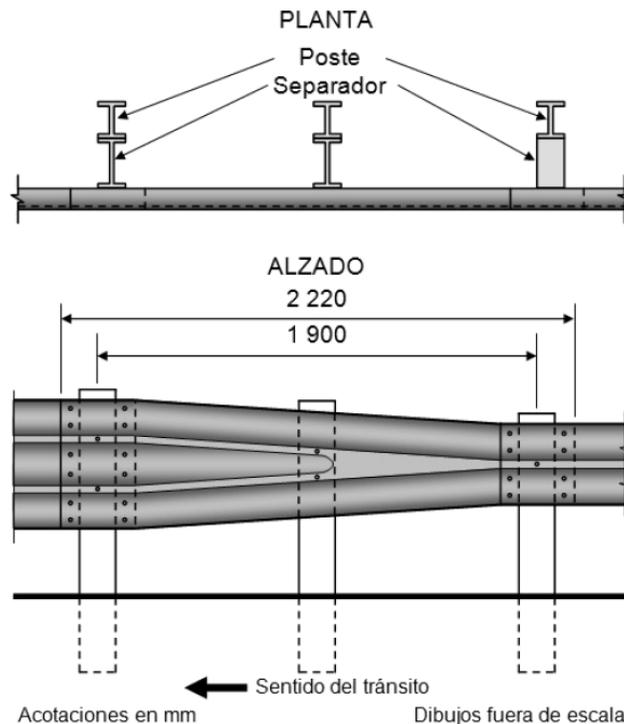


FIGURA 19.- Sección de transición para unir vigas acanaladas de dos y de tres crestas

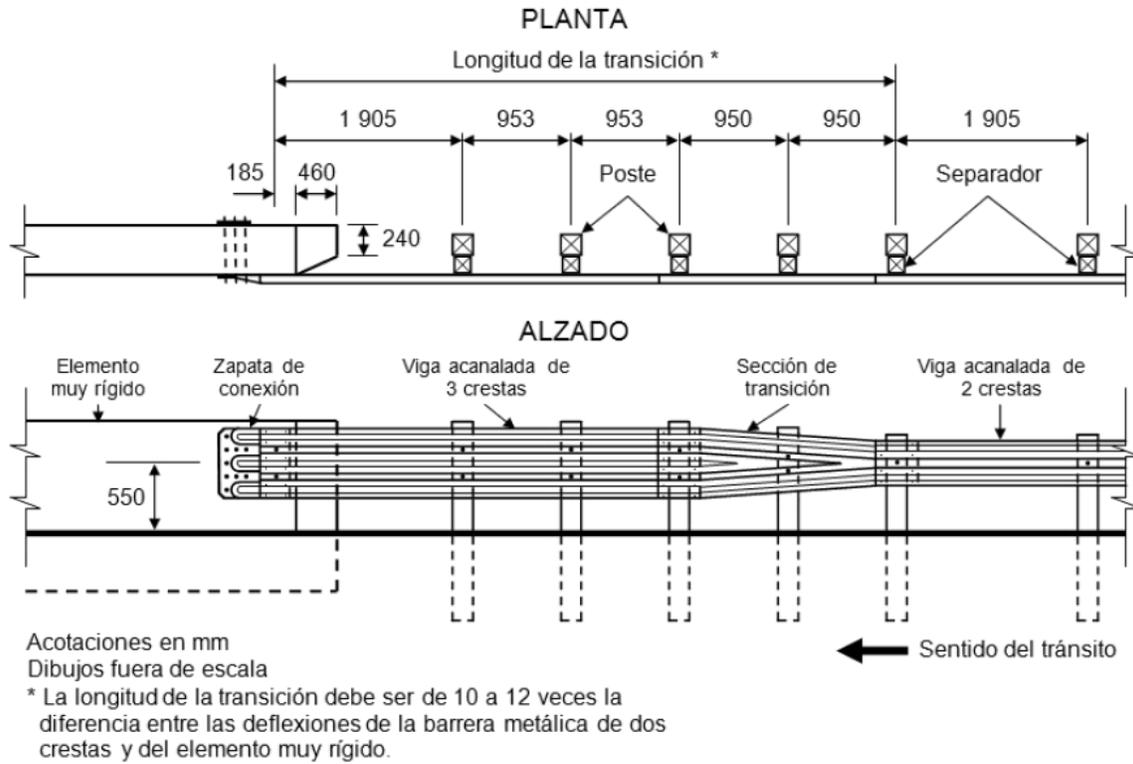


FIGURA 20.- Transición de barrera metálica de dos a tres crestas y a muro vertical recto

6.5. Doble banda. En algunos casos, en lugar de la sección de transición a que se refiere el Párrafo anterior, es recomendable usar una viga acanalada adicional colocada abajo de la normal para evitar el impacto vehicular en postes u otros elementos del sistema no aptos para ello, integrándose así una configuración de barrera denominada de "doble banda" como las mostradas en las figuras 21 y 22.

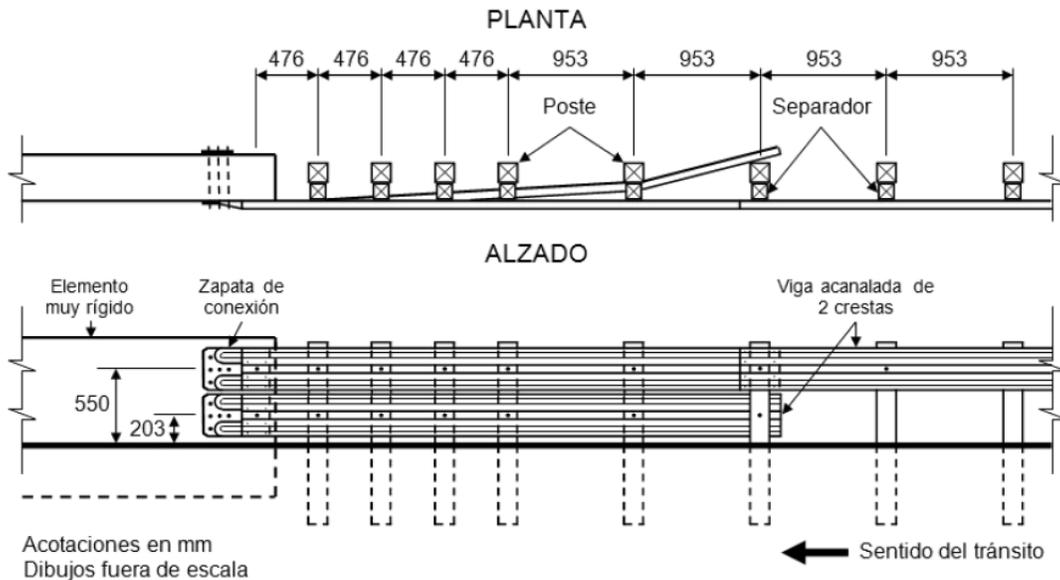


FIGURA 21.- Transición de barrera metálica de doble banda a muro vertical recto

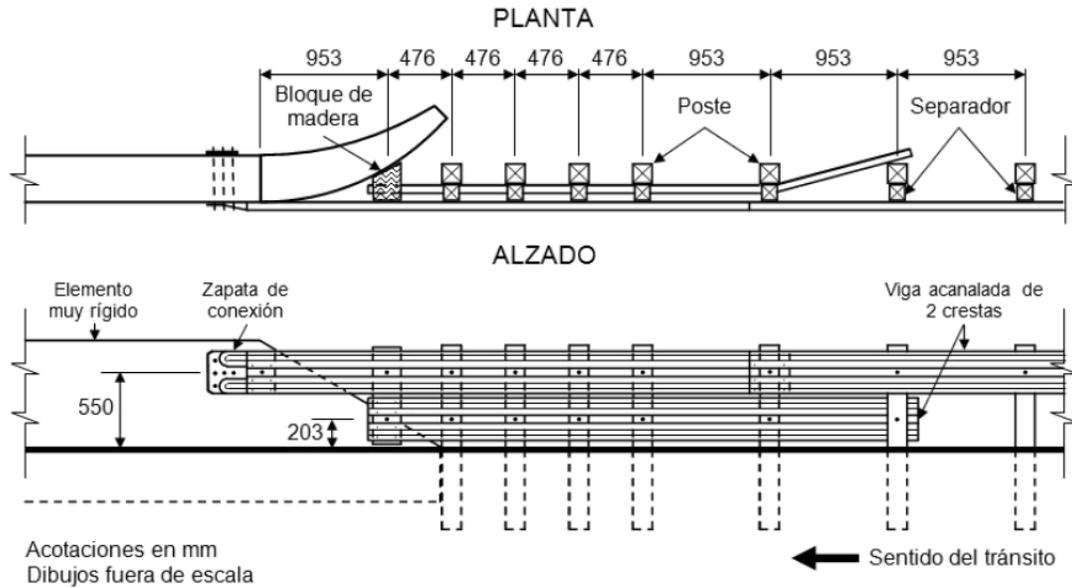
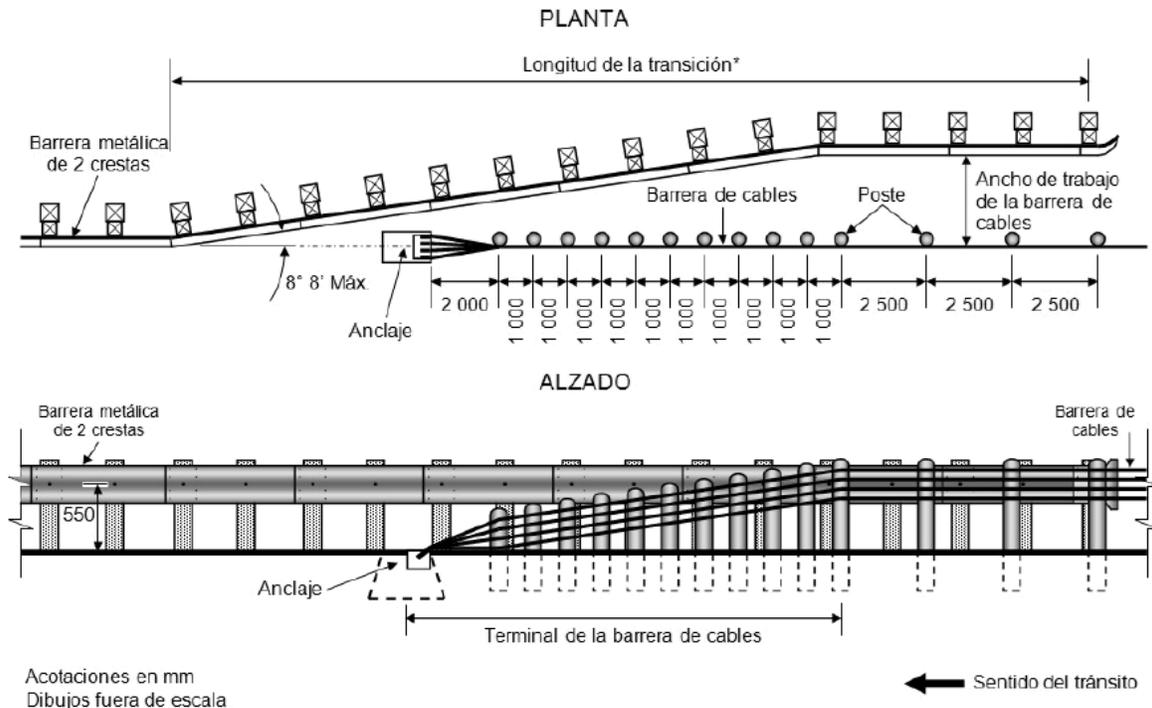


FIGURA 22.- Transición de barrera metálica de doble bandas a muro curvo

6.6. Transición de barreras flexibles de cables de acero. Cuando se requiera pasar de una barrera flexible de cables de acero a otra barrera que tenga nivel de contención mayor o deflexión dinámica menor, la transición se debe hacer mediante una barrera de acero con vigas acanaladas de dos o tres crestas, traslapada a la de cables en una longitud que comprenda toda la terminal de la barrera de cables más siete coma cinco (7,5) metros de esta última, por lo menos, de forma que ambas barreras trabajen independientemente, como se ejemplifica en la figura 23. En su caso, la barrera de dos crestas se debe conectar a una de tres crestas o a un elemento de concreto, mampostería u otro material muy rígido, como se indica en los párrafos 6.3. a 6.5. La transición puede hacerse mediante dispositivos especiales que conecten directamente la barrera de cables a la barrera de mayor rigidez, considerando lo señalado en el Párrafo 6.7.



Acotaciones en mm
Dibujos fuera de escala

* La longitud de transición se debe ajustar según las características específicas de la terminal de la barrera de cables que se utilice.

FIGURA 23.- Transición de barrera flexible de cables de acero

6.7. Selección de barreras de transición. En cualquier caso, las barreras de transición (OD-4.3) que se seleccionen deben ser compatibles con el tipo específico de la barrera de orilla de corona o separadora de sentidos de circulación que se utilice y se pueden seleccionar de entre las disponibles en el mercado siempre y cuando hayan sido certificadas por un laboratorio debidamente acreditado o reconocido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes demostrando su buen desempeño en las pruebas del Reporte 350 Procedimientos Recomendados para Evaluar el Desempeño de los Dispositivos de Seguridad de Carreteras del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993) o del Manual para la Evaluación de Equipos de Seguridad de la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales (Manual for Assessing Safety Hardware [MASH], American Association of State Highway and Transportation Officials, USA, 2009), de manera que las barreras de transición mostradas en las figuras de esta Norma se presentan sólo como ejemplo, de maneta ilustrativa mas no limitativa, ya que cada caso es particular y han de seleccionarse las idóneas aunque no estén ilustradas en esta Norma. El certificado de cumplimiento correspondiente debe indicar, de manera fehaciente, el detalle y las especificaciones del sistema de transición aprobado, bien sea de manera genérica o de manera especial hacia una persona física o moral.

6.8. Pendientes laterales del terreno. En todo caso, la franja de terreno entre el arroyo vial y la barrera de transición tendrá una pendiente transversal máxima de diez a uno (10:1) y la zona estará despejada de cualquier elemento que impida su correcto funcionamiento como puede ser una cuneta o un bordillo, entre otros.

7. Secciones extremas de las barreras (OD-4.4)

Para asegurar el correcto y seguro funcionamiento de cada barrera, se deben diseñar con dos secciones extremas, una al inicio y otra al final de cada tramo de barrera según sea necesario. Las características mecánicas, los detalles estructurales de las secciones en sí mismas y las geométricas del emplazamiento, deben ser materia del diseño particular de cada caso, lo cual dependerá fundamentalmente de las características del resto de la barrera, las condiciones del suelo y la situación geométrica del camino.

7.1. Secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1)

Las secciones extremas deben ser secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1) cuando se colocan en el extremo de la barrera en el que un vehículo que se aproxima a ella se pueda impactar de frente en ese extremo.

7.1.1. Clasificación

Las secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1) se clasifican según su modo de operación y según su nivel de prueba, como se indica a continuación:

7.1.1.1. Clasificación según su modo de operación

Las secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1) se clasifican de acuerdo con su modo de operación en tres categorías: Redireccionables – No traspasables (RNT), Redireccionables – Traspasables (RT) y No redireccionables (NR).

7.1.1.1.1. Secciones de Amortiguamiento Redireccionables–No traspasables (OD-4.4.1/RNT)

Son diseñadas para absorber toda la energía de un impacto, frontal o angular, en su extremo inicial, desacelerando al vehículo por diversos mecanismos, ya sea cortando o deformando placas de acero, comprimiendo cartuchos deformables u otro mecanismo, hasta detener el vehículo en forma controlada y segura. Si el impacto es angular y se produce pasado el extremo inicial, el sistema absorbe parte de la energía del vehículo y lo redirecciona hacia el arroyo vial. Dependiendo de su configuración, pueden resistir impactos por uno o por ambos lados.

Estos dispositivos son apropiados en lugares donde existen condiciones geométricas restringidas o donde se requiera evitar que los vehículos invadan los carriles de sentido opuesto.

7.1.1.1.2. Secciones de Amortiguamiento Redireccionables – Traspasables (OD-4.4.1/RT)

Son diseñadas para absorber toda la energía de un impacto frontal en su extremo inicial, desacelerando el vehículo por diversos mecanismos, ya sea cortando o deformando placas de acero, comprimiendo cartuchos deformables u otro mecanismo, hasta detener el vehículo en forma controlada y segura. Si el impacto es angular y se produce en el extremo inicial, el vehículo puede traspasar el sistema después de transferir una parte de su energía cinética al dispositivo. Si el impacto es angular y se produce pasado el extremo inicial, el sistema absorbe parte de la energía del vehículo y lo redirecciona hacia el arroyo vial. Dependiendo de su configuración, pueden resistir impactos por uno o por ambos lados. En la figura 24 se muestra el esquema de una sección de amortiguamiento Redireccionable – Traspasable (OD-4.4.1/RT).

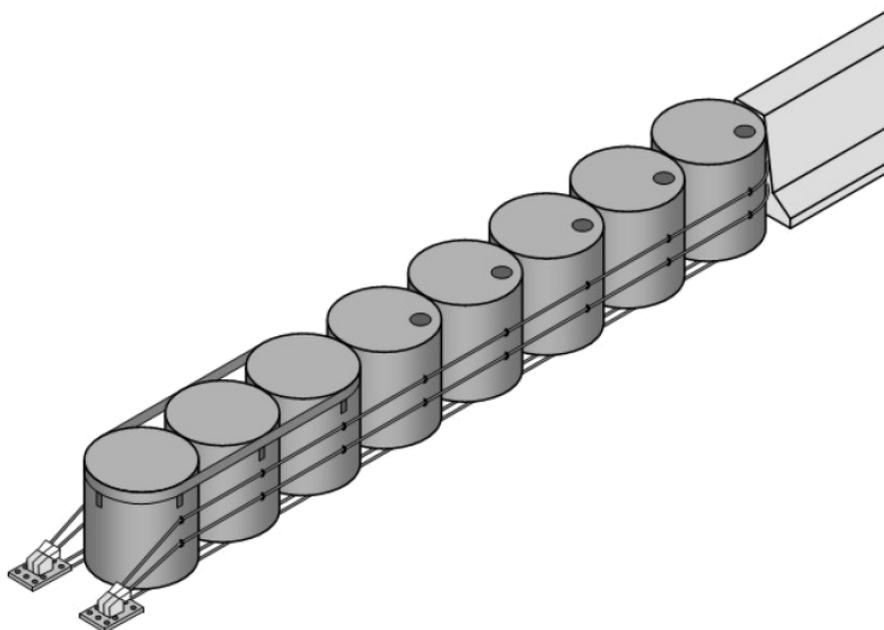


FIGURA 24.- Sección de amortiguamiento redireccionable – traspasable (OD-4.4.1/RT)

Estos dispositivos son apropiados en lugares donde existe un espacio transitable limitado detrás del dispositivo en donde el vehículo que lo traspase pueda tener tiempo y espacio para detenerse antes de impactar algún objeto fijo o caerse por un terraplén no transitable.

7.1.1.1.3. Secciones de Amortiguamiento No Redireccionables (OD-4.4.1/NR)

Son diseñadas para absorber toda la energía de un impacto frontal en su extremo inicial, por transferencia del impulso a partículas de arena, agua u otro material contenido en recipientes especialmente diseñados, por lo que desaceleran al vehículo hasta detenerlo en forma controlada y segura. Estos dispositivos no tienen capacidad de contener ni redireccionar a un vehículo que lo impacte por un costado. Son apropiados en lugares donde existe un amplio espacio y terreno transitable detrás de ellos. Por lo general son destruidos durante el impacto, resultando irre recuperables después del mismo. Impactos angulares cercanos al final del dispositivo pueden resultar en desaceleraciones críticas para los vehículos. En la figura 25 se observa el esquema de una sección de amortiguamiento no redireccionable (OD-4.4.1/NR).

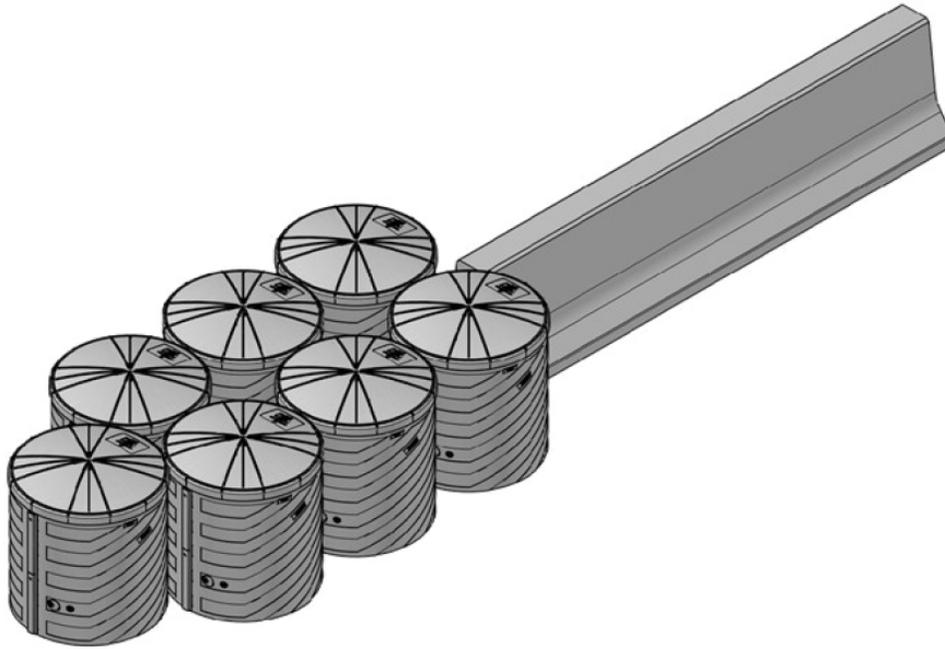


FIGURA 25.- Sección de amortiguamiento no redireccionable (OD-4.4.1/RT)

7.1.1.2. Clasificación según el nivel de contención

De acuerdo con las características, velocidad y ángulo de impacto de los vehículos que son capaces de contener y, en su caso, redireccionar, las secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1) se clasifican en los tres niveles de contención que se indican en la Tabla 11, según el nivel de prueba que satisfagan del Reporte 350 Procedimientos Recomendados para Evaluar el Desempeño de los Dispositivos de Seguridad de Carreteras del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993).

TABLA 11.- Clasificación de las secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1) según su nivel de contención

Nivel de contención	Vehículos que contiene y, en su caso, redirecciona			Prueba ^[1]		
	Designación	Vehículo	Masa vehicular kg	Nivel de prueba	Velocidad de impacto Km/h	Ángulos de impacto Grados
NC-1	Ap	Automóvil	820	1	50	0 y 15
	Ac	Camioneta	2 000		50	0, 15 y 20
NC-2	Ap	Automóvil	820	2	70	0 y 15
	Ac	Camioneta	2 000		70	0, 15 y 20
NC-3	Ap	Automóvil	820	3	100	0 y 15
	Ac	Camioneta	2 000		100	0, 15 y 20

[1] Según el Reporte 350 Procedimientos recomendados para evaluar el desempeño de los dispositivos de seguridad de carreteras del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993)

7.1.1.3. Clasificación según su vida útil

De acuerdo con su vida útil las secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1), en función de la probabilidad de que un vehículo se impacte en ella en un año, considerando el volumen de tránsito, pueden ser:

7.1.1.3.1. Secciones de Amortiguamiento Desechables

Son las que al sufrir el impacto de un vehículo se destruyen quedando irreparables. Pueden ser utilizadas en aquellos sitios en los que se estime que la probabilidad de un impacto es de cuatro diezmilésimos de por ciento (0,0004%) o menor, o donde haya ocurrido sólo un impacto en un año.

7.1.1.3.2. Secciones de Amortiguamiento Parcialmente Reusables

Son las que al sufrir el impacto de un vehículo quedan dañadas en un veinticinco a cincuenta por ciento (25 a 50%) de su estructura, pudiendo ser reparadas. Pueden ser utilizadas en aquellos sitios en los que se estime que la probabilidad de un impacto es de doce diezmilésimos de por ciento (0,0012%) o menor, o donde hayan ocurrido hasta tres impactos en un año.

7.1.1.3.3. Secciones de Amortiguamiento Reusables

Son las que al sufrir el impacto de un vehículo quedan dañadas en menos del veinticinco por ciento (25%) de su estructura, pudiendo ser reparadas rápidamente. Pueden ser utilizadas en aquellos sitios en los que se estime que la probabilidad de un impacto es mayor de doce diezmilésimos de por ciento (0,0012%) o donde hayan ocurrido más de tres impactos en un año.

7.1.2. Utilización

7.1.2.1. Se deben instalar secciones de amortiguamiento redireccionables-no traspasables (OD-4.4.1/RNT) al inicio, en el sentido del tránsito, de las barreras de orilla de corona (OD-4.1) y al final de ellas cuando la carretera o vialidad urbana sea de dos carriles, uno por sentido de circulación, así como en las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2). En las barreras de orilla de corona (OD-4.1) paralelas en toda su longitud al arroyo vial, tienen la ventaja de que no se requieren modificaciones en los costados de la corona y la desventaja de que se ubican más cerca del arroyo vial que en el caso de barreras con esviaje, haciéndolas más propensas a ser impactadas. En las figuras 26 y 27 se observan esquemas básicos de estas secciones de amortiguamiento en barrera de orilla de corona paralela al arroyo vial (OD-4.1.1 y OD-4.1.2) y en barrera separadora de sentidos de circulación (OD-4.2.), respectivamente.

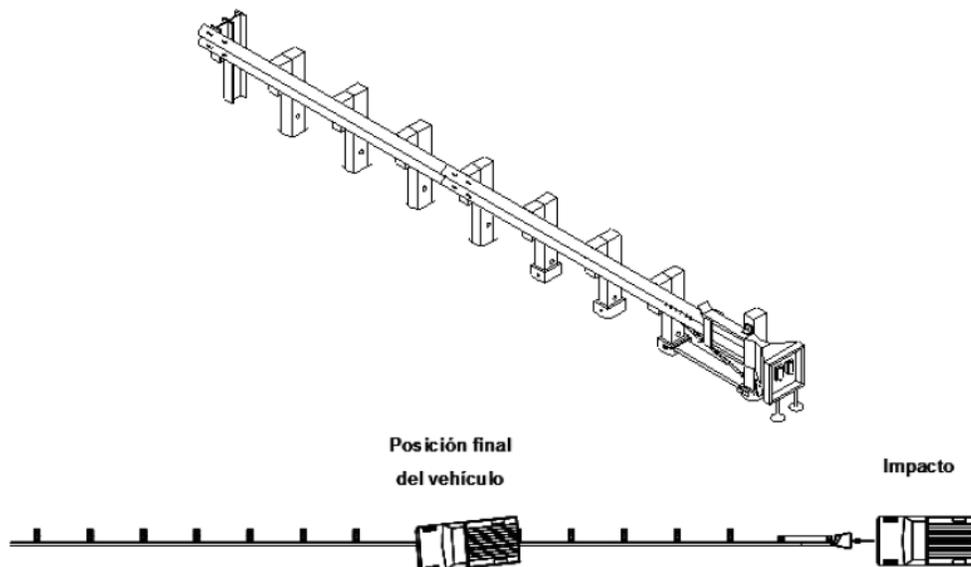


FIGURA 26.- Sección de amortiguamiento redireccionable- no traspasable (OD-4.4.1/RNT) en barrera de orilla de corona paralela al arroyo vial (OD-4.1.1 y OD-4.1.2)

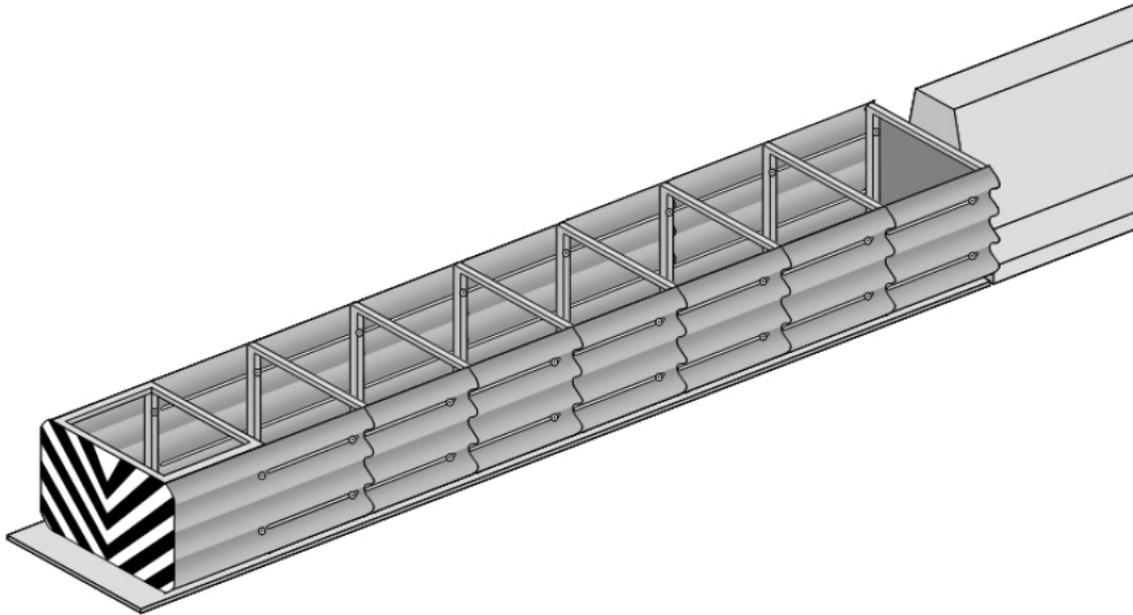


FIGURA 27.- Sección de amortiguamiento redireccionable- no traspasable (OD-4.4.1/RNT) en barrera separadora de sentidos de circulación (OD-4.2.3)

7.1.2.2. En lugares donde exista un amplio espacio de terreno transitable sin obstáculos detrás de las barreras de orilla de corona (OD-4.1), con un ancho mayor de nueve (9) metros, longitud mínima de veintiún (21) metros y pendiente transversal no mayor de veinte por ciento (20%), se pueden instalar secciones de amortiguamiento redireccionables - traspasables (OD-4.4.1/RT) o no redireccionables (OD-4.4.1/NR). En la figura 28 se observa el esquema básico de una sección de amortiguamiento en barrera de orilla de corona no paralela al arroyo vial (OD-4.1.2).

7.1.2.3. Cuando las barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2) se utilicen para separar carriles con un mismo sentido de circulación, donde no existe peligro de que los vehículos que las traspasen se impacten de frente con otro vehículo que circule en sentido opuesto, se pueden instalar secciones de amortiguamiento redireccionables - traspasables (OD-4.4.1/RT) o no redireccionables (OD-4.4.1/NR).

7.1.2.4. En cualquier caso, las secciones de amortiguamiento (OD-4.4.1) que se seleccionen deben ser compatibles con el tipo específico de la barrera de orilla de corona o separadora de sentidos de circulación que se utilice y se pueden seleccionar de entre las disponibles en el mercado siempre y cuando hayan sido certificadas por un laboratorio debidamente acreditado o reconocido por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes demostrando su buen desempeño en las pruebas del Reporte 350 Procedimientos Recomendados para Evaluar el Desempeño de los Dispositivos de Seguridad de Carreteras del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993) o del Manual para la Evaluación de Equipos de Seguridad de la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales (Manual for Assessing Safety Hardware [MASH], American Association of State Highway and Transportation Officials, USA, 2009), de manera que las secciones de amortiguamiento mostradas en las figuras de esta Norma se presentan sólo como ejemplo, de manera ilustrativa mas no limitativa, ya que cada caso es particular y han de seleccionarse las idóneas aunque no estén ilustradas en esta Norma. El certificado de cumplimiento correspondiente debe indicar, de manera fehaciente, el detalle y las especificaciones de la sección de amortiguamiento aprobado, bien sea de manera genérica o de manera especial hacia una persona física o moral.

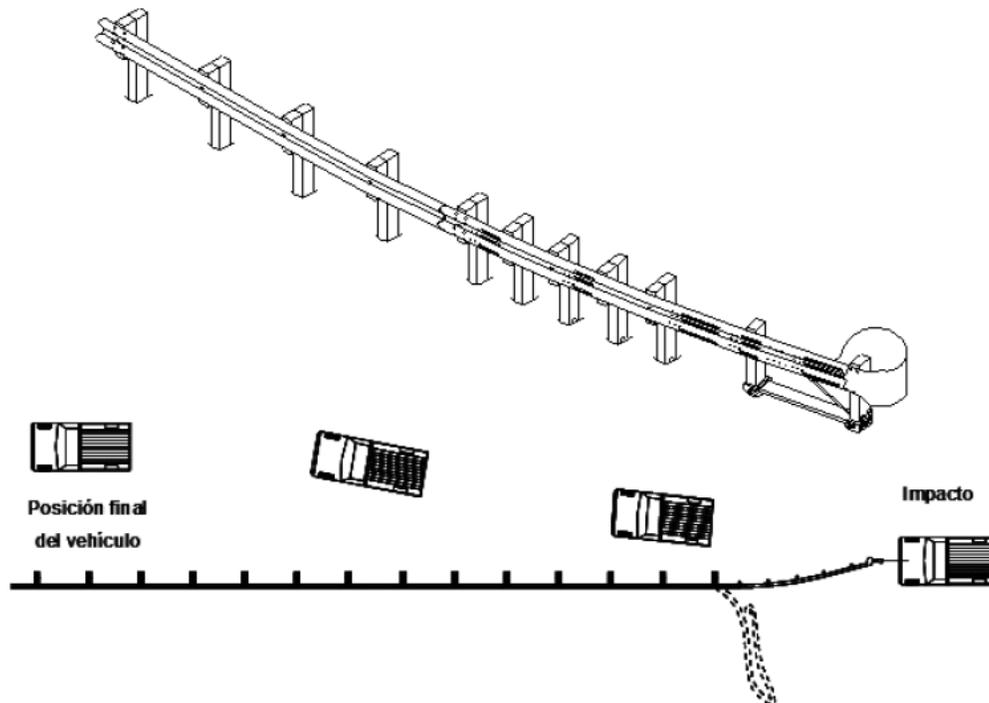


FIGURA 28.- Sección de amortiguamiento redireccionable-trasapable (OD-4.4.1/RT) en barrera de orilla de corona no paralela al arroyo vial (OD-4.1.2)

Si la barrera es de tres o de cuatro cables de acero con postes débiles diseñados para doblarse al impacto de los vehículos, se puede omitir la colocación de una sección de amortiguamiento (OD-4.4.1), siempre y cuando se haya certificado, como se establece en este Subinciso, que el impacto de los vehículos en el extremo inicial de la barrera en el sentido del tránsito no representa peligro para sus ocupantes.

7.2. Secciones terminales (OD-4.4.2)

Las secciones extremas deben ser secciones terminales (OD-4.4.2) cuando se colocan en el extremo de una barrera de orilla de corona (OD-4.1.1 y OD-4.1.2) para reforzarla y protegerla, cuando sea reducido el riesgo de que un vehículo se impacte de frente en ese extremo. Se deben instalar sólo en el extremo final de dichas barreras en el sentido de circulación del tránsito, cuando las carreteras o vialidades urbanas sean de cuerpos separados o de dos o más carriles por sentido de circulación con barreras separadoras de sentidos de circulación (OD-4.2). Las secciones terminales (OD-4.4.2) pueden ser:

7.2.1. Para barreras de orilla de corona de acero con vigas acanaladas de dos o tres crestas (OD-4.1.1 y OD-4.1.2)

7.2.1.1. Secciones terminales sencillas (OD-4.4.2/S) también llamadas tipo “cola de pato” como las mostradas en la figura 29, que se deben colocar sólo cuando el extremo final de la barrera en el sentido de circulación del tránsito, sea esviado.

7.2.1.2. Secciones terminales aterrizadas (OD-4.4.2/A) como las ilustradas en la figura 30, que se deben colocar sólo en el extremo final de la barrera en el sentido de circulación del tránsito, cuando ésta sea paralela al arroyo vial en toda su longitud.

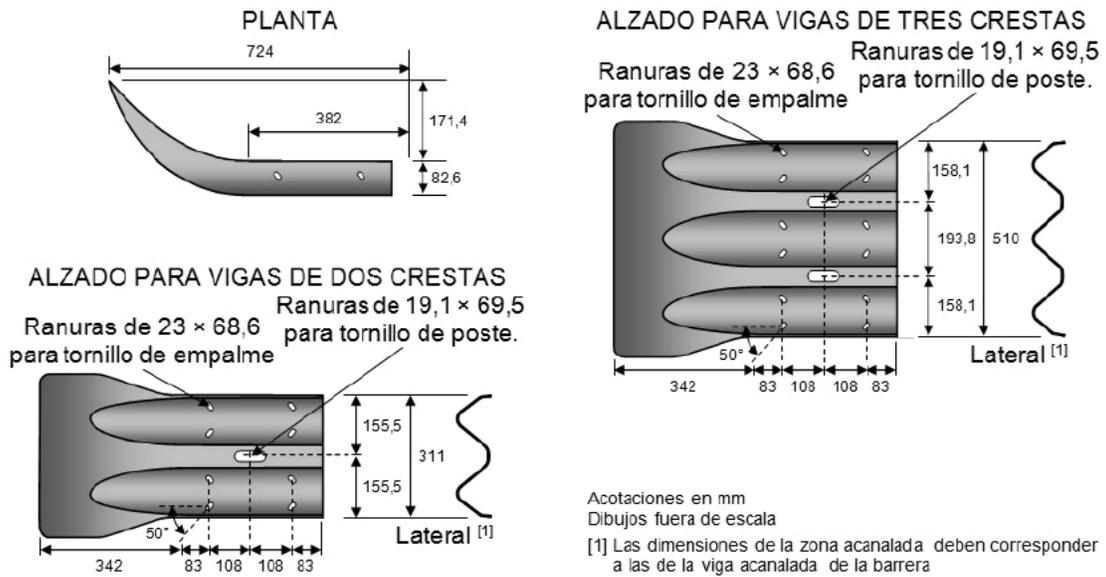


FIGURA 29.- Secciones terminales sencillas para vigas acanaladas de dos y de tres crestas (OD-4.4.2/S)

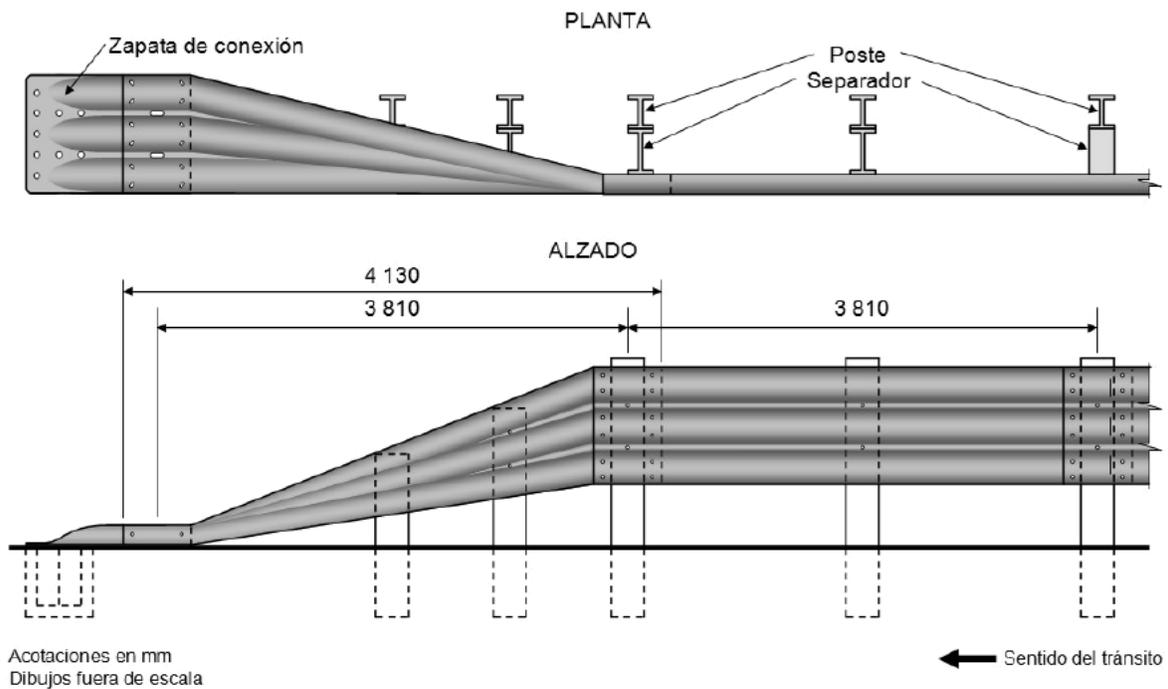


FIGURA 30.- Sección terminal aterrizada para vigas acanaladas de dos y de tres crestas (OD-4.4.2/A)

7.2.2. Para barreras de orilla de corona de cables de acero (OD-4.1.1)

Cuando se instalen barreras de orilla de corona de cables de acero (OD-4.1.1), sus secciones terminales (OD-4.4.2) tendrán un anclaje adecuado para el sistema elegido, similar al ilustrado en la figura 23, que haya demostrado un buen desempeño en las pruebas del Reporte 350 Procedimientos Recomendados para Evaluar el Desempeño de los Dispositivos de Seguridad de Carreteras del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993) o del Manual para la Evaluación de Equipos de Seguridad de la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales (Manual for Assessing Safety Hardware [MASH], American Association of State Highway and Transportation Officials, USA, 2009).

7.2.3. En cualquier caso, las secciones terminales (OD-4.4.2) que se seleccionen deben ser compatibles con el tipo específico de la barrera de orilla de corona que se utilice y se pueden seleccionar de entre las disponibles en el mercado, de manera que las secciones terminales mostradas en las figuras de esta Norma se presentan sólo como ejemplo, de manera ilustrativa mas no limitativa, ya que cada caso es particular y han de seleccionarse las idóneas aunque no estén ilustradas en esta Norma.

8. Conservación

Los responsables de la conservación de las carreteras o de las vialidades urbanas, deben asegurar que las barreras de protección de los tramos a su cargo, incluyendo sus barreras de transición y secciones extremas, siempre funcionen correctamente, por lo que deben implantar un programa de inspección y conservación rutinaria y, en su caso, proceder a reparar o reemplazar inmediatamente los elementos que resulten dañados por un percance o por vandalismo, para evitar que un vehículo se impacte en un elemento estropeado que pudiera incrementar la gravedad del accidente, pues una barrera dañada se convierte en un obstáculo muy peligroso para los usuarios. Los trabajos de inspección, conservación y reparación o reposición se deben realizar considerando lo siguiente:

Durante los trabajos de conservación, de reparación o de reemplazo, se debe prestar especial atención al señalamiento y dispositivos de protección conforme a lo establecido en la Norma Oficial Mexicana NOM-086-SCT2-2004, "Señalamiento y dispositivos para protección en zonas de obras viales", para no generar otro incidente derivado de esos trabajos.

8.1. Inventario de las barreras de protección

Todas las barreras de protección de una carretera o una vialidad urbana deben estar inventariadas en una base de datos, que contenga como mínimo, para cada barrera, la siguiente información:

- Designación y tipo de la barrera;
- ubicación precisa del inicio y término de la barrera, incluyendo sus secciones extremas;
- en su caso, ubicación, designación y tipo de las barreras de transición;
- designación y tipo de las secciones extremas;
- especificaciones de diseño, operación, construcción y conservación de la barrera, así como de las barreras de transición y secciones extremas, incluyendo los planos de instalación y rehabilitación, así como los procedimientos de reparación o reposición, que deben proporcionar los fabricantes o distribuidores de las barreras, las barreras de transición y de las secciones extremas;

- fecha, tipo y descripción de cada trabajo de conservación, reparación o reposición;
- disponibilidad en almacén de las piezas y refacciones para la conservación, reparación o reposición de la barrera, así como de sus barreras de transición y secciones extremas, y
- fecha y descripción de cada accidente o incidente que afecte la barrera o sus barreras de transición o secciones extremas, y descripción de los daños ocasionados a dichos elementos, así como a los vehículos y pasajeros.

Esta base de datos se debe actualizar tan pronto como se ejecuten los trabajos de conservación, reparación o reposición y debe estar disponible en cualquier momento para la autoridad responsable de la carretera o de la vialidad urbana y para cualquier otra autoridad competente que solicite la información.

8.2. Inspección y conservación rutinaria

El programa de inspección y conservación rutinaria se debe formular para cada año con base en las especificaciones de conservación aplicables a los diferentes tipos de barreras de protección que se utilicen en la carretera o la vialidad urbana, así como a sus barreras de transición y secciones extremas. Dicho programa debe ser revisado y en su caso, ajustado mensualmente con base en los trabajos de inspección, conservación, reparación o reposición que se ejecuten. Las inspecciones visuales deben ser periódicas para detectar los daños o deterioros que pudieran afectar el correcto funcionamiento de las barreras o sus barreras de transición y secciones extremas, con el propósito de ejecutar los trabajos de conservación oportunamente.

Estos trabajos de conservación rutinaria son, entre otros, los siguientes:

- Inspecciones periódicas para constatar el estado de las barreras y sus dispositivos;
- limpieza de acumulaciones de escombros y arena, y despeje de maleza;
- verificación del torque de los tornillos que sujetan a los diversos elementos;
- reposición de piezas faltantes por vandalismo o robo;
- en su caso, pintura y señalamiento asociados, y
- en su caso, ajustes de tensión de cables guías y otros elementos del sistema.

8.3. Reparación o reemplazo

Después de un accidente o de cualquier otro percance que dañe una barrera de protección, sección de transición o sección extrema, se debe efectuar una inspección y análisis detenido, para determinar las partes o las piezas que requieran ser reparadas, ajustadas o reemplazadas para rehabilitar los elementos dañados rápida y oportunamente, ya que un impacto con un sistema no rehabilitado puede resultar en un accidente muy severo para los usuarios y daños de gran consideración a la barrera.

8.4. Almacenamiento

Con el propósito de efectuar la conservación rutinaria de las barreras de protección, incluyendo sus barreras de transición y extremas, así como las reparaciones o reposiciones que se requieran, en forma oportuna y eficaz para evitar accidentes posteriores de mayor gravedad, el responsable de la conservación de la carretera o vialidad urbana debe contar con el personal capacitado para realizar esas tareas y debe tener almacenado, en cantidad suficiente, un completo abastecimiento de piezas y refacciones para cada tipo de

barrera, de sección de transición y de sección extrema que exista en los tramos a su cargo, principalmente de aquellos elementos que más frecuentemente resulten dañados durante los percances y de los que más rápidamente se deterioren, pues nunca se deberá demorar en la restauración de esos dispositivos a su condición original por falta de personal, piezas o refacciones, por lo que se debe implementar un programa que asegure la disponibilidad, en cualquier momento, de los materiales necesarios para ejecutar dichas actividades. Todas las piezas y refacciones deben ser almacenadas conforme con los requisitos de almacenamiento que indique el fabricante o distribuidor.

9. Concordancia con normas internacionales y normas mexicanas

La presente Norma no concuerda con ninguna Norma Internacional ni Norma Mexicana, por no existir éstas en el momento de su elaboración.

10. Bibliografía

a) Reporte 350 Procedimientos Recomendados para Evaluar el Desempeño de los Dispositivos de Seguridad de Carreteras del Programa Nacional de Cooperación e Investigación de Carreteras de los Estados Unidos de América (Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features, National Cooperative Highway Research Program, USA, 1993).

b) Manual para la Evaluación de Equipos de Seguridad de la Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales (Manual for Assessing Safety Hardware [MASH], American Association of State Highway and Transportation Officials, USA, 2009).

c) Guía de Diseño de Orillas de Camino (Roadside Design Guide, American Association of State Highway and Transportation Officials, USA, 4th Edition, 2011).

d) Guía de Elementos para Barreras Estándar de Carreteras (A Guide to Standardized Highway Barrier Hardware), AASHTO-AGC-ARTBA, EUA:

Online Hardware Guide - System Index (<http://aashtotf13.tamu.edu/Guide/nameindex.html#grails>)

11. Evaluación de la conformidad

Las disposiciones contenidas en los artículos 3o. fracción IV-A y 73 primer párrafo de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización (LFMN), relativas a que, cuando para fines oficiales, sea requerida la evaluación de la conformidad para determinar el grado de cumplimiento de una Norma Oficial Mexicana, y sobre todo de acuerdo con el nivel de riesgo o protección necesarios para salvaguardar las finalidades a que se refiere el artículo 40 de la misma Ley; al respecto es necesario situar y clasificar el contenido y las características de la presente Norma Oficial Mexicana.

A efecto de puntualizar el sustento de la Norma, se hace referencia al artículo 40 fracción XVI de la LFMN, respecto a las características y/o especificaciones que deben reunir los vehículos de transporte, equipos y servicios conexos para proteger las vías generales de comunicación y la seguridad de sus usuarios, así como el de proteger los bienes y vidas humanas del público en general.

Para el caso de esta Norma, correspondiente a las barreras de protección, las características principales de las disposiciones que contiene, están dirigidas a establecer los requisitos generales que obligatoriamente han de considerarse para diseñar e implantar las barreras de protección en las carreteras y vialidades urbanas de jurisdicción federal, estatal y municipal, que están directamente relacionadas con la seguridad de sus usuarios, así como con la protección de los bienes y vidas humanas del público en general.

Por ello, para la evaluación de la conformidad con las disposiciones contenidas en esta Norma se debe proceder como sigue:

11.1. Las Unidades Generales de Servicios Técnicos de los Centros SCT, dentro de su jurisdicción, así como las Unidades de Verificación autorizadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, deben supervisar e inspeccionar las barreras de protección de las carreteras y vialidades federales, incluyendo las concesionadas, mediante programas de inspecciones periódicas, para comprobar que cumplan con las disposiciones de esta Norma y que se encuentren en buen estado. Los alcances de las inspecciones, su frecuencia y sus métodos o instrucciones de trabajo, se realizarán según las estrategias que establezca la Dirección General de Servicios Técnicos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, para dar cumplimiento a las disposiciones de esta Norma.

11.2. Las autoridades estatales y municipales, responsables de proyectar, construir, operar y conservar las carreteras y vialidades urbanas, deben designar al personal de verificación que supervise e inspeccione las barreras de protección de esas carreteras y vialidades, incluyendo las que hayan concesionado, mediante programas de inspecciones periódicas, para comprobar que cumplan con las disposiciones de esta Norma y que se encuentren en buen estado. Los alcances de las inspecciones, su frecuencia y sus métodos o instrucciones de trabajo, se realizarán según las estrategias que establezcan dichas autoridades, para dar cumplimiento a las disposiciones de esta Norma.

11.3. El personal de verificación, tanto de las Unidades Generales de Servicios Técnicos de los Centros SCT, como el de las Unidades de Verificación autorizadas por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, y el que designen las autoridades estatales y municipales, en el ámbito de su competencia, debe estar capacitado para llevar a cabo las actividades de verificación, supervisión e inspección de las barreras de protección, contenidas en la presente Norma.

12. Vigilancia

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes, por conducto de la Dirección General de Servicios Técnicos, así como las autoridades estatales y municipales encargadas de proyectar, construir, operar y conservar las carreteras y vialidades urbanas, cada una en el ámbito de su competencia, son las autoridades responsables de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

13. Observancia

Esta Norma es de observancia obligatoria en las carreteras y vialidades urbanas de jurisdicción federal, estatal y municipal, según lo establecido en el Capítulo 2. Campo de aplicación de esta Norma, así como en las que hayan sido concesionadas a particulares.

14. Vigencia

La presente Norma Oficial Mexicana entrará en vigor a los 90 días siguientes de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Todo proyecto de barreras de protección para carreteras o vialidades urbanas nuevas o para la rehabilitación de las existentes, deberá cumplir con las disposiciones contenidas en esta Norma, a partir de su entrada en vigor.

Las barreras de protección existentes, que no se ajusten a las disposiciones indicadas en esta Norma, deben ser corregidas o reemplazadas por la autoridad responsable de conservar la carretera o vialidad urbana respectiva, o en el caso de que sea concesionada, por el concesionario correspondiente, durante los trabajos de conservación, reparación y reposición de las barreras de protección.