

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial
Dirección Nacional de Vialidad



Ministerio
**de Transporte
y Obras Públicas**

SERIE 400 – Norma Técnica sobre Elementos de Contención

401 – Zona Libre de Obstáculos y criterios de necesidad.

Versión 0

Resumen

Esta serie presenta los criterios básicos a considerar para determinar la necesidad de la implementación de un sistema de contención vial.

Se analiza el concepto de Zona Libre de Obstáculos y su aplicación para el diseño de los costados de una vía y se estudian los obstáculos potencialmente peligrosos más comunes encontrados adyacentes a la calzada.

Este documento forma parte indivisible de la Serie 400, Norma Técnica sobre Elementos de Contención que compone las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial de la Dirección Nacional de Vialidad.

Retroalimentación y consultas

Se invita a los usuarios de este documento a plantear consultas y/o emitir comentarios sobre su contenido y uso al email dnv.seguridadvial@mtop.gub.uy.

Este es un documento controlado.

Este documento es publicado por la Dirección Nacional de Vialidad- Ministerio de Transporte y Obras Públicas de la República Oriental del Uruguay, y es parte de las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial - DNV, MTOP.

Este documento sustituye a:

- Especificaciones para el Equipamiento para la Seguridad Vial. Especificaciones Técnicas Para Materiales A Utilizar En Defensas Metálicas Tipo "Doble Onda; Recomendaciones para la colocación de defensas laterales metálicas tipo "Doble Onda" y Recomendaciones para la Implementación de Sistemas de Barreras de Contención de Vehículos - DNV, MTOP; 2004

Consideraciones Contractuales y legales

Este documento forma parte de las especificaciones aplicables en vías abiertas a la circulación. No pretende incluir la totalidad de los requisitos para el diseño de una vía en particular, por lo que es responsabilidad de los usuarios del mismo aplicar todas las especificaciones requeridas en su contrato. Además, esta normativa aplica a proyectos nuevos o de rehabilitación mayor en Rutas Nacionales.

Sugerencia para la referencia de este documento:

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial, DNV, MTOP. Serie 400- 401- Zona Libre de Obstáculos y criterios de necesidad, versión 0, Revisión Noviembre 2025.

Advertencia: El uso de lenguaje que no discrimine es una de las preocupaciones de nuestro equipo. Se ha realizado el máximo esfuerzo en no incurrir en sesgos de género en la redacción.

Autoridades

Las autoridades que se mencionan ejercen funciones en la fecha en que se realiza la Versión 0 de este documento.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Sr. José Luis Falero
Per. Agr. Hernán Ciganda

Ministro
Director Nacional de Vialidad

Elaboración de la Norma

Equipo técnico

Ing. Adriana Varela
Ing. MSc. Teresa Aisemberg
Ing. Cecilia Volpe

Jefa División Seguridad en el Tránsito
Jefa Departamento Señalización
Sector Elementos de Contención –
División Seguridad en el Tránsito

Versión N°: 0**Listado general de revisiones**

Fecha de Revisión	Sección	N° página/s	Detalle de la revisión
Noviembre 2025	General 4	General 4; 6	Ajuste general de referencias. Corrección de Tablas 4.1 y 4.2

Índice

1. Introducción	1
Definición y fin de un sistema de contención	1
2. Abreviaturas	1
3. Glosario	2
4. Criterios para la instalación de sistemas de contención	3
Definición de Zona Libre de Obstáculos	3
Obstáculos	5
Terraplenes	6
Usuarios vulnerables	7
Desmontes, Cunetas y Alcantarillas transversales	8
Otros	8
5. Resumen del proceso	8
6. Nota para proyectos DNV	8
7. Bibliografía	9
ANEXO A – Aplicaciones del concepto de Zona Libre de Obstáculos	10
Ejemplo 1:	10
Ejemplo 2:	11
Ejemplo 3:	12
Ejemplo 4:	13
Ejemplo 5:	13
Ejemplo 6:	14
Ejemplo 7:	15

Listado de Tablas

Tabla 2.1: Tabla con Abreviaturas	1
Tabla 3.1: Glosario	2
Tabla 4.1: Distancias recomendadas para la Zona Libre de Obstáculos en metros	4
Tabla 4.2: Factores de ajuste para ZLO en curvas horizontales (ZLO corregida= ZLO.Kc)	6

Listado de Figuras

Figura 4.1: Criterio de necesidad de instalación de barreras en terraplenes	7
Figura A.1: Esquema representativo Ejemplo 1 – Aplicación ZLO	10
Figura A.2: Esquema representativo Ejemplo 2 – Aplicación ZLO	11
Figura A.3: Esquema representativo Ejemplo 3 – Aplicación ZLO	12
Figura A.4: Esquema representativo Ejemplo 4 – Aplicación ZLO	13
Figura A.5: Esquema representativo Ejemplo 5 – Aplicación ZLO	13
Figura A.6: Esquema representativo Ejemplo 6 – Aplicación ZLO	14
Figura A.7: Esquema representativo Ejemplo 7 – Aplicación ZLO	15

1. Introducción

- 1.1. La Serie 400 - 401 (DNV, 2021) presenta los criterios básicos para determinar si un lugar en particular de la vía requiere de la implementación de un sistema de contención vial. Los criterios adoptados se basan principalmente en la Roadside Design Guide (AASHTO, 2011).
- 1.2. Esta Serie analiza el concepto de Zona Libre de Obstáculos y su aplicación para el diseño de los costados de una vía. También se estudian los obstáculos potencialmente peligrosos más comunes encontrados adyacentes a la calzada y presenta diferentes opciones a implementar para mejorar la seguridad vial de las vías sin afectar la capacidad y funcionalidad de estos elementos.

Definición y fin de un sistema de contención

- 1.3. El propósito fundamental de los sistemas de contención es impedir que un vehículo abandone su calzada de circulación de manera imprevista y golpee un objeto que lo detenga violentamente o caiga por un terraplén.
- 1.4. Para su implementación, se debe asegurar que las consecuencias previstas del siniestro sean mayores que las provocadas por el impacto con la propia barrera. Las barreras de contención sólo se deberán implementar si se considera que las consecuencias de chocar contra un objeto fijo o de salirse del camino son más serias que los daños que sufrirá el conductor producto del impacto con la barrera.

2. Abreviaturas

Tabla 2.1: Tabla con Abreviaturas

Abreviatura	Nombre completo
AASHTO	American Association of Highway and Transportation Officials
DNV	Dirección Nacional de Vialidad
EN 1317	Norma Europea 1317
ETCM	Especificaciones Técnicas Complementarias y/o Modificativas del Pliego de Condiciones para la Construcción de Puentes y Carreteras de la DNV
FHWA	Federal Highway Administration
MASH	Manual for Assessing Safety Hardware
MTOP	Ministerio de Transporte y Obras Públicas
NCHRP 350	National Cooperative Highway Research Program Report 350
RDG	Roadside Design Guide

3. Glosario

Tabla 3.1: Glosario

Término	Definición
Acera	Vía pública o parte de ella, destinada exclusivamente al uso de peatones.
Banquina	Parte de la vía contigua a la calzada, destinada a la circulación y detención de vehículos en caso de emergencia y circulación de peatones cuando no existan otras zonas transitables más seguras.
Calzada	Parte de la vía normalmente utilizada para la circulación de vehículos; una vía puede comprender varias calzadas separadas entre sí espacialmente por una franja divisoria o una diferencia de nivel.
Carril	Parte de la calzada destinada al tránsito de una fila de vehículos.
Cordón	Elemento que limita la calzada y la separa de la acera, cantero o refugio.
Obra	A los efectos de esta Norma se define como cualquier actividad transitoria que afecte directa o indirectamente la circulación de vehículos y/o personas en una o más vías. Incluye la afectación de vías de tránsito alternativo.
Plataforma	Zona de la carretera formada por calzada, mediana, aceras y/o banquetas.
Vehículo	Automotor de libre operación que sirve para transportar personas o bienes por una vía.
Velocidad de circulación	A los efectos de este documento se define como la velocidad que resulte mayor entre la velocidad máxima reglamentada y la velocidad de operación de la vía, tomada como su percentil 85.
Vía	Superficie completa de un camino o calle, abierto a la circulación pública.

4. Criterios para la instalación de sistemas de contención

- 4.1. Al momento de evaluar si un tramo de vía requiere o no de la implementación de elementos de contención, el equipo proyectista debe conocer las características del tramo sección por sección y analizar las posibles consecuencias que sufrirá el usuario ante despistes.

Definición de Zona Libre de Obstáculos

- 4.2. Para realizar el análisis anterior se debe, en primera instancia, tener definida para cada sección de la vía una Zona Libre de Obstáculos (ZLO), o libre de condiciones potencialmente peligrosas al costado del camino.
- 4.3. Zona Libre de Obstáculos se define como el espacio sin obstrucciones, adyacente a la calzada y medido desde el borde de la misma, en el que un conductor luego de despistar, tendría la posibilidad de reconducir o detener su vehículo de manera segura, es decir sin volcar, chocar contra un obstáculo contundente o causar daños a terceros.
- 4.4. Se pueden considerar como parte de la ZLO las banquetas, y otras infraestructuras como carriles auxiliares, siempre y cuando el tránsito en las mismas no sea apreciable.
- 4.5. El valor de ZLO adoptado como parámetro de diseño puede diferir de la zona libre de obstáculos disponible en sitio.
- 4.6. En la Tabla 4.1 se presentan valores de ZLO mínimos recomendados por RDG (AASHTO, 2011), basadas en el TPDA, velocidad y geometría de la vía.
- 4.7. Estos datos proporcionan una aproximación general a los valores a adoptar para ZLO, pudiendo ser necesario modificarlos en base a condiciones específicas del sitio, tipología de la vía, viabilidad, homogeneidad en el tramo, etc. Sin embargo, cada criterio adoptado que se desvíe del concepto de ZLO como lo muestra la Tabla 4.1, deberá ser justificado por el equipo proyectista para cada situación.
- 4.8. Para el caso de vías de bajo volumen de tránsito, cuyo TPDA < 400 vpd, puede que no sea práctico o rentable proporcionar una ZLO como lo establece la Tabla 4.1. Sin embargo, se debe prever el mayor despeje posible y asegurar una ZLO uniforme a lo largo de todo el tramo. Esto cobra mayor importancia a medida que aumentan las velocidades de la vía.

Incluso en estas vías de bajo volumen, se debe proporcionar un área despejada adecuada para permitir que un vehículo averiado pueda salir completamente de la calzada de circulación. Por lo que las ubicaciones de canales, cunetas y cabezales de alcantarilla cobran especial importancia en el diseño de la vía.

- 4.9. Se podrá modificar el ancho de la ZLO de la Tabla 4.1 con factores de ajuste, para tener en cuenta la curvatura horizontal de la vía. Estas modificaciones se consideran normalmente si existe historial de siniestros que indique tal necesidad, o cuando la investigación en un punto específico muestre un importante potencial de mejora y un aumento en la ZLO sea rentable. Por lo general, las curvas horizontales están peraltadas, particularmente aquellas en vías de alta velocidad, para aumentar la seguridad y proporcionar una conducción más segura y cómoda al usuario.

Tabla 4.1: Distancias recomendadas para la Zona Libre de Obstáculos en metros

(Adaptada de RDG, AASHTO 2011)

Velocidad de diseño (km/h)	TPDA de diseño	Talud			Contratalud		
		1V:6H o más plano	1V:5H a 1V:4H	1V:3H	1V:3H	1V:5H a 1V:4H	1V:6H o más plano
≤60	<750	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	**	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0	2.0 - 3.0
	750 - 1500	3.0 - 3.5	3.5 - 4.5	**	3.0 - 3.5	3.0 - 3.5	3.0 - 3.5
	1500 - 6000	3.5 - 4.5	4.5 - 5.0	**	3.5 - 4.5	3.5 - 4.5	3.5 - 4.5
	>6000	4.5 - 5.0	5.0 - 5.5	**	4.5 - 5.0	4.5 - 5.0	4.5 - 5.0
70-80	<750	3.0 - 3.5	3.5 - 4.5	**	2.5 - 3.0	2.5 - 3.0	3.0 - 6.5
	750 - 1500	4.5 - 5.0	5.0 - 6.0	**	3.0 - 3.5	3.5 - 4.5	4.5 - 5.0
	1500 - 6000	5.0 - 5.5	6.0 - 8.0	**	3.0 - 4.5	4.5 - 5.0	5.0 - 5.5
	>6000	6.0 - 6.5	7.5 - 8.5	**	4.5 - 5.0	5.5 - 6.0	6.0 - 6.5
90	<750	3.5 - 4.5	4.5 - 5.5	**	2.5 - 3.0	3.0 - 3.5	3.0 - 3.5
	750 - 1500	5.0 - 5.5	6.0 - 7.5	**	3.0 - 3.5	4.5 - 5.0	5.0 - 5.5
	1500 - 6000	6.0 - 6.5	7.5 - 9.0	**	4.5 - 5.0	5.0 - 5.5	6.0 - 6.5
	>6000	6.5 - 7.5	8.0 - 10.0*	**	5.0 - 5.5	6.0 - 6.5	6.5 - 7.5
100	<750	5.0 - 5.5	6.0 - 7.5	**	3.0 - 3.5	3.5 - 4.5	4.5 - 5.0
	750 - 1500	6.0 - 7.5	8.0 - 10.0*	**	3.5 - 4.5	5.0 - 5.5	6.0 - 6.5
	1500 - 6000	8.0 - 9.0	10.0 - 12.0*	**	4.5 - 5.5	5.5 - 6.5	7.5 - 8.0
	>6000	9.0 - 10.0*	11.0 - 13.5*	**	6.0 - 6.5	7.5 - 8.0	8.0 - 8.5
110***	<750	5.5 - 6.0	6.0 - 8.0	**	3.0 - 3.5	4.5 - 5.0	4.5 - 5.0
	750 - 1500	7.5 - 8.0	8.5 - 11.0*	**	3.5 - 5.0	5.5 - 6.0	6.0 - 6.5
	1500 - 6000	8.5 - 10.0*	10.5 - 13.0*	**	5.0 - 6.0	6.5 - 7.5	8.0 - 8.5
	>6000	9.0 - 10.5*	11.5 - 14.0*	**	6.5 - 7.5	8.0 - 9.0	8.5 - 9.0

* En situaciones donde estudios específicos indiquen alta probabilidad de siniestros, el equipo proyectista podrá adoptar ZLO mayores a las que establece la tabla. Por otra parte, la ZLO puede limitarse a 9m por razones prácticas y para establecer un criterio uniforme siempre y cuando esté avalado por la experiencia en proyectos o diseños previos.

** Con pendientes en las que la recuperación de un vehículo no sea posible, no deben existir obstáculos peligrosos al pie del terraplén ya que una vez que un vehículo invada el talud, se estima que alcanzará el pie del mismo. Será de importancia también la distancia lateral entre el borde de calzada y el comienzo de la zona con terraplén empinado. En estos casos se debe proporcionar un área de recuperación de 3m al pie del terraplén para las pendientes que sean transitables pero no recuperables.

*** Cuando las velocidades de diseño sean superiores a los valores proporcionados, el diseñador podrá establecer distancias de zona libre mayores que las indicadas en la tabla.

- 4.10. En el ANEXO A – Aplicaciones del concepto de Zona Libre de Obstáculos, se presentan ejemplos de cálculo de ZLO basados en la RDG (AASHTO, 2011).
- 4.11. En caso de existir distintas pendientes en el perfil transversal del costado del camino, se podrá recurrir a un cálculo de zona libre de obstáculos compuesta. Se valorará en este caso la distancia al borde de calzada a la que se encuentra cada pendiente y su extensión, empleando los criterios establecidos de la RDG (AASHTO, 2011).
- 4.12. Luego de definir la ZLO se deberá realizar un inventario de los peligros potenciales que se encuentren dentro de esta zona a lo largo de la vía.
- 4.13. En caso de que el costado de la vía no posea condiciones para considerarla segura, esto es, que la zona libre disponible no sea suficientemente extensa por la presencia de obstáculos, la pendiente del talud u otro potencial peligro, el equipo proyectista deberá evaluar las siguientes opciones, en el orden establecido:
 1. Eliminar, relocalizar o rediseñar para reducir el riesgo de manera que el elemento de contención ya no sea requerido.
 2. Instalar una barrera apropiada o un elemento de contención seguro.
 3. Dejar el área descubierta o con medidas de protección menores, como señalización vertical y/o horizontal.
- 4.14. Los lugares que generalmente necesitan la implementación de un sistema de contención pueden clasificarse como:
 - Obstáculos
 - Terraplenes
 - Desmontes cunetas o alcantarillas transversales
 - Otros

Además, ocasionalmente, puede requerirse la instalación de barreras de contención vehicular como un elemento de protección a peatones y ciclistas.

Obstáculos

- 4.15. Un obstáculo lateral es cualquier elemento no traspasable por un vehículo liviano. Entre otros se pueden mencionar cabezales de alcantarillas, árboles, rocas, postes, etc.
- 4.16. Se recomienda la instalación de barreras para proteger al usuario de la vía de un elemento no traspasable o de un obstáculo a la orilla del camino, sólo cuando este se encuentre dentro de la ZLO y no se pueda quitar, reubicar o rediseñar de forma tal que sea traspasable.
- 4.17. Se debe evaluar que la implementación del sistema de contención proporcionará una mejora de la seguridad ante un escenario sin sistema de contención.

Tabla 4.2: Factores de ajuste para ZLO en curvas horizontales (ZLO corregida= ZLO.Kc)

(Adaptada de RDG, AASHTO 2011)

Kc	Velocidad de diseño (km/h)					
	60	70	80	90	100	110
Radio de curva (m)						
900	1,1	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2
700	1,1	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3
600	1,1	1,2	1,2	1,2	1,3	1,4
500	1,1	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4
450	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5
400	1,2	1,2	1,3	1,3	1,4	
350	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	
300	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5	
250	1,3	1,3	1,4	1,5		
200	1,3	1,4	1,5			
150	1,4	1,5				
100	1,5					

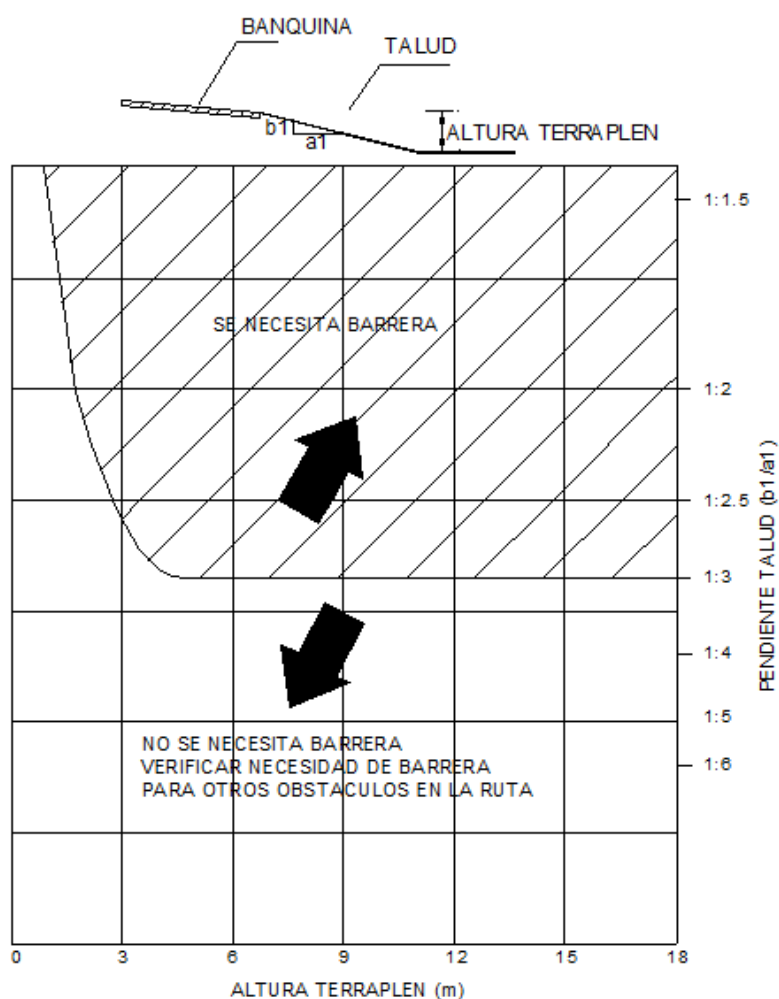
El factor de corrección de ZLO se aplica sólo al exterior de las curvas.

Terraplenes

- 4.18. Los taludes paralelos al flujo de tránsito pueden ser clasificados en “traspasables”, “traspasables y no recuperables”, y “no traspasables o críticos”.
- 4.19. Los terrenos planos y aquellos que se consideran “traspasables y recuperables”, permitirán al conductor de un vehículo que se sale de la vía, circular de manera segura y recuperar el control del vehículo, o detenerse por completo para luego volver a su carril de circulación. Se consideran taludes traspasables y recuperables aquellos que presentan una pendiente 1V:4H o más planos.
- 4.20. En una pendiente traspasable pero no recuperable, un vehículo que despiste, probablemente no vuelque al transitar por el talud, pero en general no le será posible detenerse en esa zona y descenderá hasta el pie del mismo. Estos taludes se encuentran comprendidos entre las pendientes $1V:4H < \text{Pendiente} \leq 1V:3H$. **En base a lo anterior, se debe proporcionar un área de recuperación de por lo menos 3m al pie del talud para todos los taludes traspasables pero no recuperables.**
- 4.21. Un terraplén es no traspasable o crítico cuando un conductor, en caso de despiste, en general volcará al intentar traspasar el talud. Estos taludes son aquellos con pendiente mayor a 1V:3H.
- 4.22. Si un talud no traspasable o crítico comienza dentro de la ZLO, puede ser necesaria la implementación de sistemas de contención en caso que no sea posible aplanar la pendiente.
- 4.23. La Figura 4.1 muestra un gráfico con combinaciones de altura y pendientes límites en las que el terraplén se convertiría en un peligro potencial de vuelco en caso de despiste.

Figura 4.1: Criterio de necesidad de instalación de barreras en terraplenes.

Fuente RDG (AASHTO, 2011)



Usuarios vulnerables

- 4.24. Un área de análisis especial del equipo proyectista debe ser la presencia de usuarios vulnerables, para lo cual el criterio convencional presentado en los ítems anteriores en general no puede ser aplicado.
- 4.25. Estas situaciones deberán ser analizadas específicamente, debiéndose considerar con especial cuidado paradas de buses, zonas de tránsito peatonal, ciclovías, escuelas, zonas comerciales, acceso a instalaciones de público masivo u otras.
- 4.26. Como criterio básico, al definir el uso de sistemas de contención, el equipo proyectista deberá considerar que a velocidades superiores a 45 Km/h, el vehículo en general montará los cordones de uso estándar, por lo que debe disponerse de sistemas que impidan definitivamente el ingreso de vehículos a las zonas destinadas a circulación de usuarios vulnerables.
- 4.27. El equipo proyectista deberá considerar que los sistemas de contención se instalan a los efectos de disminuir la gravedad de potenciales siniestros, y que la eficacia de los mismos está determinada por su adecuada selección e implementación, en concordancia con lo establecido en la Serie 400 – 402 y Serie 400 – 403 (DNV, 2021) y las especificaciones de cada sistema particular.

Desmontes, Cunetas y Alcantarillas transversales

- 4.28. En el caso de cunetas y alcantarillas, se referirá a al Capítulo 3, 3.2.4 y 3.4 de la RDG (AASHTO, 2011) para el diseño de estructuras de drenaje traspasables y su tratamiento adecuado.
- 4.29. En presencia de desmonte, se deberá determinar si el mismo es traspasable, en base a su pendiente y textura. En general se deberá prever protección, considerando como zonas de peligro, aquellos casos en que la pendiente del desmonte sea mayor a 1V:3H, y con potencial de enganchamiento (paredes rugosas, roca, etc.).

Otros

- 4.30. Para el análisis de cualquier aspecto no cubierto en la totalidad de la Serie 400 - Norma para Elementos de Contención Vial (DNV, 2021), se deberá referir a lo indicado en la RDG (AASHTO 2011).

5. Resumen del proceso

- 5.1. Los pasos para evaluar si los costados de una vía pueden considerarse como seguros para los usuarios son:
 - Obtener información de anchos y pendientes del terreno al costado de la calzada en el tramo, y en base a ello, y a los criterios definidos en este documento, establecer el ancho de la ZLO de diseño.
 - Realizar un inventario de los peligros potenciales que se ubican a los costados de la carretera
 - Comparar la zona disponible libre de obstáculos con la Zona Libre de Obstáculos de Diseño.
 - Evaluar oportunidades de mejora, en acuerdo al orden establecido en el ítem 4.13.

6. Nota para proyectos DNV

- 6.1. La mención en un pliego de condiciones o término de referencia a la Normativa para la Seguridad Vial de la DNV o Normas Técnicas sobre el Equipamiento de Seguridad Vial de la DNV, implica el seguimiento de las recomendaciones y directivas indicadas en la totalidad de la Serie 400 (DNV, 2021), es decir del empleo de los elementos de contención indicados en la Serie 400- 403 (DNV, 2021) y el diseño de ubicaciones en base a lo recomendado en las Serie 400-401 (DNV, 2021) y Serie 400- 402 (DNV, 2021).

7. Bibliografía

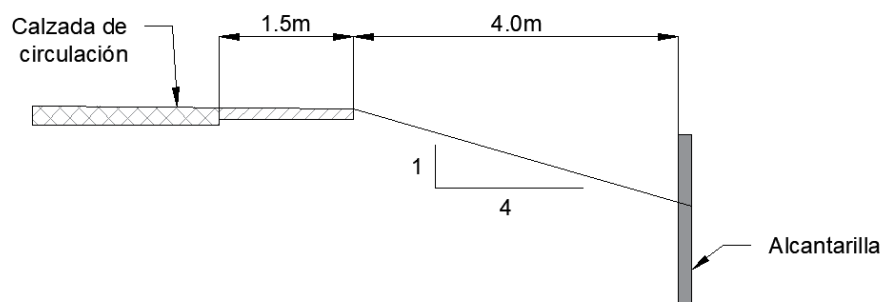
- American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO, (2011). Roadside Design Guide. Estados Unidos.
- Dirección Nacional de Vialidad, Ministerio de Transporte y Obras Públicas, (2004). Lámina tipo 267. Uruguay.
- Valverde Gonzáles, Germán, (2011). Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras. Universidad de Costa Rica.

ANEXO A – Aplicaciones del concepto de Zona Libre de Obstáculos

Ejemplo 1:

- TPDA: 1800 vpd
- Velocidad de diseño: 90 km/h
- Pendiente del talud al costado de la vía: 1V:4H. Zona Libre de Obstáculos para pendiente 1V:4H: 7.5 a 9.0m. (Ver Tabla 4.1)

Figura A.1: Esquema representativo Ejemplo 1 – Aplicación ZLO



Discusión:

La zona de recuperación disponible se compone de 1.5m de banquina más 4.0m libres en la pendiente 1V:4H. Esto hace un total de 5.5m. Esta zona es de 2m a 3.5m menos que la ZLO sugerida.

Si la alcantarilla presenta un cabezal protuberante, no traspasable se deberá rediseñar el mismo o tomar la alcantarilla como un obstáculo puntual.

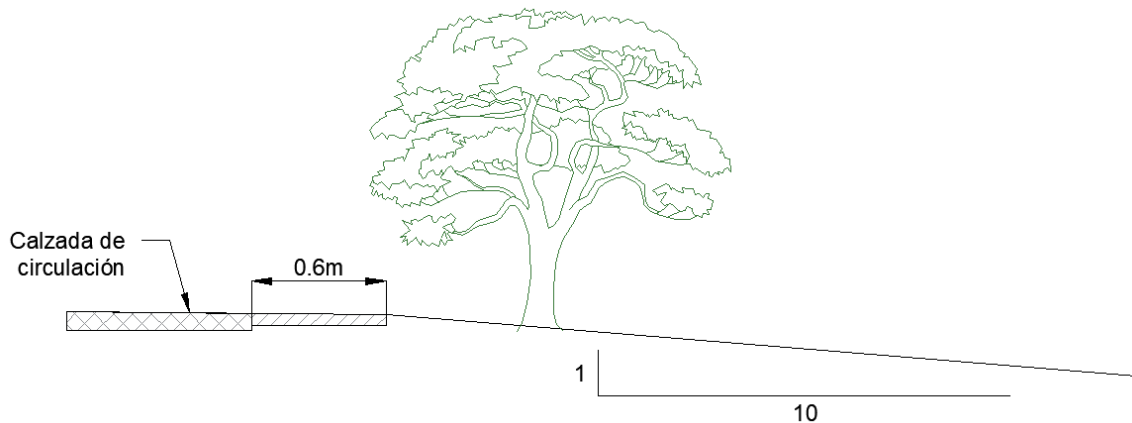
Si la presencia de la alcantarilla genera un desnivel mayor a 1m, se deberá tratar la misma como si fuera un talud vertical de acuerdo a la Serie 400-402 (DNV, 2021), debiéndose optar por un tratamiento especial de la zona, readecuación de la estructura para que sea traspasable o implementación de elemento de contención.

Ejemplo 2:

Datos del tramo:

- TPDA: 300 vpd
- Velocidad de Diseño: 60 km/h
- Pendiente talud al costado de la vía: 1V:10H. Zona Libre de Obstáculos para pendiente 1V:5H - 2 a 3m. (Ver Tabla 4.1)

Figura A.2: Esquema representativo Ejemplo 2 – Aplicación ZLO



Discusión:

La zona libre de obstáculos disponible de 1.2m es de 0.8 a 1.8m menor que la ZLO sugerida.

Si esta sección de la carretera tiene un número significativo de siniestros por despistes, podría ser apropiado proteger o eliminar toda la hilera de árboles dentro de la Zona Libre de Obstáculos. Si esta sección no tiene antecedentes significativos de siniestros y este árbol se encuentra alineado con otros árboles, la sección podría no necesitar mejoras. Sin embargo, si no hay ningún otro árbol dentro de la ZLO este árbol individual representa una obstrucción significativa y debe considerarse su remoción.

Para vías de bajo volumen de tránsito (TPDA ≤ 400), podría no ser posible la implementación de una ZLO de 2m debido a restricciones en los costos, disponibilidad de terreno entre otras. Para estos casos el Capítulo 12 de la RDG (AASHTO, 2011), habilita el uso de ZLO menores a 2m de ancho.

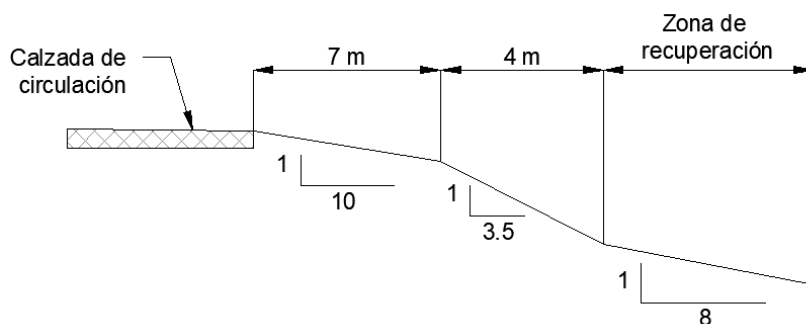
Este ejemplo enfatiza que la ZLO es un valor aproximado y que los obstáculos potencialmente peligrosos individuales deben analizarse en relación con otros obstáculos cercanos.

Ejemplo 3:

Datos del tramo:

- TPDA: 7000 vpd
- Velocidad de Diseño: 100 km/h
- Pendiente talud al costado de la vía: 1V:10H. ZLO sugerida 9 a 10m. (Ver Tabla 4.1)
- Pendiente talud al costado de la vía: 1V:8H. ZLO sugerida 9 a 10m. (Ver Tabla 4.1)
- Zona libre disponible antes del inicio del talud no recuperable: 7m
- Área despejada al pie del talud: de 9 a 10m menos 7m = de 2 a 3m.

Figura A.3: Esquema representativo Ejemplo 3 – Aplicación ZLO



Discusión:

Dado que el terraplén no recuperable está dentro de la distancia de ZLO recomendada para una pendiente 1V:10H, se debe considerar un área libre de obstáculos al pie del talud no recuperable.

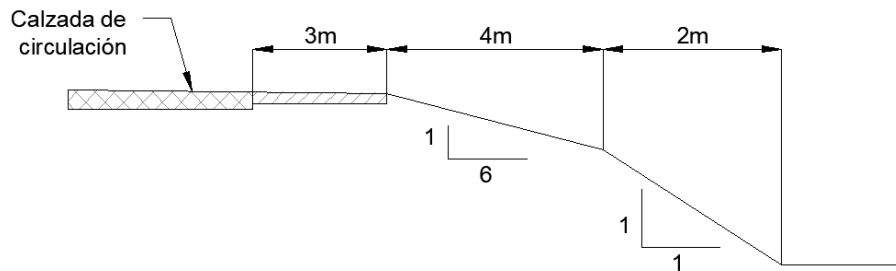
La ZLO considerada debe corresponder a la sugerida para la pendiente más pronunciada antes y después del talud no recuperable.

En este ejemplo, la pendiente 1V:8H al pie del talud no recuperable supone una ZLO de 9 a 10m. Como hay 7m disponibles en la parte superior, se deben proporcionar 2 a 3m adicionales al pie del talud. Luego, se debe optar por 3m de Zona de recuperación ya que este es el mínimo espacio que se debe proveer al pie de terraplenes no recuperables.

Todos los cambios de pendiente deben ser redondeados y no debe haber obstáculos peligrosos antes, durante o después de la pendiente pronunciada.

Ejemplo 4:**Datos del tramo:**

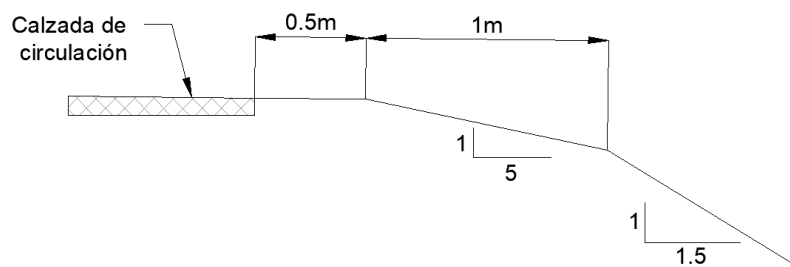
- TPDA: 12000 vpd
- Velocidad de Diseño: 110 km/h
- Pendiente talud al costado de la vía: 1V:6H. ZLO sugerida 9 a 10.5m. (Ver Tabla 4.1)

Figura A.4: Esquema representativo Ejemplo 4 – Aplicación ZLO**Discusión:**

Dado que existe una pendiente crítica, 1V:1H, dentro de la ZLO sugerida, debe aplanarse la pendiente si es posible o debe considerarse la implementación de un sistema de contención.

Ejemplo 5:**Datos del tramo:**

- TPDA: 350 vpd
- Velocidad de Diseño: 60 km/h
- Pendiente talud al costado de la vía: 1V:5H. ZLO sugerida 2 a 3m. (Ver Tabla 4.1)

Figura A.5: Esquema representativo Ejemplo 5 – Aplicación ZLO**Discusión:**

La zona libre de obstáculos disponible es de 1.5m y es de 0.5 a 1.5m menor que la ZLO sugerida. Dado que es una vía de bajo volumen de tránsito, si gran parte de esta carretera tiene una sección transversal similar y no se registra un historial de siniestros significativo, no se recomendaría aplanar la pendiente, ni la implementación de un sistema de contención.

Por otro lado, si la pendiente 1V:5H tuviera 3m de ancho y se cumplen los requisitos de ZLO, pero esta sección presenta una zona libre disponible menor que el resto de la vía y un terraplén muy alto, podría ser apropiado la implementación de un sistema de contención.

Para vías de bajo volumen de tránsito (TPDA ≤ 400), podría no ser posible la implementación de una ZLO de 2m debido a restricciones en los costos, disponibilidad de terreno entre otras. Para estos casos el Capítulo 12 de la RDG (AASHTO, 2011), permite el uso de ZLO menores a 2m de ancho.

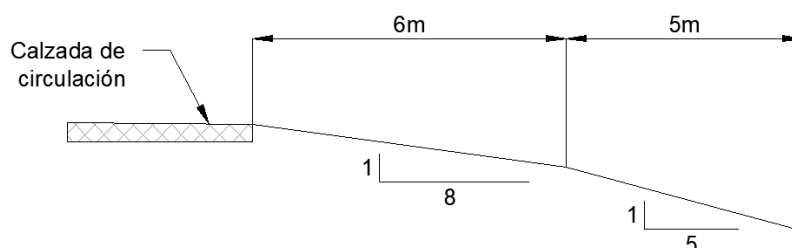
Este ejemplo enfatiza que la ZLO es un valor aproximado y que los obstáculos potencialmente peligrosos individuales deben analizarse en relación con otros obstáculos cercanos.

Ejemplo 6:

Datos del tramo:

- TPDA: 5000 vpd
- Velocidad de Diseño: 100 km/h
- Pendiente talud al costado de la vía: 1V:8H. ZLO sugerida 8 a 9m. (Ver Tabla 4.1)
- Pendiente talud al costado de la vía: 1V:5H. ZLO sugerida 10 a 12m. (Ver Tabla 4.1)

Figura A.6: Esquema representativo Ejemplo 6 – Aplicación ZLO



Discusión:

Dado que el rango para la pendiente más plana es de 8 a 9m y se extiende más allá del comienzo de la pendiente más pronunciada, se debe considerar una ZLO de 9m. Para este caso, considerar el rango de la pendiente más pronunciada de 10 a 12m podría ser conservador, ya que la mayoría del área de la ZLO está en una pendiente más plana. En tal caso podría considerarse el inicio del rango de 10m.

Por lo tanto, un rango apropiado para esta pendiente combinada podría ser de 9 a 10m

En este ejemplo, sería deseable no tener obstáculos potencialmente peligrosos a lo largo de la pendiente 1V: 5H.

Los obstáculos naturales como árboles o rocas en el pie del talud no se protegerían ni eliminarían. Sin embargo, si la pendiente final es más pronunciada que 1V:4H, se debe considerar una zona de recuperación de 3m al pie del talud.

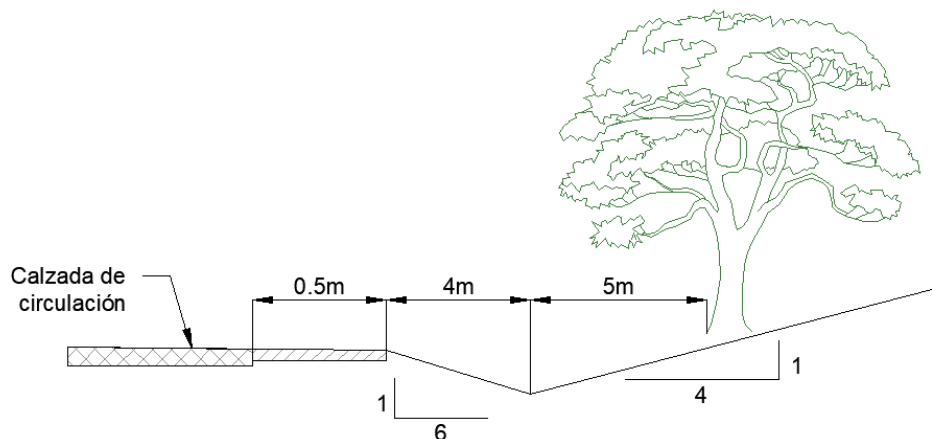
El equipo proyectista puede optar por limitar la distancia de la ZLO a 9m si esa distancia es consistente con el resto de la carretera y si un análisis de siniestralidad o una investigación del sitio no indican posibles desvíos en esta área.

Ejemplo 7:

Datos del tramo:

- TPDA: 1400 vpd
- Velocidad de Diseño: 100 km/h
- Pendiente talud al costado de la vía: 1V:6H. ZLO sugerida 6 a 7.5m. (Ver Tabla 4.1)
- Pendiente talud al costado de la vía: 1V:4H. ZLO sugerida 5 a 5.5m. (Ver Tabla 4.1)

Figura A.7: Esquema representativo Ejemplo 7 – Aplicación ZLO



Discusión:

Para canales con secciones transversales sugeridas en el Capítulo 3.2.4 (AASHTO, 2011), la ZLO puede ser determinada a partir de la Tabla 4.1. Cuando la ZLO sugerida se extiende más allá del cambio de pendiente, la pendiente posterior puede considerarse también como una zona de recuperación disponible. Para este caso, el rango sugerido de ZLO de 6 a 7,5m se extiende más allá del cambio de pendiente.

Por otra parte, la pendiente de contra talud tiene una ZLO sugerida de 5 a 5,5 m, que es menor que la zona sugerida de la pendiente de talud anterior, por lo que se sugiere utilizar un equivalente a las dos distancias. Un rango apropiado para esta pendiente combinada podría ser de 6m a 7m.

Además, no deben ubicarse obstáculos potencialmente peligrosos cerca del centro del canal donde es probable que el vehículo se canalice.

Debido a que el árbol está ubicado más allá de la ZLO, no es necesario eliminarlo. Se debe considerar la posibilidad de eliminar el obstáculo si el mismo es el único objeto fijo cerca de la vía a lo largo de una longitud significativa.

Si los canales de drenaje no tienen una sección transversal recomendada por el Capítulo 3.2.4 (AASHTO, 2011) éstos deben ubicarse fuera de la ZLO o analizar la implementación de un sistema de contención.



SERIE 400 – Norma Técnica sobre Elementos de Contención

402 – Criterios para diseñar e implementar un sistema de contención vehicular

Versión 0

Resumen

Este documento presenta los criterios para diseñar e implementar un sistema de barrera de contención vehicular para la protección de los usuarios de tránsito. Se incluyen pautas para la ubicación de los elementos así como también cálculo de longitudes y ejemplos prácticos de los conceptos desarrollados.

Este documento forma parte indivisible de la Serie 400, Norma Técnica sobre Elementos de Contención que compone las Normas Técnicas sobre equipamiento de Seguridad Vial de la Dirección Nacional de Vialidad.

Retroalimentación y consultas

Se invita a los usuarios de este documento a plantear consultas y/o emitir comentarios sobre su contenido y uso al email dnv.seguridadvial@mtop.gub.uy.

Este es un documento controlado.

Este documento es publicado por la Dirección Nacional de Vialidad- Ministerio de Transporte y Obras Públicas de la República Oriental del Uruguay, y es parte de las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial - DNV, MTOP.

Este documento sustituye a:

- Especificaciones para el Equipamiento para la Seguridad Vial. Especificaciones Técnicas Para Materiales A Utilizar En Defensas Metálicas Tipo "Doble Onda; Recomendaciones para la colocación de defensas laterales metálicas tipo "Doble Onda" y Recomendaciones para la Implementación de Sistemas de Barreras de Contención de Vehículos - DNV, MTOP; 2004

Consideraciones Contractuales y legales

Este documento forma parte de las especificaciones aplicables en vías abiertas a la circulación. No pretende incluir la totalidad de los requisitos para el diseño de un proyecto y/o ejecución de una obra en particular, por lo que es responsabilidad de los usuarios del mismo aplicar todas las especificaciones requeridas en su contrato. Además, esta normativa aplica a proyectos nuevos o de rehabilitación mayor en Rutas Nacionales.

Sugerencia para la referencia de este documento:

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial, DNV, MTOP. Serie 400 – 402 Criterios para diseñar e implementar un sistema de contención vehicular, versión 0, Septiembre 2021.

Advertencia: El uso de lenguaje que no discrimine es una de las preocupaciones de nuestro equipo. Se ha realizado el máximo esfuerzo en no incurrir en sesgos de género en la redacción.

Autoridades

Las autoridades que se mencionan ejercen funciones en la fecha en que se realiza la Versión 0 de este documento.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Sr. José Luis Falero
Per. Agr. Hernán Ciganda

Ministro
Director Nacional de Vialidad

Elaboración de la Norma

Equipo técnico

Ing. Adriana Varela
Ing. MSc. Teresa Aisemberg
Ing. Cecilia Volpe

Jefa División Seguridad en el Tránsito
Jefa Departamento Señalización
Sector Elementos de Contención –
División Seguridad en el Tránsito

Versión N°: 0**Listado general de revisiones**

N° revisión	Fecha	Sección	N° página/s	Detalle de la revisión

Índice

1. Introducción	1
2. Criterios generales para la disposición de Barreras de Contención	1
Distancia mínima entre barrera y obstáculo/borde de terraplén	1
Alineación lateral.....	2
Altura.....	3
Longitud Requerida.....	4
Continuidad.....	7
Inclinación	7
3. Bibliografía	7
Anexo A – Ejemplos de Diseño de Barreras	8
Ejemplo 1	8
Ejemplo 2	9
Ejemplo 3	10
Ejemplo 4	11

Listado de Tablas

Tabla 2.1: Valores de “Distancia de Preocupación”	3
Tabla 2.2: Distancia de detención L_r (m).	5
Tabla 2.3: Recomendaciones de ángulo de esviaje máximo.	5
Tabla 2.4: Longitudes mínimas de barreras de contención semirrígidas	7

Listado de Figuras

Figura 2.1: Distancia mínima entre elemento de contención-obstáculo	2
Figura 2.2: Emplazamiento lateral de barreras en terraplenes para un desempeño óptimo.	2
Figura 2.3: Medición de la altura de una barrera	3
Figura 2.4: Esquema indicativo de longitudes que componen el largo de una barrera	4
Figura 2.5: Parámetros para el cálculo de longitud necesaria de una barrera de contención	4
Figura 2.6: Parámetros para el cálculo de longitud necesaria de una barrera de contención en el sentido opuesto al tránsito	6
Figura A.1: Esquema representativo Ejemplo 1 – Diseño de Barreras	8
Figura A.2: Esquema representativo Ejemplo 2 – Diseño de Barreras	9
Figura A.3: Esquema representativo Ejemplo 3 – Diseño de Barreras	10
Figura A.4: Esquema representativo Ejemplo 4 – Diseño de Barreras	11

1. Introducción

- 1.1. Este documento presenta los criterios para diseñar e implementar un sistema de barrera de contención vehicular para la protección del tránsito. Los criterios adoptados se basan principalmente en el contenido de la Roadside Design Guide, (AASHTO, 2011) y en la Orden Circular N° 35/2014 sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos, (Ministerio de Fomento, 2014).
- 1.2. Si al evaluar el costado de una vía mediante los criterios establecidos en la Serie 400-401 (DNV, 2021), se concluye la necesidad de implementar un sistema de contención vial, el equipo proyectista debe seleccionar el mismo en base a:
 - Composición del tránsito
 - Velocidad operativa en el tramo
 - Restricciones geométricas
 - Potencial gravedad ante un siniestro
 - Evaluación de ancho de trabajo y zona de intrusión
 - Usuario o elemento a proteger
 - Otras restricciones
- 1.3. Una vez definido el tipo de sistema (rígido, semirrígido, flexible) de acuerdo a lo indicado en la Serie 400-403 (DNV, 2021), se deberá elaborar un proyecto ejecutivo para su implementación, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:
 - Distancia mínima entre barrera y obstáculo
 - Alineación lateral
 - Altura de la barrera
 - Longitud requerida
 - Tipo de terminal

2. Criterios generales para la disposición de Barreras de Contención

Distancia mínima entre barrera y obstáculo/borde de terraplén

Obstáculos

- 2.1. La distancia barrera - obstáculo potencialmente peligroso deberá ser mayor o igual al ancho de trabajo o zona de intrusión según corresponda, definidos en la Serie 400-403 (DNV, 2011). Estos factores determinan el funcionamiento adecuado de la barrera utilizada.
- 2.2. Si la distancia entre la barrera y el obstáculo lo permite, en general se optará por una barrera flexible de forma tal de imponer fuerzas de impacto bajas sobre los vehículos y sus ocupantes. Si el obstáculo está muy cercano a la barrera, se debe adoptar un sistema semirrígido o rígido.

Terraplenes

- 2.3. Para el emplazamiento de barreras metálicas al borde de un terraplén, se debe asegurar una distancia suficiente para proveer al sistema de apropiadas características operacionales. La distancia mínima recomendada entre el poste y el borde de terraplén será de 0.6m. Ver Figura 2.2.
- 2.4. Para defensas que se ubiquen en perfiles de ruta preexistentes donde no sea posible cumplir con la distancia recomendada de 0.6m, y especialmente en el caso de taludes muy empinados, se recomienda estudiar medidas de mitigación, como ser aumentar la longitud de empotramiento, mejorar la capacidad portante del suelo, u otras opciones.
- 2.5. No obstante lo anterior, y dado que la distancia necesaria para un adecuado soporte de postes está muy relacionada con la pendiente del terraplén, su recubrimiento, el tipo de suelo, las

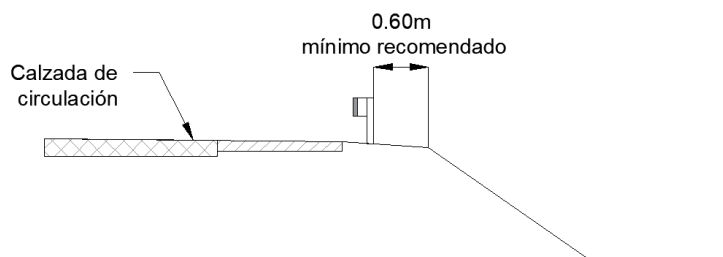
condiciones esperadas de impacto, etc., el equipo proyectista deberá evaluar cada caso según sus características específicas.

Figura 2.1: Distancia mínima entre elemento de contención-obstáculo



Figura 2.2: Emplazamiento lateral de barreras en terraplenes para un desempeño óptimo.

Fuente (AASHTO, 2011)



Alineación lateral

- 2.6. En general, es deseable que haya un espacio libre uniforme entre la calzada de circulación y los elementos de la infraestructura vial tales como, baranda de puentes, parapetos, muros y sistemas de contención.
- 2.7. La alineación lateral uniforme mejora la seguridad en los usuarios al brindar al conductor un cierto nivel de expectativa, lo que reduce la preocupación y la reacción del conductor ante estos elementos. La distancia a partir de la cual un objeto ubicado al borde de la vía no es percibido como un obstáculo que induciría al conductor a reducir la velocidad o cambiar la posición del vehículo en la calzada, se define como "distancia de preocupación". En la Tabla 2.1 se presentan valores guía recomendados por (AASHTO, 2011). Siempre que sea viable, los sistemas de contención se ubicarán a una distancia mínima igual a la distancia de preocupación, en especial para la implementación de tramos cortos. Para tramos largos y continuos de barrera, esta distancia no es tan crítica, especialmente si el comienzo de la barrera se encuentra más allá de la distancia de preocupación y luego se realiza una transición gradual acercándola a la calzada de circulación.
- 2.8. Siempre que la barrera esté implementada fuera de la banquina tendrá un impacto mínimo en la velocidad del conductor o en la posición del vehículo con respecto al carril de circulación.
- 2.9. En la práctica, se debe instalar el sistema lo más lejos del tránsito posible. Esta práctica minimiza la probabilidad de que la barrera sea golpeada al proporcionarle al conductor un área máxima de recuperación sin obstáculos y transitable.
- 2.10. Por otra parte, es fundamental que los vehículos entren en contacto con la barrera con su centro de gravedad en la altura normal o estándar. Esto reduce la posibilidad de que el vehículo pase por encima de la barrera o quede atascado debajo de ésta, o que el sistema no funcione brindando la contención y el redireccionamiento esperados. Por lo tanto, las pendientes entre el borde de calzada y la barrera deben ser de 1V:10H o más planas, o la barrera deberá situarse lo

suficientemente lejana a la calzada de tal forma que la suspensión no se encuentre comprimida o extendida, y a fin de que el impacto con la barrera se efectúe cercano a su centro de gravedad.

- 2.11. Por lo tanto en caso de instalar barreras de contención en pendientes mayores a 1V:10H se debe asegurar y justificar que la distancia donde se ubicará el sistema permita que el mismo trabaje de forma adecuada.

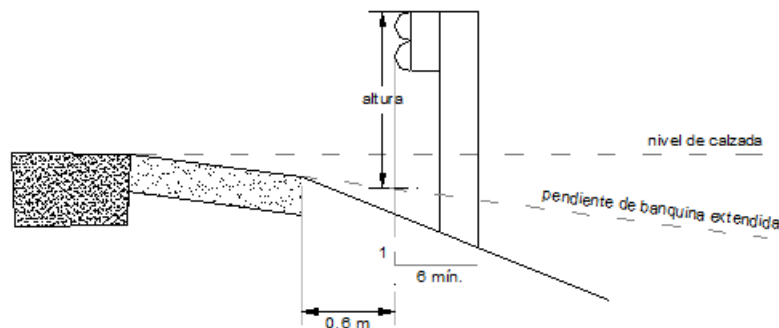
Tabla 2.1: Valores de “Distancia de Preocupación”. Fuente (AASHTO, 2011)

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de Preocupación Ls (m)
130	3.7
120	3.2
110	2.8
100	2.4
90	2.2
80	2.0
70	1.7
60	1.4
50	1.1

Altura

- 2.12. La altura de una barrera de contención es un aspecto que se debe vigilar con atención, ya que el desempeño del sistema depende de que su disposición sea conforme a la especificada por el fabricante.
- 2.13. La altura recomendada para las barreras o pretilas de puentes está establecida a partir de los ensayos a escala real que se realizan para aprobar y clasificar un sistema de contención, ver Serie 403 (DNV, 2021), por lo que se debe asegurar que durante su vida útil esta disposición se mantenga constante.
- 2.14. En general la altura de la parte superior de la valla estará dentro del intervalo 70cm a 85cm. Esta se medirá sobre la línea extendida de la pendiente de banquina sobre la cara frontal de la barrera siempre y cuando la misma se encuentre dentro de los primeros 60cm desde el borde de banquina según Figura 2.3. Más allá de ésta ubicación, se medirá la altura directamente desde el nivel del terreno.

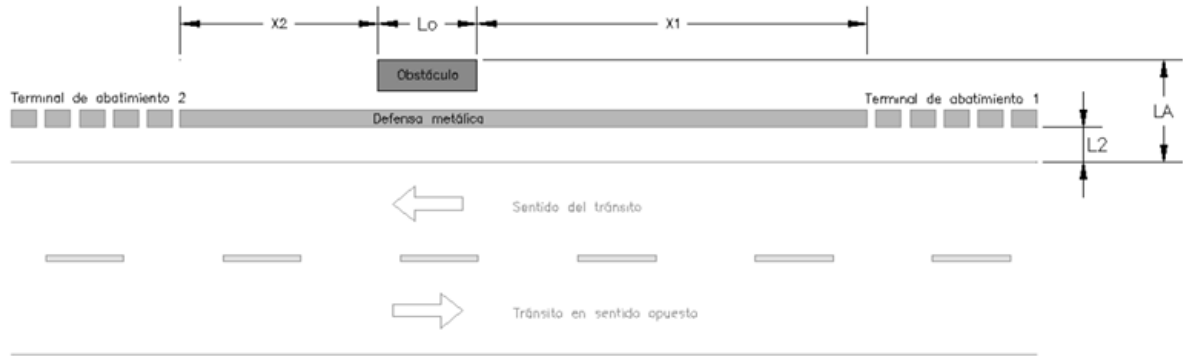
Figura 2.3: Medición de la altura de una barrera



Longitud Requerida

- 2.15. La longitud requerida (L) es el largo necesario del sistema de contención, suficiente para proteger al usuario de la vía de obstáculos adyacentes. Está determinada por la longitud del obstáculo (Lo) más las longitudes de anticipación de entrada (X1) y de salida (X2), las cuales aseguran la suficiencia estructural del sistema de contención. Se debe agregar además la longitud de los terminales de inicio y/o término según el caso. Ver Figura 2.4.

Figura 2.4: Esquema indicativo de longitudes que componen el largo de una barrera



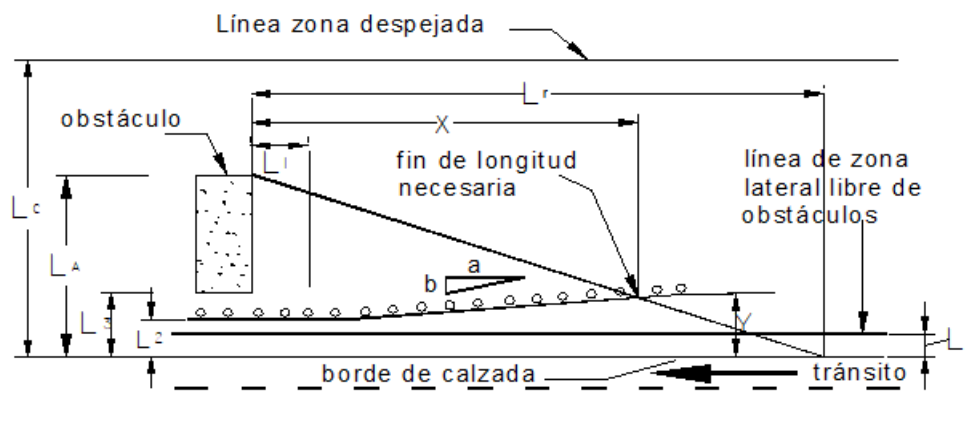
- 2.16. A continuación se presenta el método de cálculo de la longitud de anticipación de acuerdo a RDG (AASHTO, 2011), con el cual se deberán calcular las longitudes de los sistemas de contención:
- 2.17. La longitud total de la barrera queda establecida como:

$$L = L_o + X_1 + X_2 + L_{terminal}$$

Calculo de la Longitud de Anticipación (X)

- 2.18. La Figura 2.5 ilustra las variables que se deben considerar al diseñar de manera efectiva una barrera de contención para proteger a los usuarios de un obstáculo potencialmente peligroso.
- 2.19. Las variables principales a determinar son la extensión lateral del área de preocupación (La) y la distancia teórica de detención (Lr). El diseñador debe comprender claramente ambos factores para que se utilicen correctamente en el proceso de diseño.

Figura 2.5: Parámetros para el cálculo de longitud necesaria de una barrera de contención



Lr

Distancia teórica de detención para un vehículo que ha abandonado la calzada. Se mide paralela a la vía desde el punto de inicio de la zona peligrosa hasta el punto donde se supone que el vehículo

sale de la carretera. Esta distancia será en general variable según el tipo de vehículo, su velocidad y el coeficiente de fricción neumático-suelo.

Tabla 2.2: Distancia de detención L_r (m). Fuente (AASHTO, 2011)

Velocidad de diseño (km/h)	TPDA			
	>10000	5000-10000	1000-5000	<1000
130	143	131	116	101
110	110	101	88	76
100	91	76	64	61
80	70	58	49	46
60	49	40	34	30
50	34	27	24	21

L_A

Extensión lateral del área de preocupación, es la distancia desde el borde de calzada al borde lejano del obstáculo, o el borde externo de la Zona Libre de Obstáculos (L_c), si el obstáculo se extiende más allá de esta.

L_c

Extensión lateral desde el borde de calzada al borde externo de la zona lateral despejada.

L₁

Longitud de barrera tangente a la calzada inmediatamente previo al obstáculo. Esta longitud es variable y será determinada por el diseñador.

Si en esta longitud se incluye una transición, L₁ deberá ser por lo menos de igual longitud que la transición.

Si la barrera que se coloca no tiene ángulo de esviaje, L₁ es cero.

L₂

Distancia lateral desde el borde de calzada a la barrera. Se calcula teniendo en cuenta los criterios mencionados en este ítem.

a:b

Ángulo de esviaje de la barrera. Ayuda a minimizar la reacción del conductor frente a la presencia de un obstáculo en el camino al permitir introducir de forma gradual una barrera paralela a la vía.

Es de mucha utilidad para hacer la transición de una barrera longitudinal con la barrera de un puente o para reducir la longitud total de la barrera necesaria.

Por otra parte, se debe tener en cuenta que cuanto mayor es el ángulo de esviaje, también aumentan los posibles ángulos de impacto y la severidad de los choques. Es por ello que el equipo proyectista deberá siempre consultar las especificaciones del fabricante para determinar si es posible instalar una barrera con determinado ángulo de esviaje.

La Tabla 2.3 presenta recomendaciones para esviajes máximos según las velocidades de diseño y ubicación de la barrera de acuerdo a la distancia de preocupación.

Tabla 2.3: Recomendaciones de ángulo de esviaje máximo. Fuente (AASHTO, 2011)

Velocidad de diseño (km/h)	Ángulo de esviaje máximo para barreras ubicadas	Ángulo de esviaje máximo para barreras ubicadas fuera de la zona de preocupación

	dentro de la zona de preocupación	Sistemas rígidos	Sistemas semirígidos
110	30:1	20:1	15:1
100	26:1	18:1	14:1
90	24:1	16:1	12:1
80	21:1	14:1	11:1
70	18:1	12:1	10:1
60	16:1	10:1	8:1
50	13:1	8:1	7:1

2.20. Con estas variables definidas, la longitud necesaria X se determinará según la ecuación:

$$X = \frac{L_A + \left(\frac{b}{a}\right) L_1 - L_2}{\left(\frac{b}{a}\right) + \left(\frac{L_A}{L_r}\right)}$$

2.21. Notar que para la implementación de una barrera en paralelo, esta ecuación se reduce a;

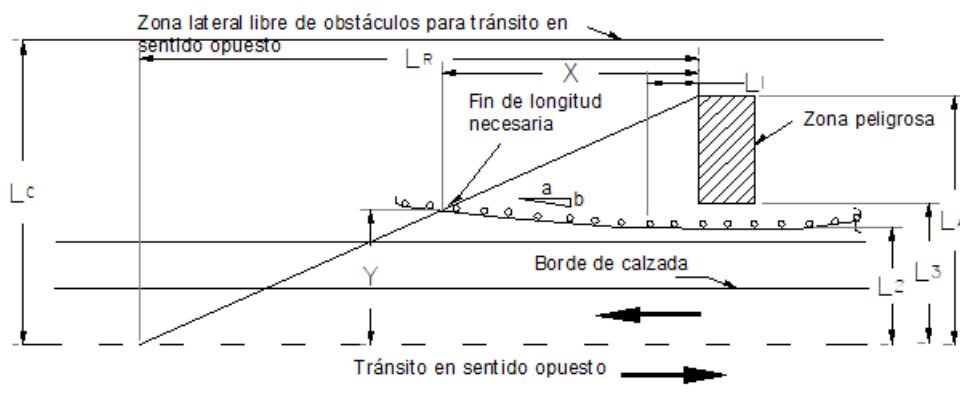
$$X = \frac{L_A - L_2}{\left(\frac{L_A}{L_r}\right)}$$

2.22. En caso de barreras con esviaje, la distancia lateral Y se calculará como:

$$Y = L_A - \frac{L_A}{L_r} X$$

2.23. En cuanto a la longitud requerida de barrera para tránsito circulando en carriles opuestos a la margen del obstáculo, todas las variables se calcularán siguiendo el mismo criterio y con las mismas definiciones, pero considerando que todas las medidas transversales a la calzada se medirán a partir del borde del carril más próximo en la dirección considerada.

Figura 2.6: Parámetros para el cálculo de longitud necesaria de una barrera de contención en el sentido opuesto al tránsito



2.24. Algunas consideraciones para el sistema de contención cuando se diseña según el tránsito en sentido opuesto son:

- Si la barrera está ubicada fuera de la correspondiente Zona Libre de Obstáculos, no será necesaria la inclusión de terminales especiales.
 - Si la barrera está ubicada dentro de la Zona Libre de Obstáculos pero el obstáculo no, no se necesitarán longitudes adicionales de barrera pero sí la inclusión de terminales adecuadas.
- 2.25. Por otra parte, las barreras de contención vehicular requieren, para su correcto funcionamiento de una longitud mínima de instalación. Esta longitud debe ser consultada con el fabricante, ya que depende de las condiciones en la que fue ensayado el sistema.
- 2.26. En cualquier caso, para la instalación de sistemas semirrígidos y flexibles, se deberán respetar las longitudes mínimas que se establecen a continuación:

Tabla 2.4: Longitudes mínimas de barreras de contención semirrígidas

Velocidad de diseño (km/h)	Longitud Mínima (m)
<70	28
70-100	48
>100	60

Las longitudes antedichas refieren a las secciones normales del sistema, y no incluyen las longitudes de terminales, las cuales se deben adicionar.

Para sistemas rígidos, tales como barreras forma F o New Jersey que se encuentren protegiendo una estructura crítica establecida en la Serie 400-403 (DNV, 2021), se deberá considerar una longitud mínima de anticipación de 18m.

Continuidad

- 2.27. Si la distancia entre los elementos extremos de dos sistemas consecutivos de contención de vehículos fuera menor a 50m, los dos sistemas se unirán en uno solo continuo, excepto donde esté justificada una interrupción (ej. un acceso).

Inclinación

- 2.28. En general las barreras se instalarán en orientación vertical.
- 2.29. En situaciones con pendiente transversal mayor o igual al 6% en el caso de barreras de hormigón se orientarán perpendiculares a la calzada.
- 2.30. Para mayor información se debe referir al Reporte 894 (National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine, 2019).

3. Bibliografía

- American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO, (2011). Roadside Design Guide. Estados Unidos.
- Dirección Nacional de Vialidad, (2004). Lámina tipo 267. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Uruguay.
- Ministerio de Fomento, (2014). Orden Circular 35/2014 Sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos. Gobierno de España.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine (2019). Performance of Longitudinal Barriers on Curved, Superelevated Roadway Sections, Research Report 894. Washington DC. Estados Unidos.
- Valverde Gonzáles, Germán, (2011). Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras. Universidad de Costa Rica.

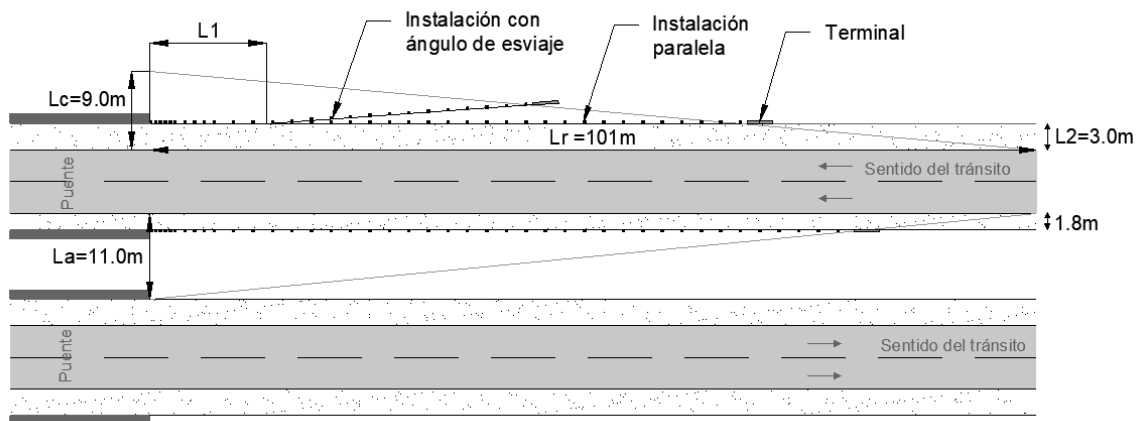
Anexo A – Ejemplos de Diseño de Barreras

Ejemplo 1

Datos del tramo:

- TPDA: 6200 vpd
- Velocidad: 110 km/h
- Pendiente talud a la derecha de la vía: 1V:6H.
- Pendiente talud en la mediana de la vía: 1V:10H.

Figura A.1: Esquema representativo Ejemplo 1 – Diseño de Barreras



Selección de datos:

- Zona Libre de Obstáculos para pendiente 1V:6H: 9 a 10.5m. Ver Serie 400-401 (DNV, 2021).
- Zona Libre de Obstáculos para pendiente 1V:10H: 9.0 a 10.5m. Ver Serie 400-401 (DNV, 2021). El proyectista elige $L_c=9.0m$.
- Extensión lateral del área de preocupación $L_A=L_C=9.0m$.
- Distancia teórica de detención $L_r=101m$. Ver Tabla 2.2.
- $L_1 = 13.34m$
- Distancia Lateral desde el borde de calzada a la barrera, $L_2=3.0m$ (derecha); $1.8m$ (mediana)
- Relación de esviaje de la barrera: 15:1. Ver Tabla 2.3.

Discusión:

Para el cálculo de la longitud de la barrera en la banquina derecha, se podría en primera instancia, ubicar el inicio de la sección teórica de despiste 101m antes del cabezal del puente. Luego trazar una recta de 9.0m transversal a la vía representando L_c y unir finalmente mediante una hipotenusa estas rectas. Este último trazo representaría teóricamente el desvío del vehículo en caso de despiste.

Para proteger al usuario del cabezal del puente y del río, la longitud de la barrera debe intersectar la hipotenusa del triángulo resultante.

En base a las variables seleccionadas, se necesita una longitud de anticipación de la barrera de 44.2m. Si se considera una instalación paralela a la calzada, la longitud de anticipación sería 67,3m.

El cálculo de longitud de anticipación para la instalación con esviaje es el siguiente:

$$X = \frac{L_A + (b/a)L_1 - L_2}{b/a + (L_A/L_R)} = \frac{9.0 + \left(\frac{1}{15}\right)13.34 - 3.0}{1/15 + (9.0/101)} = \frac{6.89}{0.156} = 44.2m$$

El cálculo de longitud de anticipación para la instalación paralela a la calzada es el siguiente:

$$X = \frac{L_A - L_2}{(L_A/L_R)} = \frac{9.0 - 3.0}{(9.0/101)} = \frac{6.0}{0.089} = 67.3m$$

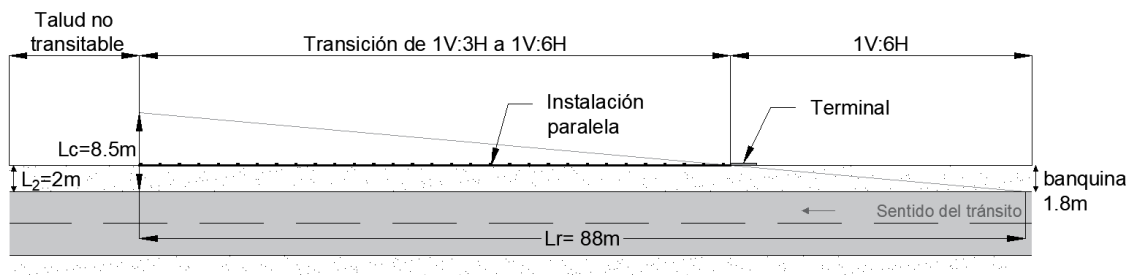
Por otra parte, del lado de la mediana, el equipo proyectista puede optar por proteger todo el cabezal del puente de la calzada de circulación opuesta aunque esta distancia exceda ligeramente la Zona Libre de Obstáculos recomendada para la pendiente 1V:10H. Esto enfatiza que la distancia ZLO no es un valor preciso y debe utilizarse siempre el juicio de ingeniería para su aplicación.

Ejemplo 2

Datos del tramo:

- TPDA: 3000 vpd
- Velocidad: 110 km/h
- Pendiente del talud al comienzo de la distancia teórica de detención L_r : 1V:6H
- La pendiente hasta L_c es crítica (más pronunciada que 1V:3H)

Figura A.2: Esquema representativo Ejemplo 2 – Diseño de Barreras



Selección de datos:

- Zona Libre de Obstáculos para pendiente 1V:6H: 8.5 a 10m. Ver Serie 400-401 (DNV, 2021). El proyectista elige 8.5m.
- Extensión lateral del área de preocupación $L_A = L_c = 8.5m$.
- Distancia teórica de detención $L_r = 88m$. Ver Tabla 2.2.
- Distancia Lateral desde el borde de calzada a la barrera, $L_2 = 2.0m$

Discusión:

El obstáculo inicia donde comienza la pendiente crítica y desde allí se debe trazar una recta transversal de distancia L_A . Luego desde este punto se extiende otra recta longitudinal indicando la sección de despiste 88m antes del inicio de la pendiente crítica. La hipotenusa de este triángulo indicaría el desvío del vehículo en caso de despiste.

El cálculo de longitud de anticipación en el sentido del tránsito, para la instalación paralela a la calzada es el siguiente:

$$X_1 = \frac{L_A - L_2}{(L_A/L_R)} = \frac{8.5 - 2.0}{(8.5/88)} = \frac{6.5}{0.097} = 67.3m$$

De forma similar se debe calcular la longitud de anticipación para el sentido contrario al tránsito. Para ese caso, la medida de L_A , deberá ser considerada desde el eje de la calzada y se podrá considerar que la ZLO es para pendiente plana.

La barrera deberá ser anclada en un desmante o se deberá instalar un terminal adecuado para el tránsito de la vía. Siempre que se opte por el anclaje en un desmante se debe estudiar el diseño de las cunetas, drenaje y la configuración de la pendiente.

Para este caso, se selecciona un terminal paralelo a la calzada de 15.2m de longitud y ángulo de desvío de 300mm con respecto al borde de calzada.

Luego la longitud total de la barrera será compuesta por la suma de la longitud del obstáculo, las longitudes de anticipación y la de los terminales.

Siempre que sea posible, se deberá optar por nivelar la pendiente e intentar eliminar de esta forma el obstáculo peligroso o reducir la longitud de barrera a emplear.

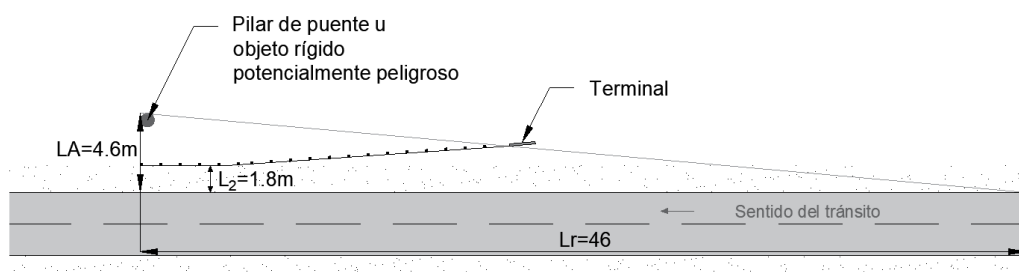
Debido a que el propósito de colocar una barrera es reducir la probabilidad de que un vehículo llegue a un talud no traspasable u objeto potencialmente peligroso y dado que la pendiente crítica se extiende más allá de la ZLO sugerida, se podría optar por proteger toda la pendiente crítica seleccionando una ZLO más grande. Sin embargo, esto siempre será evaluado considerando el beneficio/costo de la barrera adicional.

Ejemplo 3

Datos del tramo:

- TPDA: 850 vpd
- Velocidad: 80 km/h
- Pendiente del talud a la derecha de la vía: 1V:10H

Figura A.3: Esquema representativo Ejemplo 3 – Diseño de Barreras



Selección de datos:

- Zona Libre de Obstáculos para pendiente 1V:10H: 4.5 a 5.0m. Ver Serie 400-401 (DNV, 2021). El proyectista elige 5.0m.
- Extensión lateral del área de preocupación $L_A = 4.6\text{m}$.
- Distancia teórica de detención $L_r = 46\text{m}$. Ver Tabla 2.2.
- $L_1 = 7.6\text{m}$
- Distancia Lateral desde el borde de calzada a la barrera, $L_2 = 1.8\text{m}$
- Relación de esviaje de la barrera: 21:1. Ver Tabla 2.3.

Discusión:

Si el pilar del puente es el único obstáculo potencialmente peligroso dentro de la Zona Libre de Obstáculos, la longitud de anticipación de la barrera necesaria estará en función de L_A , L_1 , L_r y el

ángulo de esviaje seleccionado. El cálculo de longitud de anticipación para la instalación con esviaje es el siguiente:

$$X = \frac{L_A + (b/a)L_1 - L_2}{b/a + (L_A/L_R)} = \frac{4.6 + \left(\frac{1}{21}\right)6 - 1.8}{1/21 + (4.6/46)} = \frac{3.16}{0.148} = 21.4m$$

Notar que si el sistema a emplear es semirrígido y si la longitud de la barrera compuesta por la del obstáculo y la de anticipación es menor que la longitud mínima recomendada por el fabricante o la de la Tabla 2.4, se deberá optar por alargar la longitud de la defensa contemplando los mínimos. Para el caso de sistemas rígidos, se considerará una longitud de anticipación de 18m como mínimo.

La distancia de separación entre la barrera y el obstáculo peligroso deberá ser igual al ancho de trabajo o zona de intrusión del sistema elegido, como lo establece el ítem 2.1 de esta Serie, de forma tal de permitir la deflexión del sistema sin que el vehículo enganche o vuelque sobre la barrera alcanzando el pilar, de lo contrario se debe rigidizar el sistema de contención.

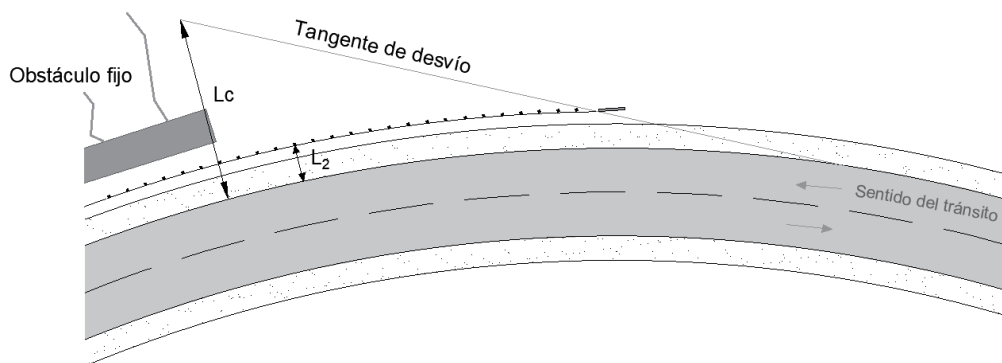
Para el caso de estructuras críticas como lo establece la Serie 400-403 (DNV, 2021), se debe considerar además de la protección de los usuarios, la protección de la estructura en sí. Si en el cálculo de la estructura no fue prevista la resistencia frente a choques, se deberá considerar proteger la estructura mediante una barrera rígida y alta.

Ejemplo 4

Datos del tramo:

- TPDA: 650 vpd
- Velocidad: 100 km/h
- Pendiente del talud a la derecha de la vía: 1V:6H
- Radio de curvatura horizontal: 450m

Figura A.4: Esquema representativo Ejemplo 4 – Diseño de Barreras



Selección de datos:

- Zona Libre de Obstáculos para pendiente 1V:6 H: 5.0 a 5.5m. Ver Serie 400-401 (DNV, 2021). El proyectista elige 5.5m.
- Factor de ajuste por curvatura: 1.4. Ver Serie 400 – 401 (DNV, 2021)
- ZLO ajustada: $5.5 \times 1.4 = 7.7m$
- Distancia teórica de detención L_r : no aplicable, leer discusión.
- Distancia Lateral desde el borde de calzada a la barrera, $L_2 = 1.2m$
- Relación de esviaje de la barrera: no aplicable

Discusión:

La fórmula considerada anteriormente para el cálculo de longitud de anticipación de un sistema de contención tiene como hipótesis que la alineación de la vía es recta. Si un vehículo se desvía del carril de circulación en el borde exterior de una curva, tenderá a seguir un camino de salida tangencial en caso de que el terreno adyacente sea plano y transitable. Por lo tanto, en lugar de utilizar la distancia teórica L_r para el cálculo, se debe trazar una línea desde el borde exterior del obstáculo (o desde el borde exterior de la Zona Libre de Obstáculos, L_c , en caso de que la longitud transversal del obstáculo sea infinita como en el ejemplo de la figura) hasta un punto tangente a la curva.

Para el caso de curvas con radio de curvatura amplio, si L_r es más corta que la tangente antedicha, entonces se puede usar L_r para el cálculo de la longitud de anticipación.

Por lo general, no se utiliza ángulo de esviaje en el diseño de un elemento de contención implementado en una curva horizontal.



SERIE 400 – Norma Técnica sobre Elementos de Contención

403 – Especificaciones técnicas básicas para Sistemas de Contención

Versión 0

Resumen

Esta especificación comprende los requisitos básicos de diseño y desempeño a considerar para la elección de un sistema de contención para la protección del tránsito.

Este documento forma parte indivisible de la Serie 400, Norma Técnica sobre Elementos de Contención que compone las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial de la Dirección Nacional de Vialidad.

Retroalimentación y consultas

Se invita a los usuarios de este documento a plantear consultas y/o emitir comentarios sobre su contenido y uso al email dnv.seguridadvial@mtop.gub.uy.

Este es un documento controlado.

Este documento es publicado por la Dirección Nacional de Vialidad- Ministerio de Transporte y Obras Públicas de la República Oriental del Uruguay, y es parte de las Normas Técnicas de Equipamiento de Seguridad Vial - DNV, MTOP.

Este documento sustituye a:

- Especificaciones para el Equipamiento para la Seguridad Vial. Especificaciones Técnicas Para Materiales A Utilizar En Defensas Metálicas Tipo "Doble Onda; Recomendaciones para la colocación de defensas laterales metálicas tipo "Doble Onda" y Recomendaciones para la Implementación de Sistemas de Barreras de Contención de Vehículos - DNV, MTOP; 2004

Consideraciones Contractuales y legales

Este documento forma parte de las especificaciones aplicables en vías abiertas a la circulación. No pretende incluir la totalidad de los requisitos para la elección de un sistema en particular, por lo que es responsabilidad de los usuarios del mismo aplicar todas las especificaciones requeridas en su contrato. Además, esta normativa aplica a proyectos nuevos o de rehabilitación mayor en Rutas Nacionales.

Sugerencia para la referencia de este documento:

Normas Técnicas de Equipamiento de Seguridad Vial, DNV, MTOP. Serie 400 – 403 Especificaciones técnicas básicas para Sistemas de Contención, versión 0, Septiembre 2021.

Advertencia: El uso de lenguaje que no discrimine es una de las preocupaciones de nuestro equipo. Se ha realizado el máximo esfuerzo en no incurrir en sesgos de género en la redacción.

Autoridades

Las autoridades que se mencionan ejercen funciones en la fecha en que se realiza la Versión 0 de este documento.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Sr. José Luis Falero
Per. Agr. Hernán Ciganda

Ministro
Director Nacional de Vialidad

Elaboración de la Norma

Equipo técnico

Ing. Adriana Varela
Ing. MSc. Teresa Aisemberg
Ing. Cecilia Volpe

Jefa División Seguridad en el Tránsito
Jefa Departamento Señalización
Sector Elementos de Contención –
División Seguridad en el Tránsito

Versión N°: 0**Listado general de revisiones**

N° revisión	Fecha	Sección	N° página/s	Detalle de la revisión

Índice

1. Introducción	1
2. Secciones de una barrera de contención vehicular.....	1
Barrera de contención vehicular	1
Pretilos de puente	1
Transiciones.....	2
Terminales de barrera.....	2
3. Amortiguador de impacto	3
4. Parámetros de rendimiento de un sistema de contención.....	3
Nivel de contención.....	3
Severidad del impacto	4
Deformación del sistema de contención.....	4
Zona de intrusión	5
Capacidad de redireccionamiento o trayectoria del vehículo después de impactar el sistema .	5
5. Niveles mínimos de performance	6
Barreras de contención vehicular y pretilos de puente.....	6
Transiciones con barreras rígidas	6
Terminal de barrera	6
6. Protección de Elementos Estructurales.....	7
7. Manipulación y almacenamiento.....	7
8. Galvanizado.....	7
9. Controles	8
10. Trazabilidad	8
11. Información a entregar por el oferente de sistemas de contención antes de su instalación	8
12. Otros.....	10
13. Bibliografía	10
ANEXO A – Declaración de cumplimiento.....	11

Listado de Figuras

Figura 2.1: Secciones de una barrera de contención vehicular.....	1
Figura 4.1: Energía cinética transversal máxima incidente en la barrera de contención según los niveles de prueba definidos en EN 1317 (AENOR, 2011) y Report 350 (NCHRP, 1993).....	4
Figura 4.2: Deflexión dinámica, ancho de trabajo y zona de intrusión en una barrera de contención vehicular semirrígida (izquierda) y rígida (derecha)	5
Figura 4.3: Deflexión dinámica, ángulo de aproximación y ángulo de salida.....	6

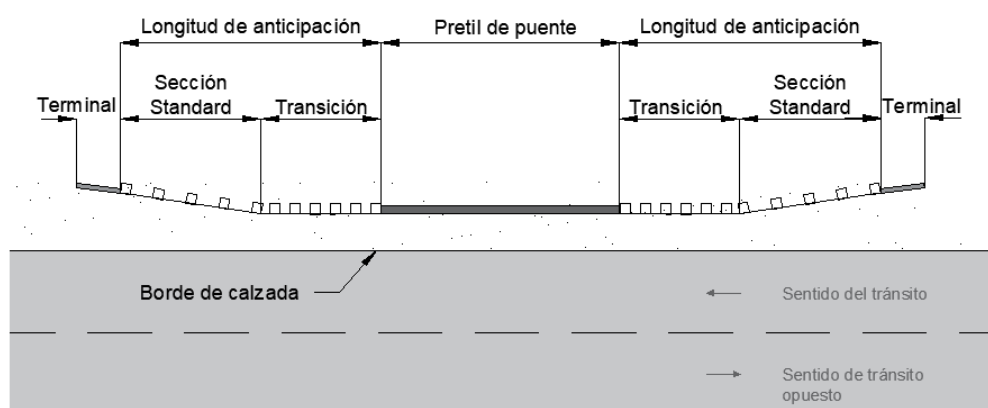
1. Introducción

- 1.1. Los sistemas de contención vehicular son dispositivos que se instalan al costado de una vía y cuya finalidad es retener y redireccionar los vehículos que despistan, de manera de mitigar los daños y lesiones, tanto para los ocupantes de un vehículo como para otros usuarios de la carretera y personas u objetos situados en las cercanías.
- 1.2. La colisión con un sistema de contención vehicular constituye un siniestro sustitutivo del que tendría lugar en caso de no existir este mecanismo, y de consecuencias más predecibles y menos graves; pero esto no significa que los ocupantes del vehículo estén exentos de riesgos. Las barreras y sus terminales constituyen también un obstáculo en los márgenes de las vías y solo deben colocarse si se espera que tal dispositivo reduzca la severidad del accidente, al evitar que el vehículo colisione con un objeto rígido, vuelque o ingrese a una zona peligrosa.
- 1.3. Esta Serie resume los requisitos básicos de desempeño así como las pautas para diseñar barreras de contención, terminales de barreras y transiciones.

2. Secciones de una barrera de contención vehicular

- 2.1. Un sistema de contención vehicular en general presentará diferentes secciones o zonas dentro del mismo: barrera de contención o pretil (según el caso), transiciones y terminal o terminales en ambos extremos de la barrera.

Figura 2.1: Secciones de una barrera de contención vehicular



NOTA: Todos los elementos que compongan un sistema de contención deben ser compatibles entre sí en toda su longitud.

Barrera de contención vehicular

- 2.2. Una barrera de contención vehicular es un dispositivo longitudinal paralelo al flujo vehicular, cuyo objetivo es contener y re-direccionar a un vehículo que despistara de la calzada de circulación, y tuviera probabilidad de colisionar con obstáculos naturales o artificiales localizados en las zonas laterales de la vía, o ingresar a una zona con talud no traspasable.
- 2.3. Las barreras de contención se clasifican como flexibles, semirrígidas o rígidas, de acuerdo a la deflexión que poseen ante un impacto. Los sistemas flexibles generalmente son menos agresivos para los usuarios de la vía que las otras categorías, ya que parte de la energía del choque se disipa por la deflexión de la barrera y se imponen fuerzas de impacto más bajas sobre el vehículo.

Pretil de puente

- 2.4. Son sistemas análogo a una barrera de seguridad, pero diseñados específicamente para puentes y obras similares.

Transiciones

- 2.5. Las transiciones proporcionan una protección continua en los casos es que resulte necesario unir dos barreras de diferente rigidez. La rigidez de la transición aumenta gradualmente para unir dos barreras con deflexiones diferentes como lo son, por ejemplo, sistemas de defensas metálicas conectadas a una barrera de hormigón.
- 2.6. Por otra parte, el diseño de una transición debe ser tal que pueda reducir el enganchamiento y evitar la penetración del vehículo en cualquier punto a lo largo de ésta, incluyendo los que se dirijan en sentido contrario del tránsito en una vía bidireccional.
- 2.7. El largo de una transición debe ser mayor o igual a 10 o 12 veces la diferencia entre la deflexión dinámica de los dos elementos a unir. Por lo tanto, para el caso de una unión entre un sistema semirrígido con una deflexión prevista de 0.9m y un sistema rígido de deflexión prevista 0, la longitud de la transición deberá ser como mínimo de 9m, rigidizándose gradualmente.
- 2.8. La rigidez de la transición deberá incrementarse de manera gradual y continua, del sistema menos rígido al de mayor rigidez. A continuación se presentan las medidas más usuales para el diseño de transiciones:
 - Disminución del espacio entre postes
 - Uso de secciones dobles, un perfil 'W' anidado o contrapuesto
 - Uso de rieles o vigas inferiores
- 2.9. El empalme o conexión entre la barrera de transición y un pretil del puente u otros sistemas de defensas debe ser tan fuerte como la barrera de transición misma, de manera que en condiciones de impacto la conexión no falle y el vehículo no impacte el extremo del pretil del puente. Para esto se debe implementar una conexión mediante pernos pasantes aprobada u otra debidamente ensayada.
- 2.10. La transición también debe estar diseñada para minimizar la posibilidad de enganchamiento en cualquiera de los sentidos del tránsito.

Terminales de barrera

- 2.11. Los terminales de barrera son dispositivos especialmente diseñados para proteger a los ocupantes de un vehículo que colisiona con el extremo de una barrera de contención.
- 2.12. Algunos terminales solamente funcionan como elementos de seguridad, mientras otros también proporcionan anclaje a la barrera.
- 2.13. El terminal de barrera debe funcionar de alguna de las siguientes maneras:
 - Desacelera el vehículo hasta detenerlo en una corta distancia.
 - Permite una penetración controlada del vehículo detrás de la barrera.
 - Retiene y redirecciona el vehículo.
 - Combina las funciones anteriores.
- 2.14. Un terminal se considera esencial si el extremo de una barrera se encuentra dentro de la ZLO definida de acuerdo a la Serie 400 – 401 (DNV, 2021) o en un área donde es probable que sea golpeada ante un despiste. Además de la resistencia a los choques, los terminales para barreras longitudinales flexibles y semirrígidas deben ser capaces de soportar toda la resistencia a la tracción de la barrera.
- 2.15. Hay varias consideraciones importantes al seleccionar un terminal apropiado para una instalación determinada de barrera flexible o semirrígida, que incluyen:
 - Compatibilidad del terminal con la barrera
- 2.16. Características de rendimiento del terminal (es decir, potencial de absorción de energía, ángulo de esviaje, etc).
- 2.17. Geometría del lugar y condiciones del terreno.

Terminal empotrado en talud

- 2.18. Consiste en alejar el extremo de la barrera del borde de la vía y anclarlo a un talud de corte.
- 2.19. Cuando está diseñado y ubicado correctamente, este sistema protege por completo el peligro identificado, elimina la posibilidad de cualquier impacto frontal con el terminal y minimiza la probabilidad de que el vehículo pase detrás de la baranda.
- 2.20. Para la instalación de estos terminales se debe referir a los requerimientos del Capítulo 8.3.6.1 de la RDG (AASHTO, 2011).

Terminales de absorción de energía

- 2.21. Este tipo de terminales se comportan como sistemas atenuadores de impactos frontales y como barreras de seguridad ante las colisiones laterales.

3. Amortiguador de impacto

- 3.1. Los amortiguadores de impacto, también conocidos como atenuadores de impacto, son dispositivos de protección que reducen significativamente la gravedad de los impactos con obstáculos potencialmente peligrosos. Esto se logra mediante la desaceleración gradual del vehículo hasta la detención segura ante un impacto frontal o el redireccionamiento ante impactos laterales.
- 3.2. Los amortiguadores de impacto son ideales para su uso en lugares donde los obstáculos potencialmente peligrosos no se pueden quitar, reubicar y donde no pueden protegerse adecuadamente con una barrera longitudinal.
- 3.3. Los amortiguadores de impacto se pueden clasificar como redirectivos (gating) y no redirectivos (no-gating). Los atenuadores de impacto no redirectivos solamente desaceleran el vehículo hasta detenerlo en una corta distancia, mientras que los redirectivos contienen el vehículo y además pueden cambiar su dirección, apartándolo del obstáculo potencialmente peligroso.

4. Parámetros de rendimiento de un sistema de contención

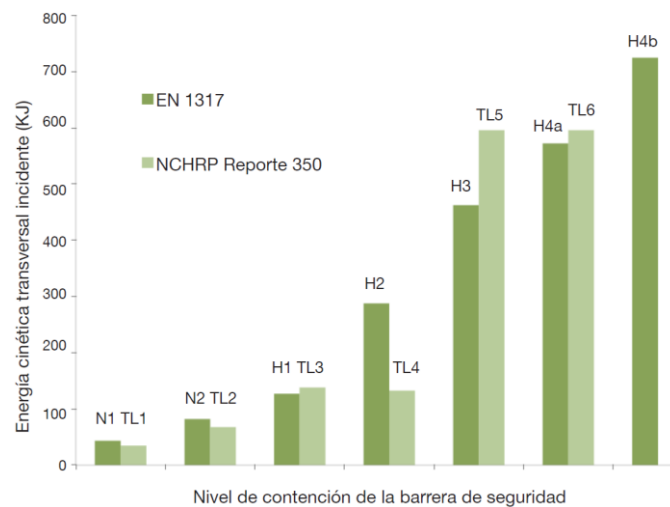
- 4.1. Debido a que la dinámica de un choque es compleja, el medio más efectivo de evaluar el desempeño de un sistema de contención es a través de ensayos a escala real. Las pruebas estandarizadas permiten poder comparar el rendimiento del sistema ante diferentes alternativas de diseño.
- 4.2. Los ensayos a escala real son un medio de verificación de desempeño de una barrera de seguridad en servicio, por lo que resulta necesario e imprescindible hacer todo lo posible por replicar en campo las condiciones de instalación de la barrera durante el ensayo. Es por esto que se deben cumplir cabalmente las indicaciones de manipulación e instalación establecidas por el fabricante y aprobadas en los tests de ensayo reales.
- 4.3. A continuación se definen los parámetros utilizados para evaluar la eficiencia de los sistemas de contención vehicular y las clases técnicas.
 - Nivel de contención
 - Severidad del impacto
 - Deformación del sistema de contención
 - Zona de Intrusión
 - Capacidad de redireccionamiento o trayectoria del vehículo después de impactar el sistema

Nivel de contención

- 4.4. Representa la energía cinética transversal que un sistema es capaz de retener de manera controlada, sin que el vehículo atravesase el sistema o vuelque.

- 4.5. El gráfico de la Figura 4.1 muestra los valores de la energía cinética transversal máxima incidente correspondientes a los diferentes niveles de contención que establecen las normativas UNE EN 1317-2 (AENOR, 2011) y Reporte 350, (NCHRP, 1993). Esta figura permite observar la comparación de los niveles de prueba según la energía cinética transversal que el sistema es capaz de absorber durante el ensayo.
- 4.6. Es importante aclarar que solamente se está comparando la energía cinética incidente, por lo que dos sistemas equivalentes (que son capaces de absorber una cantidad similar de energía cinética), por ejemplo TL3 y TL4, no necesariamente son capaces de retener el mismo vehículo, ya que las pruebas se realizan con diferentes tipos de camiones. Así, un vehículo más alto puede inclinarse sobre una barrera y volcarse a pesar de que el sistema tenga la capacidad de disipar la energía cinética del impacto.

Figura 4.1: Energía cinética transversal máxima incidente en la barrera de contención según los niveles de prueba definidos en EN 1317 (AENOR, 2011) y Reporte 350 (NCHRP, 1993). Fuente (Valverde, 2011)



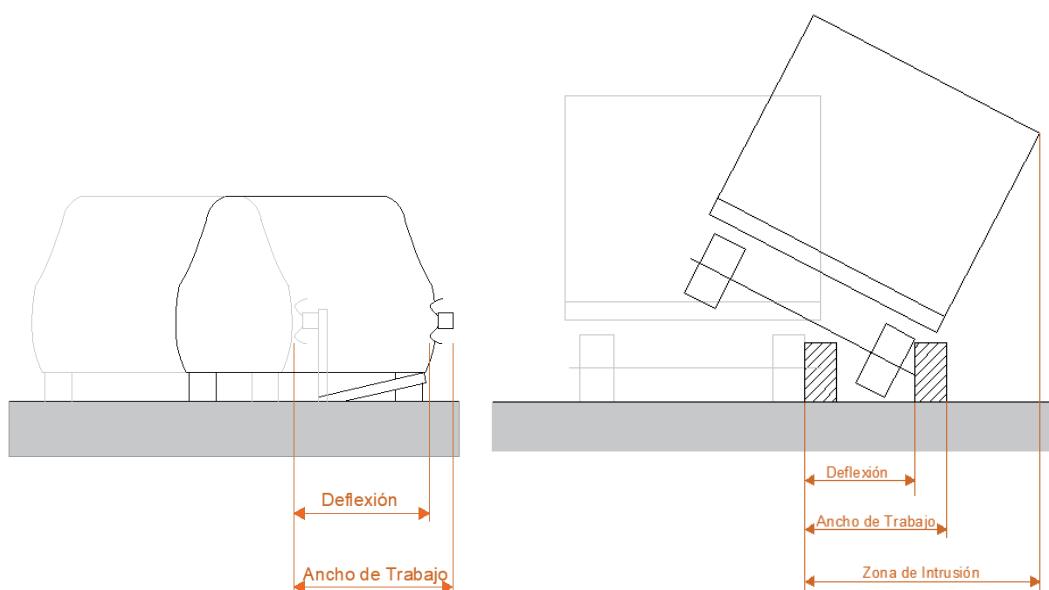
Severidad del impacto

- 4.7. Es el nivel de riesgo para los ocupantes del vehículo de sufrir lesiones graves o la muerte como consecuencia de una colisión.

Deformación del sistema de contención

- 4.8. Se describe mediante dos distancias transversales que se miden durante los ensayos de impacto a escala real: ancho de trabajo y deformación dinámica.
- 4.9. Representan el máximo espacio transversal que ha sido empleado por el sistema durante su deformación bajo las condiciones de impacto normalizadas del ensayo.
- 4.10. **El ancho de trabajo es la distancia entre la cara más próxima al tránsito antes del impacto, y la posición lateral más alejada que el impacto alcanza durante cualquier parte esencial del sistema.**
- 4.11. La deflexión dinámica es el máximo desplazamiento dinámico lateral de la cara del sistema más próxima al tránsito.

Figura 4.2: Deflexión dinámica, ancho de trabajo y zona de intrusión en una barrera de contención vehicular semirrígida (izquierda) y rígida (derecha). Fuente UNE EN 1317-2 (AENOR, 2011)



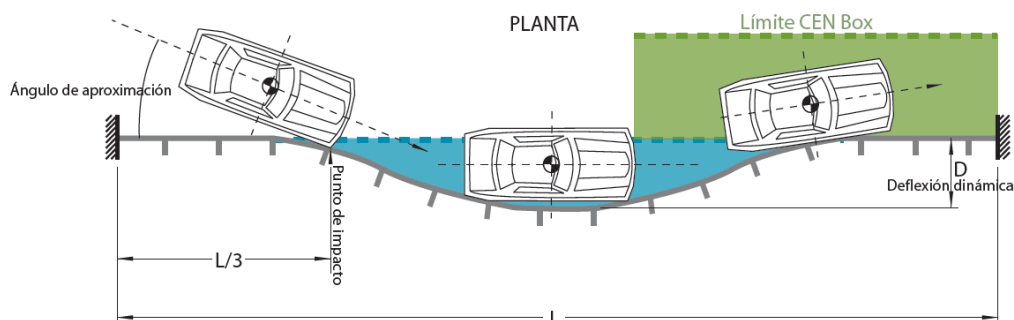
Zona de intrusión

- 4.12. Es la zona medida por encima y detrás de la cara próxima al tránsito de una barrera donde un vehículo que impacta o cualquier parte importante del sistema puede extenderse durante una colisión. Se debe mantener esta zona despejada para evitar que los vehículos se enganchen con objetos detrás de la barrera.
- 4.13. Ante un mismo sistema de contención, a medida que aumenta el tamaño del vehículo también lo hace la zona de intrusión. Por lo que, este parámetro debe ser evaluado en tramos con vehículos pesados.

Capacidad de redireccionamiento o trayectoria del vehículo después de impactar el sistema

- 4.14. El ángulo de salida es un parámetro utilizado para medir la capacidad del elemento de contención de otorgar al vehículo que la impacta una dirección de salida lo más paralela posible al eje de la calzada.
- 4.15. Una deformación horizontal excesiva del sistema puede producir un “embolsamiento”, lo que genera un ángulo de salida mayor al de entrada, como consecuencia el vehículo puede impactar otros vehículos que circulan por la misma vía o incluso puede volver a impactar la barrera del lado opuesto.
- 4.16. La normativa EN 1317-2 (2011) evalúa la capacidad de redireccionamiento de un sistema mediante el Recinto CEN (“CEN Box”), que aparece representado en la Figura 4.3. Si las ruedas del vehículo tras el impacto cortan un segmento teórico paralelo ubicado a una cierta distancia del sistema, entonces se considera que la barrera carece de capacidad de redireccionamiento y no es aceptable.

Figura 4.3: Deflexión dinámica, ángulo de aproximación y ángulo de salida. Fuente (Valverde, 2011)



5. Niveles mínimos de performance

Barreras de contención vehicular y pretilos de puente

- 5.1. Para la elección de un nivel de contención adecuado, se deberá evaluar en cada situación la composición del tránsito, TPDA, historial de siniestros, gravedad ante posibles siniestros, etc.
- 5.2. En tramos de la Red Vial Nacional con velocidad de circulación máxima mayor o igual a 90 km/h, se define como nivel de contención normal para defensas metálicas aquellas que cumplan con un nivel de contención H1 e índice de severidad A según la norma EN 1317 (AENOR, 2011) o TL3 según MASH (AASHTO, 2016).
- 5.3. Cuando una evaluación de riesgos específica indique que se requiere un nivel de contención superior, se debe especificar dicho nivel de contención, la naturaleza del riesgo y cualquier mitigación que se haya realizado para reducir el mismo.
- 5.4. Para las barreras de contención, se utilizará el máximo valor identificado de ancho de trabajo compatible con la ubicación de los obstáculos o zonas donde no debe penetrar la barrera y el vehículo.
- 5.5. Para barreras de nivel de contención alto, se utilizarán los valores identificados de ancho de trabajo y la zona de intrusión vehicular máximos compatibles.
- 5.6. Para el caso de pretilos de puentes en vías con velocidad máxima mayor o igual a 90 km/h, se deberá optar por un nivel de contención TL4 de acuerdo a MASH (AASHTO, 2016) o superior de acuerdo al ítem 5.1.

Transiciones con barreras rígidas

- 5.7. Se podrán implementar en la Red Vial Nacional transiciones que cumplan;
 - En un todo con la Serie 400 – 421 (DNV, 2021)
 - Norma ENV 1317-4 (AENOR, 2002)
 - MASH (AASHTO, 2016)

Terminal de barrera

- 5.8. Se aceptarán los siguientes tipos de terminales:
 - En tramos con TPDA (ambos sentidos) ≤ 400 vpd o en zonas con velocidad de operación < 70 km/h se admitirá la colocación de terminales enterrados o de abatimiento según Serie 400-421 (DNV, 2021) con un ángulo de esviaje preferido de 1:10.
 - En tramos con TPDA > 400 vpd o en ubicaciones donde se considere justificado debido a datos históricos de siniestralidad u otras circunstancias, se deberán implementar terminales de absorción de energía del tipo TL3 según MASH o su análogo según EN 1317.

- En caso de zonas terminales a ubicar en desmonte, se empotrarán las vallas en el mismo de acuerdo al ítem 2.20.

5.9. Se deberá presentar documentación probatoria de la compatibilidad del terminal con las secciones estándar de las barreras a implementar.

6. Protección de Elementos Estructurales

6.1. Cuando sobre una vía abierta al tránsito se encuentren estructuras viales o ferroviarias (puentes, viaductos, entre otros) cuyos elementos de soporte estén dentro de la ZLO o en ubicaciones comprometidas por historial de siniestros, etc, se deberá diseñar la estructura para soportar posibles impactos o bien implementar un sistema de contención vial apropiado, además de proteger a los usuarios de la vía ante despistes. Esto se hará de forma tal de evitar efectos potencialmente catastróficos, como ser la falla parcial o colapso de una vía de tránsito vehicular o peatonal, o colapso sobre otra vía o zona abierta al tránsito de cualquier tipo.

6.2. Para el diseño de sistemas de contención a estos efectos, se seguirán los lineamientos indicados en la Roadside Design Guide (AASHTO, 2011), y en NCHRP research report 892, Guidelines for Shielding Bridge Piers.

7. Manipulación y almacenamiento

7.1. Todos los elementos deberán protegerse contra daños y manipularse y apilarse de forma tal que no produzcan daños permanentes, especialmente en los componentes roscados y revestimientos galvanizados.

7.2. Se cumplirá con lo establecido en la norma UNE EN 135124 "Barreras metálicas de seguridad para contención de vehículos, Condiciones de manipulación y almacenamiento, Procedimientos de montaje y metodología de control" (AENOR, 2012).

7.3. Ante daños en el revestimiento galvanizado se deben emplear los procedimientos de restauración especificados en la norma UNE-EN ISO 1461.

7.4. Todos los componentes de acero deberán galvanizarse después de la fabricación, no se admitirá la colocación de elementos sin su debido recubrimiento.

8. Galvanizado

8.1. Las chapas de acero para barandas, postes y separadores serán galvanizadas por inmersión en zinc en estado de fusión. El zinc utilizado para el recubrimiento será al menos de la calidad designada como "Prime Western" de acuerdo a la norma AASHTO M 120.

8.2. El recubrimiento galvanizado deberá ser continuo, razonablemente liso y estará exento de imperfecciones claramente apreciables a simple vista que puedan influir sobre la resistencia a la corrosión del mismo, tales como ampollas, cenizas o sales de flujo. Tampoco será admisible la presencia de terrones, rebabas, o acumulaciones de zinc que pudieran interferir con el empleo específico del material galvanizado.

8.3. Durante el almacenamiento en fábrica, el aspecto gris oscuro mate de la totalidad o de parte del recubrimiento por razones de composición del acero, así como la existencia de otras manchas representativas que no sean eliminables por limpieza con un cepillo de cerdas no metálicas y un paño, son motivo de rechazo del elemento.

8.4. Se admitirá el retoque de los defectos o imperfecciones del recubrimiento y la restauración de zonas que hayan podido quedar sin cubrir durante la galvanización, siempre que estas zonas, no afecten, en su conjunto, a más del 2% de la superficie total del recubrimiento.

8.5. La restauración se podrá realizar mediante proyección térmica de zinc, pintura rica en zinc (58 % zinc mínimo) o barras de aleación de zinc. El tratamiento debe incluir la eliminación de óxido, la limpieza o cualquier otro tratamiento necesario para garantizar la adherencia.

8.6. El espesor del recubrimiento en las zonas a reacondicionar deberá ser por lo menos 30µm superior a los valores del resto.

- 8.7. Los bulones, tuercas y arandelas serán galvanizadas por inmersión en caliente después de su terminación y luego las roscas serán repasadas para conseguir un ajuste suave.
- 8.8. El peso del revestimiento de zinc será como mínimo de 450 gr/m² como valor promedio y en ninguna pieza individual será menos de 400 gr. El espesor promedio mínimo deberá ser como mínimo 63µm.

9. Controles

- 9.1. El M.T.O.P. siempre se reserva el derecho de realizar los ensayos de los materiales que considere necesarios, a modo de verificar el cumplimiento con las características solicitadas en las presentes especificaciones. Los costos relacionados con los ensayos estarán íntegramente a cargo del proveedor.
- 9.2. De no cumplir con las especificaciones, los materiales deberán ser sustituidos.
- 9.3. Todos los elementos utilizados deberán tener características físico-mecánicas iguales a las de los elementos descritos en las especificaciones del fabricante del producto.

10. Trazabilidad

- 9.4. Todos los elementos ofertados deberán contar con marca con la identificación del fabricante así como un código para la trazabilidad del producto. En el caso de que los procesos de conformación y/o galvanización sean subcontratados, en los elementos debe figurar también la identificación de las empresas que realicen estos procesos.
- 9.5. El marcado debe ser legible a simple vista e indeleble. Cada fabricante debe marcar sus productos siempre en un mismo lugar determinado, evitando que las marcas puedan quedar ocultas una vez la barrera haya sido montada.
- 9.6. No es necesario marcar los elementos accesorios no fabricados específicamente para las barreras de seguridad metálicas.
- 9.7. La tornillería debe marcarse conforme a sus normas particulares.

11. Información a entregar por el oferente de sistemas de contención antes de su instalación

Para el tipo de sistema de contención elegido se debe presentar un informe detallado probatorio de la certificación del sistema ofertado, conteniendo,

- Presentación de Sistema de Contención
- Antecedentes del fabricante.
- Planos legibles del sistema y sus componentes (ejemplo, escala 1:50)
 - Detalles del sistema.
 - Tolerancias.
 - Especificación de cada componente.
 - Condiciones de durabilidad.
- Manual de Instalación en español
 - Listado de puentes y piezas.
 - Planos de montaje.
 - Tolerancias
 - Requerimientos del terreno para su instalación
 - Requerimientos para la reparación, inspección y mantenimiento.

- Método de Trazabilidad del sistema
- Descripción del sistema de anclaje y/o terminal/es del ensayo.
- Durabilidad del sistema
- Informe completo de ensayo vehículo pequeño.
- Informe completo de ensayo vehículo de mayor dimensión.
- Videos de los ensayos.
- Informe de Verificación de Componentes, indicando las propiedades mecánicas y composición química del material base, propiedades características del recubrimiento y durabilidad del sistema.
- Para sistema de contención con certificación europea;
 - Declaración CE de Conformidad
 - Certificado de Constancia de Prestaciones, donde un Organismo Notificado, avala el cumplimiento de la normativa por la barrera en cuestión. Certificado CE.
- Para sistema de contención con certificación estadounidense;
 - Carta de elegibilidad de la Federal Highway Administration (FHWA)
 - Estándar de calidad de fabricación ISO (opcional)
- Para sistemas de acuerdo a la Serie 400 – 420 (DNV, 2021)
 - Declaración de cumplimiento en un todo con la Serie 400 – 420 (DNV, 2021).
- Para sistemas de acuerdo a la Serie 400 – 421 (DNV, 2021)
 - Declaración de cumplimiento en un todo con la Serie 400 – 421 (DNV, 2021).

Para el caso de barreras de contención, se podrá requerir además;

- Un certificado de calidad expedido por el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (L.A.T.U.), sito en Avda. Italia 6201, con los resultados de la totalidad de los ensayos indicados a continuación:
 1. Verificación de propiedades mecánicas de acuerdo a la norma ASTM A653:2015.
 2. Composición química según ASTM A653:2015.
 3. Ensayo en Cámara de Niebla Salina (Solución al 5% en Cloruro de Sodio): una de las muestras de baranda se expondrá en la Cámara de Niebla Salina durante 100 horas, después de la cual no se deberá observar oxidación excepto en el borde transversal a la baranda o en las perforaciones.
 4. Contenido de Zinc de acuerdo a la Norma ASTM A 90/ A 90M-07

Se deben ensayar ítem por ítem todos los elementos que componen el sistema de defensas metálicas (correctamente identificables cada uno de ellos).

- Recibo de entrega de muestras por parte de la Administración avalando la presentación de;
 - Muestra del material cotizado, consistente en dos ejemplares de cada uno de los elementos que integran la defensa metálica. Sección mínima de 0,40 m de baranda con perforaciones y sin perforaciones, Sección mínima de 0,40 m de postes, separador, tornillos, tuercas, arandelas y demás elementos constituyentes de la defensa metálica. Dichas muestras serán entregadas en los Almacenes de la Dirección Nacional de Vialidad, Avda. Garzón 2082.

Se deja constancia que son requisitos imprescindibles para la presentación de la oferta el haber realizado los ensayos de referencia y contar con los certificados de calidad y demás documentación, así como también con las muestras y contramuestras indicadas en esta cláusula. La Dirección Nacional de Vialidad verificará que la propuesta técnica se ajuste a las condiciones requeridas en la red vial del Uruguay.

12. Otros

- 12.1. Luego de la instalación del sistema de contención el Oferente deberá presentar a la DNV una declaración que certifique que se ha instalado el sistema de acuerdo con las instrucciones del fabricante. El mismo será exigible a la recepción provisoria de la obra. En el Anexo A se presenta una plantilla a esos efectos.

13. Bibliografía

- American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO, (2016). Manual for Assessing Safety Hardware, MASH. Washington DC. Estados Unidos.
- American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO, (2011). Roadside Design Guide. Estados Unidos.
- Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR, (2011). Norma UNE-EN 1317-1, Sistemas de contención para carreteras, Parte 1: Terminología y criterios generales para los métodos de ensayo.
- Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR, (2011). Norma UNE-EN 1317-2, Sistemas de contención para carreteras, Parte 2: Clases de comportamiento, criterios de aceptación para el ensayo de impacto y métodos de ensayo para barreras de seguridad incluyendo pretilas.
- Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR, (2011) Norma UNE-EN 1317-3, Sistemas de contención para carreteras, Parte 3: Clases de comportamiento, criterios de aceptación para el ensayo de impacto y métodos de ensayo para atenuadores de impacto.
- Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR, (2002) Norma UNE-ENV 1317-4, Sistemas de contención para carreteras, Parte 4: Clases de comportamiento, criterios de aceptación para el ensayo de choque y métodos de ensayo para terminales y transiciones de barrera de seguridad.
- Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR, (2012) Norma UNE 135124, Barreras metálicas de seguridad para contención de vehículos. Condiciones de manipulación y almacenamiento. Procedimientos de montaje y metodología de control.
- Asociación Española de Normalización y Certificación, AENOR, (2010) Norma UNE-EN ISO 1461:2010, Recubrimientos de galvanización en caliente sobre piezas de hierro y acero. Especificaciones y métodos de ensayo.
- Dirección Nacional de Vialidad, (2004). Lámina tipo 267. Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Uruguay.
- Ministerio de Fomento, (2014). Orden Circular 35/2014 Sobre Criterios de Aplicación de Sistemas de Contención de Vehículos. Gobierno de España.
- National Cooperative Highway Research Program, NCHRP, (2018). Guidelines for shielding Bridge Piers, Research Report 892. Washington DC. Estados Unidos.
- Valverde Gonzáles, Germán, (2011). Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras. Universidad de Costa Rica.
- National Academies of Sciences, Engineering, and Medicine 2018. Guidelines for Shielding Bridge Piers. Washington, DC: The National Academies Press.

ANEXO A – Declaración de cumplimiento

Declaración de cumplimiento

Fecha:

Ruta:

Tramo

Nombre y código de identificación del producto:

Fabricante:

Adjuntar el detalle tramo a tramo de secciones instaladas.

Por la presente se declara que el sistema de contención indicado precedentemente se ha implementado enteramente de acuerdo a la especificación del fabricante o a la lámina tipo correspondiente.

Firma del responsable de
empresa instaladora

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial
Dirección Nacional de Vialidad



Ministerio
**de Transporte
y Obras Públicas**

SERIE 400 – Norma Técnica sobre Elementos de Contención

420 - Defensa metálica doble onda (anteriormente LT 267)

Versión 0

Resumen

Este documento presenta la especificación de un tipo de defensa metálica doble onda, autorizada para ser empleada como defensa metálica de tipo normal según lo indicado en la Serie 400-403 (DNV, 2021), Art. 5.2

Este documento forma parte de la Serie 400, Norma Técnica sobre Elementos de Contención que compone las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial de la Dirección Nacional de Vialidad y rigen todos los requerimientos establecidos en ella.

Retroalimentación y consultas

Se invita a los usuarios de este documento a plantear consultas y/o emitir comentarios sobre su contenido y uso al email dnv.seguridadvial@mtop.gub.uy.

Este es un documento controlado.

Este documento es publicado por la Dirección Nacional de Vialidad- Ministerio de Transporte y Obras Públicas de la República Oriental del Uruguay, e integra las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial- DNV, MTOP.

Este documento sustituye a:

- Lámina Tipo DNV N° 267, DNV, MTOP; 2004

Consideraciones Contractuales y legales:

Este documento forma parte de las especificaciones aplicables en vías abiertas a la circulación. No pretende incluir la totalidad de los requisitos para la ejecución una obra en particular o material a emplear, por lo que es responsabilidad de los usuarios del mismo aplicar todas las especificaciones requeridas en su contrato y por el fabricante del producto. Además, esta normativa aplica a proyectos nuevos o de rehabilitación mayor en Rutas Nacionales.

Sugerencia para la referencia de este documento:

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial, DNV, MTOP. Serie 400 – 420 Defensa Metálica doble onda (anteriormente LT 267), versión 0, Septiembre 2021.

Advertencia: El uso de lenguaje que no discrimine es unas de las preocupaciones de nuestro equipo. Se ha realizado el máximo esfuerzo en no incurrir en sesgos de género en la redacción.

Autoridades

Las autoridades que se mencionan ejercen funciones en la fecha en que se realiza la Versión 0 de este documento.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Sr. José Luis Falero
Per. Agr. Hernán Ciganda

Ministro
Director Nacional de Vialidad

Elaboración de la Serie 400

Equipo técnico

Ing. Adriana Varela
Ing. MSc. Teresa Aisemberg
Esp. X. Graciela Rosas
Ing. Cecilia Volpe
Ayte. Ing. Katherin Silva

Jefa División Seguridad en el Tránsito
Jefa Departamento Señalización
División Seguridad en el Tránsito
División Seguridad en el Tránsito
División Seguridad en el Tránsito

Versión N°: 0**Listado general de revisiones**

N° revisión	Fecha	Sección	N° página/s	Detalle de la revisión

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial
Dirección Nacional de Vialidad



Ministerio
**de Transporte
y Obras Públicas**

SERIE 400 – Norma Técnica sobre Elementos de Contención

421 - Defensa metálica doble onda de transición entre barreras de diferente rigidez (anteriormente LT 269)

Versión 0

Resumen

Esta especificación comprende los requisitos para un tipo de transición entre barreras rígidas y metálicas doble onda.

Este documento forma parte de la Serie 400, Norma Técnica sobre Elementos de Contención que compone las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial de la Dirección Nacional de Vialidad y rigen todos los requerimientos establecidos en ella.

Retroalimentación y consultas

Se invita a los usuarios de este documento a plantear consultas y/o emitir comentarios sobre su contenido y uso al email dnv.seguridadvial@mtop.gub.uy.

Este es un documento controlado.

Este documento es publicado por la Dirección Nacional de Vialidad- Ministerio de Transporte y Obras Públicas de la República Oriental del Uruguay y es parte de las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial- DNV, MTOP.

Este documento sustituye a:

- Lámina Tipo DNV N° 269, DNV, MTOP, 2004

Consideraciones Contractuales y legales:

Este documento forma parte de las especificaciones aplicables en vías abiertas a la circulación. No pretende incluir la totalidad de los requisitos para la ejecución una obra en particular o material a emplear, por lo que es responsabilidad de los usuarios del mismo aplicar todas las especificaciones requeridas en su contrato y por el fabricante del producto. Además, esta normativa aplica a proyectos nuevos o de rehabilitación mayor en Rutas Nacionales.

Sugerencia para la referencia de este documento:

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial, DNV, MTOP. Serie 400- 421- Defensa metálica doble onda de transición entre barreras de diferente rigidez (anteriormente LT 269), versión 0, Septiembre 2021.

Advertencia: El uso de lenguaje que no discrimine es unas de las preocupaciones de nuestro equipo. Se ha realizado el máximo esfuerzo en no incurrir en sesgos de género en la redacción.

Autoridades

Las autoridades que se mencionan ejercen funciones en la fecha en que se realiza la Versión 0 de este documento.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Sr. José Luis Falero
Per. Agr. Hernán Ciganda

Ministro
Director Nacional de Vialidad

Elaboración de la Serie 400

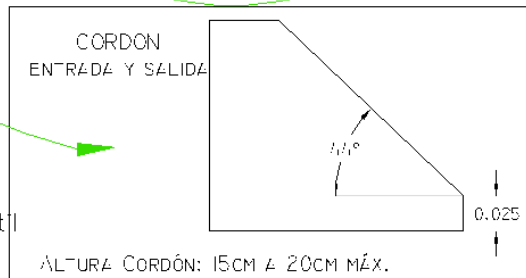
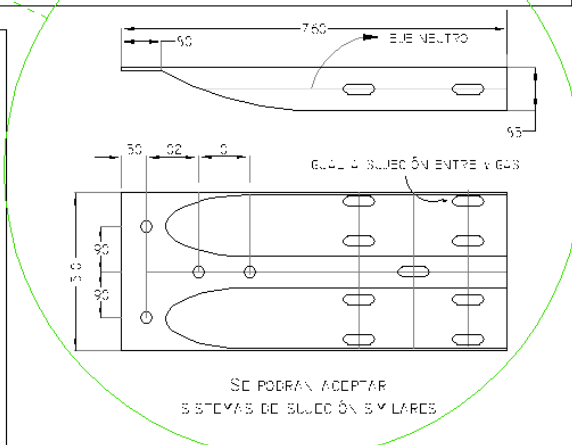
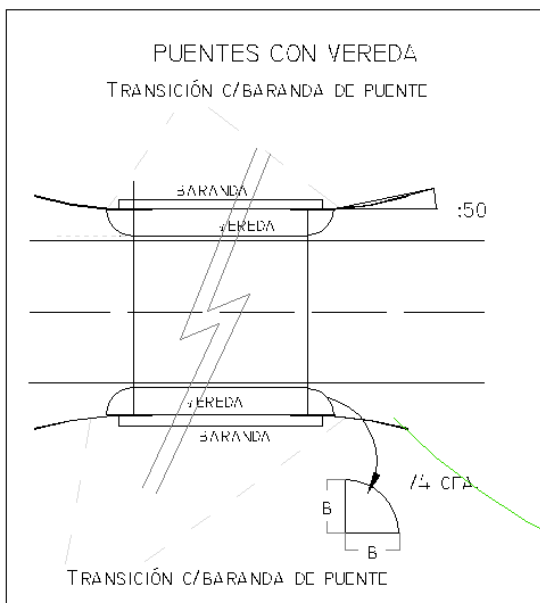
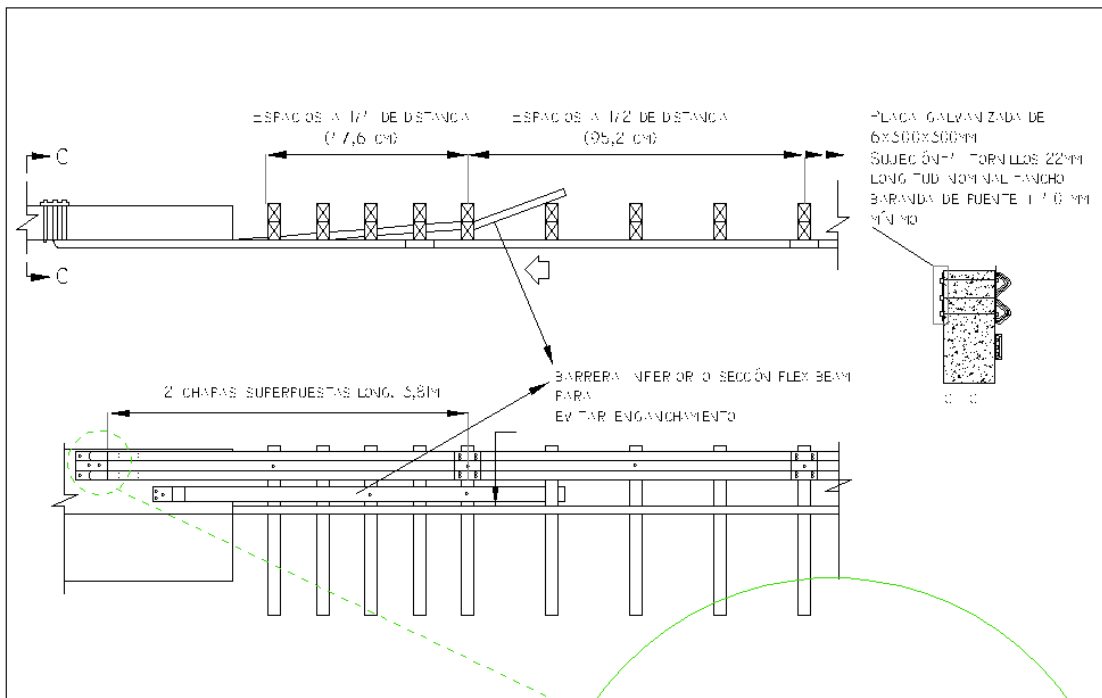
Equipo técnico

Ing. Adriana Varela
Ing. MSc. Teresa Aisemberg
Esp. X. Graciela Rosas
Ing. Cecilia Volpe
Ayte. Ing. Katherin Silva

Jefa División Seguridad en el Tránsito
Jefa Departamento Señalización
División Seguridad en el Tránsito
División Seguridad en el Tránsito
División Seguridad en el Tránsito

Versión N°: 0**Listado general de revisiones**

N° revisión	Fecha	Sección	N° página/s	Detalle de la revisión



Se entiende por similares, aquellos elementos que ofrecen una resistencia mecánica y vida útil no inferior. La utilización de métodos de sujeción alternativos deberá ser previamente avalada por la D.N.V..

Serie 421		
	Fecha	Nombre
Director		Per. Agr. Hernán Ciganda
Supervisión	6/2021	Ing. Adriana Varela
		Ing. M.Sc. Teresa Aisemberg
Proyecto	5/2004	Esp. X Graciela Rosas



Ministerio de Transporte y Obras Públicas
 División Seguridad en el Tránsito

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial
Dirección Nacional de Vialidad



Ministerio
**de Transporte
y Obras Públicas**

SERIE 400 – Norma Técnica sobre Elementos de Contención

422 - Defensa metálica con platina. Reacondicionamiento de estructuras existentes.

Versión 0

Resumen

Esta especificación comprende requisitos para la implementación de defensas metálicas a efectos de rehabilitar estructuras existentes.

Este documento forma parte de la Serie 400, Norma Técnica sobre Elementos de Contención que compone las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial de la Dirección Nacional de Vialidad y rigen todos los requerimientos establecidos en ella.

Retroalimentación y consultas

Se invita a los usuarios de este documento a plantear consultas y/o emitir comentarios sobre su contenido y uso al email dnv.seguridadvial@mtop.gub.uy.

Este es un documento controlado.

Este documento es publicado por la Dirección Nacional de Vialidad- Ministerio de Transporte y Obras Públicas de la República Oriental del Uruguay, y es parte de las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial- DNV, MTOP.

Consideraciones Contractuales y legales:

Este documento forma parte de las especificaciones aplicables en vías abiertas a la circulación. No pretende incluir la totalidad de los requisitos para la ejecución una obra en particular o material a emplear, por lo que es responsabilidad de los usuarios del mismo aplicar todas las especificaciones requeridas en su contrato y por el fabricante del producto. Además, esta normativa aplica a proyectos nuevos o de rehabilitación mayor en Rutas Nacionales.

Sugerencia para la referencia de este documento:

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial, DNV, MTOP. Serie 400 – 422 Defensa metálica con platina. Reacondicionamiento de estructuras existentes, versión 0, Septiembre 2021.

Advertencia: El uso de lenguaje que no discrimine es unas de las preocupaciones de nuestro equipo. Se ha realizado el máximo esfuerzo en no incurrir en sesgos de género en la redacción.

Autoridades

Las autoridades que se mencionan ejercen funciones en la fecha en que se realiza la Versión 0 de este documento.

Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Sr. José Luis Falero
Per. Agr. Hernán Ciganda

Ministro
Director Nacional de Vialidad

Elaboración de la Serie 400

Equipo técnico

Ing. Adriana Varela
Ing. MSc. Teresa Aisemberg
Esp. X. Graciela Rosas
Ing. Cecilia Volpe
Ayte. Ing. Katherin Silva

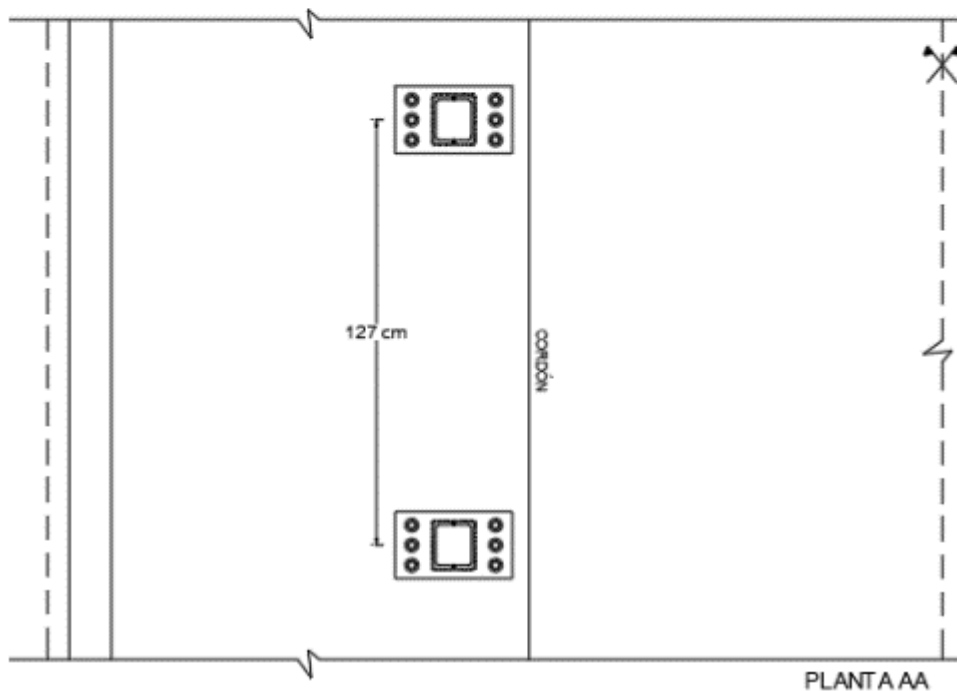
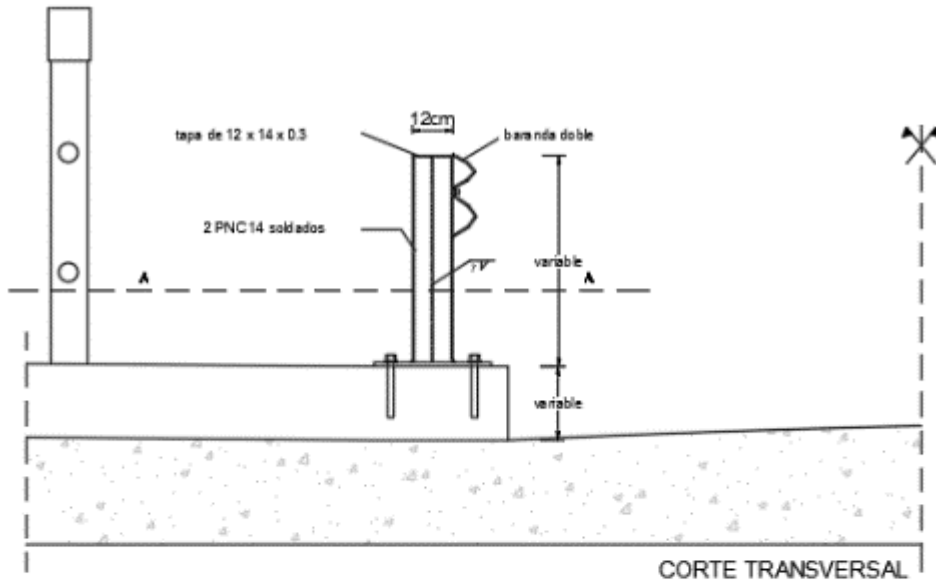
Jefa División Seguridad en el Tránsito
Jefa Departamento Señalización
División Seguridad en el Tránsito
División Seguridad en el Tránsito
División Seguridad en el Tránsito

Versión N°: 0**Listado general de revisiones**

N° revisión	Fecha	Sección	N° página/s	Detalle de la revisión

REACONDICIONAMIENTO DE ESTRUCTURAS EXISTENTES

(Puentes con barandas no calculadas para impacto vehicular)

**Notas:**

Barrera de acuerdo a la Serie 400 - 420 (DNV, 2021).

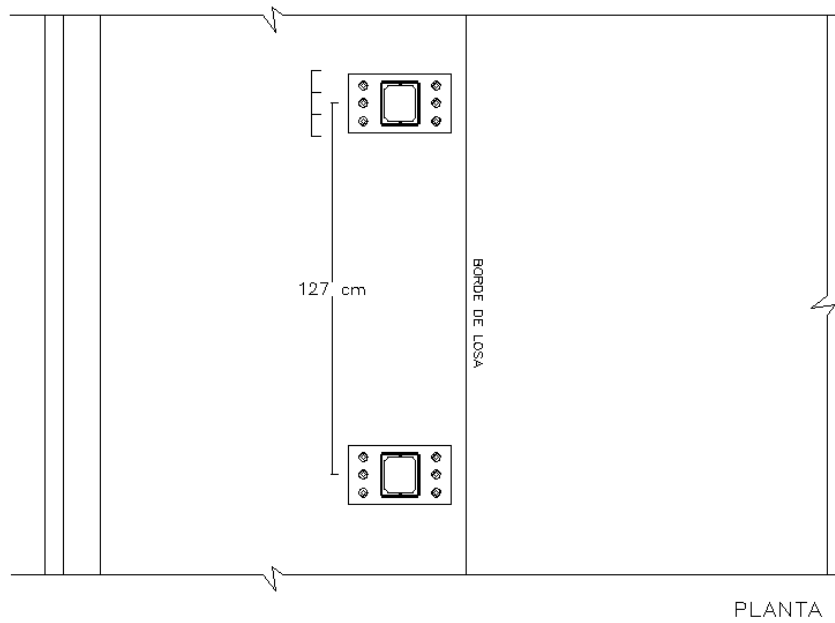
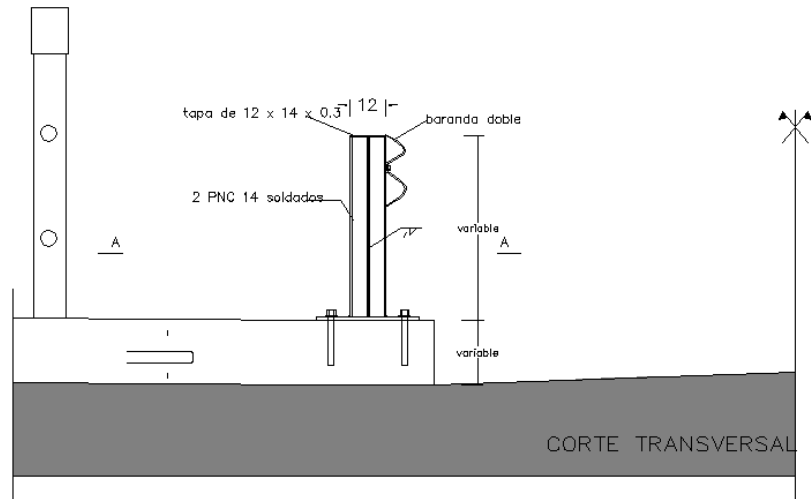
Materiales:

- Acero para planchuelas y perfiles:
Serán de tipo ASTM A36 o similar con límite de fluencia 2400 Kg/cm².
- Soldadura:
Será continua de lado mínimo 7mm y se regirá por las Normas AWS.

La Contratista proyectará el amure al cordón para soportar un esfuerzo de 5ton aplicado en el eje de la baranda doble onda.

La instalación se hará con doble baranda (dos barandas anidadas).

REHABILITACIÓN DE ESTRUCTURAS EXISTENTES



NOTAS:

Flexbeam de acuerdo a la sere 421

Serie 422		
	Fecha	Nombre
Director		Per. Agr. Hernán Ciganda
Supervisión	6/2021	Ing. Adriana Varela
		Ing. M.Sc. Teresa Aisemberg
Proyecto	5/2004	Esp. X Graciela Rosas



Ministerio de Transporte y Obras Públicas
División Seguridad en el Tránsito