



MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS

Montevideo, 17 FEB. 2023

VISTO: estos antecedentes relacionados con la necesidad de actualizar la normativa referente a los aspectos técnicos de la seguridad en el tránsito;-----

RESULTANDO: I) que la División Seguridad en el Tránsito de Dirección Nacional de Vialidad del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, informa que los aspectos inherentes a la seguridad vial han tenido un importante desarrollo en los últimos años, tanto en el plano conceptual, como en cuanto a los avances tecnológicos, constituyendo dichos hechos, la razón por la cual se estima necesaria una revisión de la normativa referente a los aspectos técnicos de la seguridad en el tránsito;-----

II) que a los efectos de contemplar los avances señalados, la citada División, procedió a la elaboración de un primer bloque de documentos contemplando los siguientes temas: elementos de circulación vial, criterios para ejecución de demarcaciones, tachas reflectivas y caracteres de letras para señales verticales;-----

III) que el contenido de la actualización de las normas técnicas referidas a cada tema, se encuentra totalmente alineado con el Manual Interamericano de Dispositivos para el Control del Tránsito en Calles y Carreteras de la OEA, aprobado mediante el Decreto-Ley N° 15.223, de 10 de diciembre de 1981;-----

CONSIDERANDO: I) que el Departamento Asesoría Letrada del Área Servicios del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, informa que no existen

observaciones desde el punto de vista jurídico al respecto de la aprobación del documento: “Norma técnica sobre equipamiento de Seguridad Vial”;-----

II) que dado lo reseñado corresponde proceder a dictar resolución aprobando el precitado documento;-----

ATENCIÓN: a lo dispuesto en el artículo 7° del Decreto N° 574/974, de 12 de julio de 1974 y a lo expuesto;-----

EL MINISTRO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS

RESUELVE:

1°.- Apruébase el documento: “Norma técnica sobre equipamiento de Seguridad Vial” el cual se considera parte integrante del presente acto administrativo.-----

2°.- Comuníquese, publíquese en la página web institucional y vuelva a la Dirección Nacional de Vialidad del Ministerio de Transporte y Obras Públicas a sus efectos.-


José Luis Falero
Ministro de Transporte y Obras Públicas

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial
Dirección Nacional de Vialidad



Ministerio
**de Transporte
y Obras Públicas**

SERIE 000 - Documentos componentes de las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial

Versión 0

Resumen

Esta serie comprende la tabla de contenidos de 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.

Consideraciones Contractuales y legales

Este documento forma parte de las especificaciones aplicables a vías abiertas a la circulación de cualquier tipo. No pretende incluir la totalidad de los requisitos para la ejecución una obra en particular, por lo que es responsabilidad de los usuarios aplicar todas las especificaciones requeridas en su contrato.

Sugerencia para la referencia de este documento:

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial, DNV, MTOP. Serie 000- Documentos Componentes de las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial, versión 0, Enero 2023.

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 Norma

Equipo técnico

Dirección Nacional de Vialidad, MTOP
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.Tabla de Contenidos	1

Listado de Tablas

Tabla 1: Contenidos	1
---------------------------	---

1. Introducción

- 1.1. Esta Sección presenta la tabla de contenidos de las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial, en su última versión vigente.
- 1.2. La referencia a “Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial” de la Dirección Nacional de Vialidad, MTOP, en un pliego o especificación, implica el cumplimiento de la totalidad de las series incluidas en la tabla que sigue.

2. Tabla de Contenidos

Tabla 2.1: Contenidos

Nº	Denominación de la Serie	Documento	Última Versión y/o año	Última Revisión
000	Documentos componentes de la Normativa para la Seguridad Vial	Documentos componentes de las Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial	0, 2023	01- 2023
100	Norma Uruguaya de Señalización Vertical	Láminas Tipo DNV		
		Norma Uruguaya de Señalización Vertical	1999	Sin revisión
		*110 - Caracteres para uso en Leyendas de Señales de Tránsito	0, 2021	09- 2021
200	Norma Uruguaya de Señalización Horizontal	Norma Uruguaya de Señalización Horizontal	1999 y adjunto 12-2001	Sin revisión
		Patrón de comparación del deterioro de la pintura de pavimentos	0, 2001	Sin revisión
		*210 - Requerimientos para la Demarcación de Pavimentos	0, 2021	09- 2021

300	Norma de Señalización de Obras	301 - Conceptos básicos para la Señalización de Obras	0,2022	12-2022
		302 - Dispositivos para la Señalización de Obras	0,2022	12-2022
		303 - Esquemas Tipo	0,2022	12-2022
400	Norma Uruguaya para Elementos de Contención	401 - Zona libre de Obstáculos y criterios de necesidad	0, 2021	09- 2021
		402 - Criterios para diseñar e implementar un sistema de contención vehicular	0, 2021	09- 2021
		403 - Especificaciones técnicas para Sistemas de Contención	0, 2021	09- 2021
		420 – Defensa metálica doble onda (anteriormente LT 267)	0, 2021	09- 2021
		421 - Defensa metálica doble onda de transición entre barreras de diferente rigidez (anteriormente LT 269)	0, 2021	09- 2021
		422 - Defensa metálica con platina. Reacondicionamiento de estructuras existentes	0, 2021	09- 2021
500	Especificaciones de materiales de Equipamiento para la Seguridad Vial	Especificaciones del Equipamiento para la Seguridad Vial	2004	Sin revisión
		Requerimientos para el Suministro e Instalación de Tachas Retroreflectivas	0, 2021	09- 2021
600	Inspecciones de Seguridad Vial	*601 - Auditorías de Seguridad Vial	En elaboración	

		*602 – Inspecciones de Señalización de Obras	En elaboración	
--	--	--	----------------	--

* El contenido de este documento prevalece sobre el de los documentos indicados como “sin revisión” en cualquier punto de discrepancia entre las mismas.

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial
Dirección Nacional de Vialidad



Ministerio
**de Transporte
y Obras Públicas**

SERIE 100 - Norma Técnica sobre
Señalización Vertical
110 - Caracteres para uso en leyendas de
señales de tránsito

Versión 0

Resumen

En este documento se presentan los criterios básicos que definen la tipografía y espaciamientos para caracteres en la confección de leyendas de señales de tránsito.

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 el diseño de caracteres incluido en la Norma Técnica de Señalización Vertical, DNV, MTOP, Ed. 1999

Consideraciones Contractuales y legales

Este documento forma parte de las especificaciones aplicables a vías abiertas a la circulación de cualquier tipo. No pretende incluir la totalidad de los requisitos para la ejecución una obra en particular, por lo que es responsabilidad de los usuarios aplicar todas las especificaciones requeridas en su contrato.

Sugerencia para la referencia de este documento:

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial, DNV, MTOP. Serie 100- 110- Caracteres para uso en Leyendas de Señales de Tránsito, 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

Equipo técnico

Dirección Nacional de Vialidad, MTOP

Ing. Adriana Varela
Ing. MSc. Teresa Aisemberg
Ing. Luciana Montero

Gerente División Seguridad en el Tránsito
Jefa Depto. Señalización
División Seguridad en el Tránsito

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

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

Índice

1. Introducción	1
2. Especificaciones	1
Tipografía según situación	1
Altura de Caracteres	1
Bloques de Caracteres	1
Palabras	2
3. Archivos	4
4. Simulador	4
5. Anexo 1	5
6. Bibliografía	28

Listado de Tablas

Tabla 2.1: Abreviaturas más usuales en señales verticales	3
Tabla 5.1: Ancho de letras y espaciados para una altura de 10cm en Serie B.	5
Tabla 5.2: Ancho de letras y espaciados para una altura de 10cm en Serie C.	10
Tabla 5.3: Ancho de letras y espaciados para una altura de 10cm en Serie D.	15
Tabla 5.4: Ancho de letras y espaciados para una altura de 10cm en Serie E.	21

Listado de Figuras

Figura 2.1: Bloque de letra L para un alto de 10 cm.	2
Figura 2.2: Palabra formada por mosaicos imaginarios	2

1. Introducción

- 1.1. Toda señal de tránsito debe de ser legible a una distancia tal que proporcione al conductor el tiempo suficiente para leerla, entenderla, seleccionar la acción o maniobra apropiada y realizar esta en forma segura y eficiente.
- 1.2. En el presente documento se define la tipografía y espaciamientos para la confección de leyendas de señales de tránsito. Distintas pruebas han demostrado que para cualquier leyenda dada, se puede obtener una mejor legibilidad mediante el uso de un espaciado relativamente amplio entre letras que usando letras más anchas y más altas.
- 1.3. El diseño de cada serie será utilizado según el tránsito o lugar de instalación. Las dimensiones especificadas pueden ser aumentadas, manteniendo sus proporciones, cuando las condiciones del tránsito y del entorno lo justifiquen.

2. Especificaciones

Tipografía según situación

- 2.1. Las tipografías a utilizar son las series B, C, D y E, y se detalla a continuación el uso indicado:
 - Serie B: Señales de estacionamiento o donde se requiere un texto estrecho para ajustarse al panel.
 - Serie C: Señales informativas que identifican el nombre de calles (nomenclatores) o donde se requiere un texto estrecho para ajustarse al panel.
 - Serie D: Señales informativas, reglamentarias o preventivas para carreteras convencionales.
 - Serie E: Señales informativas, reglamentarias o preventivas para rutas de alta velocidad.
- 2.2. En rutas nacionales, se utilizarán por defecto las siguientes series según la velocidad que se especifica:
Serie D en rutas convencionales con velocidad máxima reglamentada u operativa \leq a 90km/h
Serie E en rutas convencionales con velocidad máxima reglamentada u operativa $>$ a 90km/h
- 2.3. **Las tipografías detalladas se emplearán tanto para señales fijas o móviles, transitorias o permanentes.**
- 2.4. Los diseños de las series se encuentran en Anexo 1.

Altura de Caracteres

- 2.5. Para rutas convencionales rurales, los caracteres en mayúscula de leyendas deben tener al menos 20 cm de altura, indicándose que en una misma señal no se variará la serie ni el tamaño de carácter.
- 2.6. La altura de las letras minúsculas será 3/4 de la altura de la letra mayúscula inicial.

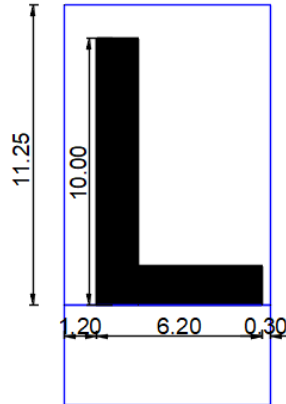
Bloques de Caracteres

- 2.7. Para generar un espaciado correcto entre caracteres al formar una palabra se diseñan bloques para cada carácter, y se realizan en mosaicos imaginarios de 11.25 cm de alto x el ancho que corresponda a cada carácter (Tabla 5.1, Tabla 5.2, Tabla 5.3, Tabla 5.4).
- 2.8. Para cada carácter hay básicamente tres clases de relaciones con respecto al espaciado. Estas clases están determinadas por la forma geométrica simple que mejor describe su forma. Por ejemplo; Primero,

las letras B, D, E, F, H, I, K, L, M, N, P, R y en gran medida la U, comparten todas una característica común, que es su conformación definida por uno o más tallos verticales rectos y su forma rectangular. Segundo; las letras C, G, O y Q son redondas, y en tercer lugar, las letras A, V, T, W, Y de naturaleza triangular.

- 2.9. En la Figura 2.1: Bloque de letra L para un alto de 10 cm. se representan las dimensiones para el bloque L con una altura de carácter de 10 cm.

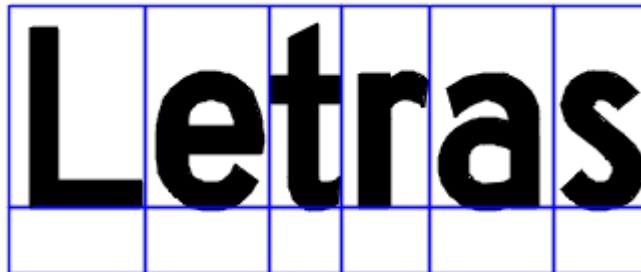
Figura 2.1: Bloque de letra L para un alto de 10 cm.



Palabras

- 2.10. Las palabras se forman uniendo los bloques de letras.

Figura 2.2: Palabra formada por mosaicos imaginarios



Espaciado

- 2.11. El espaciado entre palabras, palabras y flechas, una letra y una flecha, o una palabra y un número debe de ser aproximadamente de 1 a 1y1/2 veces la superior altura de la letra utilizada en esa línea. El espaciado entre líneas debe ser de aproximadamente 3/4 de la altura de la letra Mayúscula.

Abreviaturas

- 2.12. En algunos casos, puede ser conveniente abreviar los nombres de lugares o eventos. En caso que se exprese una palabra como una sola letra o se hayan omitido letras, va seguida de un punto, esto es para asegurar que esté vinculada a la siguiente parte del nombre. A continuación se detallan las abreviaturas más comunes, a emplear en caso de resultar necesario:

Tabla 2.1: Abreviaturas más usuales en señales verticales

Arroyo	A°
Aeropuerto	Aerop.
Balneario	B°
Cañada	Cda.
Cerro	C°
Chico	Ch.
Ciudad	C.
Departamento	Dpto.
Embalse	Emb.
Empalme	Emp.
Estación	Est.
Grande	Gde.
Internacional	Intl.
Lago	L°
Laguna	L ^a
Longitud	Long.
Nacional	Nal.
Parque	Pque.
Paso	P°
Pueblo	Pblo.
Puente	Pte.
Puerto	Pto.
Represa	Repr.

Fuente: Dirección Nacional de Vialidad, Ministerio de Transporte y Obras Públicas, (1999). Norma de Señalización Vertical, Anexo 3

3. Archivos

3.1. Para realizar las leyendas de las señales se deben utilizar los siguientes archivos según la serie que corresponda:

- Serie B.dwg
- Serie C.dwg
- Serie D.dwg
- Serie E.dwg

3.2. Los bloques se realizaron para una altura de letra de 10 cm, en caso de requerirse una altura de letra diferente, se debe realizar la correspondiente homotecia. Por ejemplo para obtener un alto de letra de 20 cm se escala al doble.

4. Simulador

4.1. A los efectos de contar con una primera aproximación al espacio total requerido por un conjunto de caracteres, se adjunta el link para el simulador online de la Federal Highway Administration de USA.

https://mutcd.fhwa.dot.gov/knowledge/hwy_sign_calculator/index.cfm

Los parámetros a ingresar son:

- Word: Palabra que se quiere cuantificar.
- Letter Series: La serie que corresponda.
- Upper-Case Letter Height: Alto de la letra mayúscula en **pulgadas**.
- Spacing Ratio: La relación de espacio, mantener al 100%

5. Anexo 1

Tabla 5.1: Ancho de letras y espaciados para una altura de 10cm en Serie B.

Carácter	Izquierda (cm)	Ancho (cm)	Derecha (cm)
A	0,3	5,40	0,3
B	1,1	4,30	0,5
C	0,8	4,30	0,8
D	1,1	4,30	0,8
E	1,1	3,80	0,5
F	1,1	3,80	0,3
G	0,8	4,30	0,8
H	1,1	4,30	1,1
I	1,1	1,30	1,1
J	0,3	4,40	1,1
K	1,1	4,40	0,5
L	1,1	3,80	0,3
M	1,1	4,90	1,1
N	1,1	4,30	1,1
O	0,8	4,60	0,8
P	1,1	4,30	0,3
Q	0,8	4,60	0,8
R	1,1	4,30	0,5
S	0,5	4,30	0,5
T	0,3	3,80	0,3
U	1,1	4,30	1,1
V	0,3	4,70	0,3
W	0,3	6,40	0,3
X	0,5	4,70	0,5
Y	0,3	5,40	0,3
Z	0,5	4,30	0,5
a	0,3	3,70	0,7
b	0,8	3,70	0,5
c	0,5	3,70	0,2
d	0,5	3,70	0,8
e	0,5	3,70	0,3
F	0,3	2,30	0,2
G	0,5	3,60	0,6
H	0,8	3,60	0,7
I	0,8	1,30	0,8
J	0	2,30	0,8
K	0,8	4,00	0,2
L	0,8	1,30	0,8
M	0,8	5,90	0,7
N	0,8	3,60	0,7
O	0,5	3,70	0,5
P	0,8	3,70	0,5
Q	0,5	3,70	0,8
R	0,8	2,60	0,2
S	0,3	3,20	0,2
T	0	3,00	0
U	0,7	3,60	0,8
V	0,2	4,30	0,2
W	0,2	5,60	0,2
X	0	4,60	0
Y	0,2	4,60	0,2
Z	0,3	3,60	0,3
1	0,5	2,10	1,1
2	0,5	4,30	0,5
3	0,3	4,30	0,5
4	0,5	4,90	0,8
5	0,8	4,30	0,5
6	0,3	4,30	0,8
7	0,5	4,30	0,8
8	0,5	4,30	0,5
9	0,8	4,30	0,5
0	0,8	4,60	0,8

SERIE B

A B C D

E F G H I

J K L M

SERIE B

N O P Q

R S T U V

W X Y Z

SERIE B

abcde

fghijk

lmnop

SERIE B

q r s t u v w

x y z 1 2 3 4

5 6 7 8 9 0

Tabla 5.2: Ancho de letras y espaciados para una altura de 10cm en Serie C.

Carácter	Izquierda (cm)	Ancho (cm)	Derecha (cm)
A	0,3	6,40	0,3
B	1,1	5,60	0,6
C	0,9	5,60	0,9
D	1,1	5,60	0,9
E	1,1	5,10	0,6
F	1,1	5,10	0,3
G	0,9	5,60	0,9
H	1,1	5,60	1,1
I	1,1	1,40	1,1
J	0,3	5,10	1,1
K	1,1	5,60	0,6
L	1,1	5,10	0,3
M	1,1	6,61	1,1
N	1,1	5,60	1,1
O	0,9	5,90	0,9
P	1,1	5,60	0,9
Q	0,9	5,90	0,9
R	1,1	5,60	0,6
S	0,6	5,60	0,6
T	0,3	5,10	0,3
U	1,1	5,60	1,1
V	0,3	6,20	0,3
W	0,3	7,61	0,3
X	0,3	5,90	0,3
Y	0,3	6,40	0,3
Z	0,6	5,60	0,6
a	0,4	4,80	0,8
b	0,9	5,10	0,6
c	0,6	5,00	0,3
d	0,6	5,10	0,9
e	0,6	5,10	0,4

Carácter	Izquierda (cm)	Ancho (cm)	Derecha (cm)
F	0,4	3,10	0,2
G	0,6	5,10	0,9
H	0,9	5,10	0,8
I	0,9	1,40	0,9
J	0	2,90	0,9
K	0,9	5,40	0,2
L	0,9	1,40	0,9
M	0,9	8,41	0,8
N	0,9	5,10	0,8
O	0,6	5,10	0,6
P	0,9	5,10	0,6
Q	0,6	5,10	0,9
R	0,9	3,30	0,2
S	0,4	4,20	0,3
T	0,1	3,60	0,1
U	0,8	5,10	0,9
V	0,2	5,90	0,2
W	0,2	9,41	0,2
X	0	6,50	0
Y	0,2	6,20	0,2
Z	0,3	4,20	0,3
1	0,9	2,10	1,1
2	0,6	5,60	0,6
3	0,6	5,60	0,6
4	0,3	6,20	0,9
5	0,6	5,60	0,6
6	0,9	5,60	0,9
7	0,3	5,60	0,9
8	0,6	5,60	0,6
9	0,6	5,60	0,6
0	0,9	5,90	0,9

SERIE C

A B C D E

F G H I J

K L M N O

SERIE C

P Q R S T

U V W X Y

Z abcde

SERIE C

fghijkl

mno pq

rstuvw

SERIE C

xyz123

45678

90

Tabla 5.3: Ancho de letras y espaciados para una altura de 10cm en Serie D.

Carácter	Izquierda (cm)	Ancho (cm)	Derecha (cm)
A	0.3	8.51	0.3
B	1.2	6.81	0.5
C	1	6.81	1
D	1.2	6.81	1
E	1.2	6.20	0.5
F	1.2	6.20	0.3
G	1	6.81	1
H	1.2	6.81	1.2
I	1.2	1.60	1.2
J	0.3	6.40	1.2
K	1.2	7.01	0.5
L	1.2	6.20	0.3
M	1.2	7.81	1.2
N	1.2	6.81	1.2
O	1	7.11	1
P	1.2	6.81	0.3
Q	1	7.11	1
R	1.2	6.81	0.5
S	0.5	6.81	0.5
T	0.3	6.20	0.3
U	1.2	6.81	1.2
V	0.3	7.61	0.3
W	0.3	8.91	0.3
X	0.5	6.81	0.5
Y	0.3	8.61	0.3
Z	0.5	6.81	0.5
a	0.5	5.70	0.9
b	1	6.00	0.6
c	0.6	5.90	0.3
d	0.6	6.00	1
e	0.6	5.90	0.4

Carácter	Izquierda (cm)	Ancho (cm)	Derecha (cm)
f	0.4	3.60	0.2
g	0.6	6.00	1
h	1	5.90	0.9
i	1	1.60	1
j	0	3.30	1
k	1	6.40	0.2
l	1	1.60	1
m	1	9.91	0.9
n	1	5.90	0.9
o	0.6	6.10	0.6
p	1	6.00	0.6
q	0.6	6.00	1
r	1	3.80	0.2
s	0.4	4.70	0.3
t	0.1	4.00	0.1
u	0.9	5.90	1
v	0.2	7.11	0.2
w	0.2	11.31	0.2
x	0	7.81	0
y	0.2	7.51	0.2
z	0.3	5.00	0.3
1	1	2.50	1.2
2	1	6.81	1
3	1.8	6.81	1
4	0.2	7.51	1.2
5	1	6.81	1
6	1	6.81	1
7	0.7	6.81	0.7
8	1	6.81	1
9	1	6.81	1
0	1	7.11	1

SERIE D

A B C D

E F G H

I J K L

SERIE D

M N O P

Q R S T

U V W X

SERIE D

YZab

cdefg

hijkl

SERIE D

m n o p

q r s t u v

w x y z

SERIE D

1 2 3 4

5 6 7 8

9 0

Tabla 5.4: Ancho de letras y espaciados para una altura de 10cm en Serie E.

Carácter	Izquierda (cm)	Ancho (cm)	Derecha (cm)
A	0.4	10.21	0.4
B	1.3	8.11	0.7
C	1	8.11	1
D	1.3	8.11	1
E	1.3	7.50	0.7
F	1.3	7.50	0.4
G	1	8.11	1
H	1.3	8.11	1.3
I	1.3	1.80	1.3
J	0.4	7.61	1.3
K	1.3	8.31	0.3
L	1.3	7.50	0.4
M	1.3	9.41	1.3
N	1.3	8.11	1.3
O	1	8.41	1
P	1.3	8.11	0.4
Q	1	8.41	1
R	1.3	8.11	0.7
S	0.7	8.11	0.7
T	0.4	7.50	0.4
U	1.3	8.11	1.3
V	0.4	9.21	0.4
W	0.4	10.61	0.4
X	0.7	8.71	0.7
Y	0.4	10.21	0.4
Z	0.7	8.11	0.7
a	0.5	6.10	0.8
b	0.9	6.20	0.6
c	0.6	6.20	0.3
d	0.6	6.20	0.9
e	0.6	6.20	0.4
f	0.4	3.80	0.2
g	0.6	6.20	0.9
h	0.9	6.20	0.8
i	0.9	1.80	0.9
j	0	3.00	0.9
k	0.9	6.00	0.2
l	0.9	1.80	0.9
m	0.9	10.41	0.8
n	0.9	6.20	0.8
o	0.6	6.40	0.6
p	0.9	6.20	0.6
q	0.6	6.20	0.9
r	0.9	4.60	0.2
s	0.4	6.10	0.3
t	0.1	4.60	0.1
u	0.8	6.20	0.9
v	0.2	7.11	0.2
w	0.2	9.61	0.2
x	0	7.31	0
y	0.2	7.71	0.2
z	0.3	6.40	0.3
1	1	3.00	1.3
2	0.7	8.11	0.7
3	0.7	8.11	0.7
4	0.4	9.41	1
5	0.7	8.11	0.7
6	1	8.11	1
7	0.4	8.11	1
8	0.7	8.11	0.7
9	0.7	8.11	0.7
0	1	8.41	1

SERIE E

A B C

D E F

G H I J

SERIE E

K L M

N O P

Q R S

SERIE E

TUVV

WXYZ

Zabc

SERIE E

d e f g h

i j k l m

n o p q

SERIE E

rstuv

wxyz

1234

SERIE E

5 6 7

8 9 0

6. Bibliografía

- Departamento de Transporte, (2018). Traffic Signs Manual, Chapter 7, The Design of Traffic Signs, Reino Unido.
- Dirección Nacional de Vialidad, Ministerio de Transporte y Obras Públicas, (1999). Norma de Señalización Vertical. Uruguay.
- Federal Highway Administration (FHWA), U.S. Department of Transportation, (2009 y Revisiones 1 y 2, 2012). Manual on Uniform Traffic Control Devices, Estados Unidos de América.
- Federal Highway Administration (FHWA), U.S. Department of Transportation, Standard Highway Signs Book, Estados Unidos de América.

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial
Dirección Nacional de Vialidad



Ministerio
**de Transporte
y Obras Públicas**

SERIE 200 - Norma de Señalización Horizontal

210 - Requerimientos para la Ejecución de Demarcaciones de Pavimentos en Rutas Nacionales

Versión 0

Resumen

Este documento presenta los requerimientos que se debe cumplir para la ejecución de demarcaciones en Rutas Nacionales, así como las exigencias de performance de las mismas para recepción provisoria y definitiva de las marcas.

Este documento forma parte indivisible de la Serie 200, Norma Uruguaya de Señalización Horizontal 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 del Equipamiento para Seguridad Vial, DNV-MTOP, 2004. en su Art. 1 de “Especificaciones Técnicas para la Demarcación de Pavimentos con Pintura Reflejante, y Art. 1.1 “Señalización Horizontal”, de “Niveles de Recepción para Obras de Señalización”.
- Norma Uruguaya de Señalización Horizontal- DNV, MTOP; 1999 y Anexo 2001, Artículo 3 - Demarcaciones, en lo que contradiga este documento.
- Especificaciones Técnicas Complementarias y/o modificativas del Pliego de Condiciones para la Construcción de Carreteras de la Dirección Nacional de Vialidad, Agosto 2003, en su Sección nº 16, Estándares para la Recepción Provisoria y Definitiva, 16.3, tabla y observación de Señalización Horizontal.

Consideraciones Contractuales y legales

Este documento forma parte de las especificaciones aplicables a la ejecución de obras viales. No pretende incluir la totalidad de los requisitos para la ejecución una obra en particular, por lo que es responsabilidad de los usuarios del mismo aplicar todas las especificaciones requeridas en su contrato.

Sugerencia para la referencia de este documento:

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial, DNV, MTOP. Serie 200- 210- Requerimientos para la Ejecución de Demarcaciones de Pavimentos en Rutas Nacionales, 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 Norma

Equipo técnico

Ing. Adriana Varela
Ing. MSc. Teresa Aisemberg
Ayte. Ing. Daniel Russi
Ing. Luciana Montero

Gerente de División Seguridad en el Tránsito
Jefa Depto. Señalización
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

Índice

1. Introducción	1
2. Criterios generales para las demarcaciones	1
3. Tolerancias	1
4. Exigencias para Equipos	2
5. Tareas de premarcado y ejecución	2
6. Prueba de Suficiencia.....	3
7. Forma de entrega y período de garantía o mantenimiento de trabajos realizados	4
Estado General de la Marca	4
Deterioro o Desgaste	5
Espesor	5
Visibilidad diurna.....	6
Visibilidad nocturna.....	6
Color.....	6

Listado de Tablas

Tabla 7.1 Valores mínimos de Qd en mcd/lx/m2	6
Tabla 7.2 Valores mínimos de RL en mcd/lx/m2	6
Tabla 7.3: Coordenadas cromáticas de las marcas blancas y amarillas	6

1. Introducción

- 1.1. La señalización horizontal forma parte fundamental de la comunicación necesaria con los usuarios de las rutas. La demarcación de pavimentos actúa como elemento de información continua con los conductores y demás usuarios, proveyendo además de indicaciones críticas para la seguridad vial y la circulación adecuada, como ser habilitaciones o no de adelantamientos, presencia de empalmes y otros.

Es por ello que resulta esencial para el MTOP asegurar condiciones mínimas exigibles para una adecuada ejecución, que transmita al usuario las definiciones tomadas para la señalización, y que estas sean mantenidas eficazmente durante un período de tiempo previamente estipulado.

- 1.2. El cumplimiento de las condiciones mínimas a exigir se construyen necesariamente en base al empleo del equipamiento adecuado, en combinación con el conocimiento técnico y la práctica en obra.

2. Criterios generales para las demarcaciones

- 2.1. El pintado de las marcas de tránsito se efectuará en la superficie de los pavimentos de hormigón o del tipo bituminoso y en los tramos de ruta, consistentes en líneas de eje, borde, isletas, flechas, letras, números, etc.
- 2.2. La superficie sobre la cual se efectuarán las demarcaciones deberá estar completamente limpia y seca a efectos de lograr una buena adherencia de las mismas, siendo de cargo y responsabilidad de la Contratista la limpieza de la zona de pavimento, incluyendo de ser necesario el borrado de restos de pintura antigua que comprometan la calidad final de la nueva ejecución, o afloramientos de demarcaciones anteriores que diverjan del proyecto actual definido para el tramo de ruta.
- 2.3. La demarcación del eje se realizará en dos colores; blanco discontinuo en el centro y amarillo continuo a los lados indicando las zonas de prohibición de adelantamiento, y en caso de doble amarilla, se prescindirá de la línea blanca discontinua central. La marcación de los bordes se realizará en trazo blanco continuo, a excepción de accesos públicos, donde se sustituirá por blanco discontinuo, de acuerdo a lo definido en la Serie 200- Norma Uruguaya de Señalización Horizontal de la DNV.
- 2.4. En situaciones específicas, se podrán emplear otros colores para plasmar en el pavimento pictogramas o señalizaciones; en tal caso los mismos serán los definidos para señales verticales de acuerdo a la Serie 100- Norma Uruguaya de Señalización Vertical de la DNV.
- 2.5. La ejecución de la demarcación de líneas se realizará en todos los casos en el mismo sentido del tránsito no admitiéndose en ningún caso demarcar a contramano.
- 2.6. La intermitencia de la marcación discontinua se realizará en la relación de 3m pintados y 9m sin pintar para tramos rurales, pudiéndose definir distinto paso para tramos urbanos, de acuerdo a lo indicado en cada proyecto específico y a la normativa DNV.
- 2.7. El marcado de flechas e isletas se hará de acuerdo a la Norma de Señalización Horizontal y a las instrucciones y/o esquemas que suministre la Contratante.
- 2.8. El ancho de las líneas será por defecto 0.15m, a excepción de redemarcaciones de eje en tramos donde aún se visualiza la demarcación preexistente. No obstante lo anterior, la DNV podrá definir otros anchos para eje o borde de acuerdo a la geometría u otras circunstancias de la vía.

3. Tolerancias

- 3.1. En lo que respecta al ancho de las marcas (por defecto 0.15m), no se admitirá tolerancia alguna en menos; en más, se aceptará hasta un 3%.
- 3.2. En lo que respecta a las longitudes promedio, ya sean de trazos o espacios, la tolerancia será del 2 % en más o menos de lo indicado.
- 3.3. Además de los parámetros anteriormente fijados se deberá obtener que los trazos pintados sean rectos y tengan bordes nítidos, no siendo aceptable bordes con esfumados. Toda irregularidad se corregirá

dentro de la tolerancia especificada en apartados anteriores. Por otra parte, la franja demarcada no deberá presentar ondulaciones superiores a 0.01m dentro de la longitud de un trazo de 3 m y de 0.03 m en una longitud de 100 mts., que no deberán presentarse por otra parte bruscamente.

- 3.4. El espesor de la película de pintura deberá ser constante en todo el ancho de la marca.
- 3.5. En caso de existir demarcaciones antiguas que hayan perdido validez, las mismas serán eliminadas sin dejar vestigios, no siendo de aceptación cubrirlas con pintura. El borrado de líneas y/o superficies que persistan de las demarcaciones antiguas, se considerará por defecto prorrateado dentro del pago de la demarcación misma.

4. Exigencias para Equipos

- 4.1. Los equipos para la aplicación de pintura en contratos donde esté prevista la demarcación lineal en tramos de más de 1km de longitud, tendrán las siguientes características, las cuales serán verificadas durante la prueba de suficiencia que deberán realizar en forma previa.
- 4.2. Un equipo para aplicación de pintura en frío acrílica deberá contar como mínimo con:
 - capacidad de autopropulsión
 - controlador de trazo-intervalos electrónico
 - 2 tanques presurizados de pintura, uno para color blanco y otro para color amarillo, con capacidad mínima de 225 litros cada uno de ellos.
 - 3 pistolas spray de aire hacia el centro de la calzada, las 2 externas para color amarillo y la interna para color blanco, y una hacia el borde.
 - Un compresor suficiente para poder aplicar pintura de forma simultánea con las 3 pistolas
 - Tanque para las microesferas de vidrio, con regadores de microesferas detrás de cada pistola de pintura
- 4.3. Un equipo para aplicación de pintura en caliente termoplástica deberá contar como mínimo con:
 - Capacidad de autopropulsión
 - Controlador de trazos-intervalos electrónico
 - Tanque presurizado de pintura de capacidad mínima de 300 kilos
 - 2 pistolas spray de aire hacia el centro de la calzada, y una hacia el borde.
 - Un compresor suficiente para poder aplicar pintura amarilla de forma simultánea con ambas pistolas (lado centro de calzada)
 - 2 tanques presurizados para las microesferas de vidrio
 - Regadores de microesferas detrás de cada pistola de pintura
 - Deberá contar con una caldera de fusión de material termoplástico de capacidad mínima de 400 kilos, que puede estar en vehículo aparte.

5. Tareas de premarcado y ejecución

- 5.1. La Contratista procederá al replanteo de las fajas a pintar por intermedio de un técnico especializado y personal competente, conjuntamente, o con indicaciones, de un representante de la DNV.
- 5.2. El replanteo consistirá en marcas de pintura o similar que constituyan una guía de precisión a las máquinas marcadoras.
- 5.3. Las zonas de no adelantamiento se seleccionarán según lo indicado en la Norma Uruguaya de Señalización, y las disposiciones complementarias establecidas por la proyectista.

- 5.4. A estos efectos el Contratista pondrá a disposición el equipo de mensura básico, constituido por un carrito con una cuerda de largo suficiente u otro elemento apto para esta tarea.
- 5.5. Estas tareas de premarcado serán realizadas por el Contratista, con antelación necesaria para que la Inspección pueda realizar las verificaciones necesarias.
- 5.6. Las condiciones climáticas (individualmente la temperatura y humedad relativa y combinadas a través del punto de rocío) bajo las cuales se podrán realizar los trabajos de pintado en frío, serán las recomendadas por el fabricante del material a emplear, debiendo estar avaladas por un Ingeniero Químico en representación del fabricante de la pintura y por el Contratista, siendo de responsabilidad de este la garantía de la misma.
- 5.7. A los efectos de la cotización de demarcaciones, se supondrá que el rendimiento de la pintura para la aplicación en frío es de 0.5 litros de pintura pura por m² de pavimento (2 m² por litro) y para la demarcación en caliente de 3 kg/m².
- 5.8. La ejecución del eje blanco y de la o las líneas amarillas se deberá realizar en forma simultánea, por lo que el equipo de marcado deberá tener la capacidad y características necesarias para ello. Esta forma de ejecución se exigirá en todos los tramos, salvo orden expresa en contrario de la DNV. En el caso de la pintura termoplástica se deberá marcar primero, las líneas amarillas y posteriormente la línea blanca de eje. En el caso de existir superficies, las mismas se ejecutarán previo a las demarcaciones lineales, salvo indicación en contrario de la DNV.
- 5.9. En intersecciones o zonas determinadas donde la Dirección de Obra juzgue necesario realizar una marcación especial, la misma se realizará según planos de detalles que oportunamente se entregarán.
- 5.10. El Contratista dispondrá en obra de todos los elementos (hilo, chapas metálicas) para efectuar los recortes necesarios, como así también, de moldes para pintar textos simples.
- 5.11. El material se utilizará en las condiciones que sea provisto por el fabricante.
- 5.12. No se permitirá el agregado al mismo de sustancias de ninguna naturaleza que modifiquen su composición o características originales.
- 5.13. De modo de preservar la pintura durante el período de secado de los efectos del tránsito por la zona de obra, solo se permitirá la utilización de elementos flexibles de P.V.C. o similares en la línea de las marcas, como por ejemplo conos delineadores.

6. Prueba de Suficiencia

- 6.1. A los efectos de poder comprobar la idoneidad de las empresas que tengan interés en ejecutar demarcaciones en cualquier tramo de la Red Vial Nacional, las mismas deberán ejecutar una prueba de suficiencia ante la DNV y aportar los ensayos de calidad de la pintura ofrecida.
- 6.2. Las empresas interesadas deberán gestionar dicha prueba con una antelación mínima de 60 días corridos previo a la fecha de la apertura de la Licitación u obra a ejecutar y mediante expediente, con el equipo y personal que se proponga emplear en la obra a ejecutar. También se atenderán solicitudes fuera de licitaciones u obras específicas, en caso de pretender contar con un Certificado de Suficiencia genérico.
- 6.3. Dicha prueba de suficiencia será de un metraje mínimo de 1km de ruta, y se realizará en un tramo y fecha elegidos de común acuerdo entre la División Seguridad en el Tránsito de la DNV y la empresa solicitante.
- 6.4. La DNV, con aval de Escribano Público, emitirá una Acta con el resultado de la Prueba de Suficiencia, que habilitará o no los trabajos con el tipo de equipo presentado y el encargado de premarcación.
- 6.5. **Se deja expresa constancia que es requisito imprescindible para la ejecución de demarcaciones en cualquier tramo de la red vial nacional de longitud mayor a 1 km, haber realizado la prueba de suficiencia en tiempo y forma y contar con el Acta respectiva habilitante.**
- 6.6. Se hace constar que las pruebas de suficiencia realizadas se consideran válidas por un plazo de 10 años desde la fecha del Acta de aprobación, siempre y cuando persistan las condiciones (equipos y personal encargado de premarcado) en las que fue realizada.

- 6.7. Las Contratistas podrán solicitar la habilitación de un encargado de premarcado distinto al que realizó la prueba de suficiencia. Se hace constar que en este caso se deberá solicitar la habilitación correspondiente ante la DNV, que realizará las pruebas que considere pertinentes para verificar su idoneidad en el trabajo.
- 6.8. A los efectos de la evaluación del desempeño de cada empresa en la prueba de suficiencia rigen las exigencias establecidas para recepción provisoria de demarcación en este documento, y demás características complementarias incluidas en la Norma Uruguaya de Señalización Horizontal para Clase 1, y en el documento Especificaciones del Equipamiento para la Seguridad Vial. Las mediciones de visibilidad diurna, nocturna, y color, se efectuarán entre 2 y 15 días luego de la ejecución de los trabajos.
- 6.9. En caso de licitaciones u otras contrataciones, se tomará como válida la presentación del acta de la prueba de suficiencia de una empresa Contratista o Subcontratista para realizar los trabajos de demarcación horizontal, que tenga validez a la fecha de apertura de las ofertas.
- 6.10. En el caso que la prueba de suficiencia realizada no fuera de aceptación, se podrá volver a solicitar la misma en un plazo no menor a 180 días desde la prueba anterior.

7. Forma de entrega y período de garantía o mantenimiento de trabajos realizados

- 7.1. Una vez realizados los trabajos de demarcación, serán recibidos provisoriamente luego de verificado el cumplimiento de las especificaciones.
- 7.2. Los trabajos que no sean de recibo, deberán ser eliminados de manera que no se visualicen, de forma definitiva.
- 7.3. Se establece un período total de garantía de buena ejecución de los trabajos a partir de la recepción provisoria de 12 meses para la pintura en frío y de 36 meses para la pintura en caliente y demarcaciones con resalto.
- 7.4. La demarcación del pavimento deberá ser garantizada por la firma oferente, contra fallas debidas a una adhesión deficiente o a otras causas atribuibles, tanto a defectos de la pintura en sí, como al método y condiciones de aplicación.
- 7.5. Durante el lapso transcurrido entre la recepción provisoria y la definitiva, la Contratista deberá mantener el equipo utilizado en la demarcación, a la orden de la DNV, a efectos de realizar la conservación de todas las marcaciones de manera que se ajusten a las evaluaciones indicadas.
- 7.6. El plazo total de garantía será el indicado anteriormente cumpliendo además las evaluaciones parciales que se detallan a continuación:

Estado General de la Marca

- 7.7. Las marcas en el pavimento deberán presentar una correcta alineación con respecto al eje de la Ruta y sus dimensiones (ancho de la franja y largo de bastones) deberán estar de acuerdo con las tolerancias establecidas.
- 7.8. La alineación de una marca se cuantificará mediante la determinación de los siguientes parámetros:

ΔMeE

(Deflexión de la marca del eje con respecto al eje de la Ruta)

Evaluación: se tomarán 3 mediciones con un intervalo de 30 m promediándose los valores.

Tolerancia: ΔMeE máx. \leq 10cm

ΔMer

(Deflexión de la marca de eje con respecto a la recta que une sus extremos)

Evaluación: se tomarán dos mediciones en dos bastones separados 24m.

Tolerancia: $\Delta Mer \text{ máx.} \leq 2\text{cm}$

$\Delta MaMe$

(Deflexión de la marca amarilla con respecto a la marca de eje o amarilla en sentido contrario)

Evaluación: se tomarán tres mediciones con un intervalo de 30m, promediándose los valores.

Tolerancia: $5\text{cm} \leq \Delta MaMe \leq 7.5\text{cm}$

ΔMaE

(Deflexión de la marca amarilla con respecto al eje de la Ruta),

Evaluación: se tomarán tres mediciones con un intervalo de 30m promediándose los valores.

Tolerancia: $10\text{cm} \leq \Delta MaE \leq 12.5\text{cm}$ (para demarcaciones de 10 cm) y $\Delta MaE \leq 15\text{cm}$ (para demarcaciones de 15 cm)

ΔMbE

(Deflexión de la marca de borde con respecto al eje de la Ruta)

Evaluación: se tomarán tres mediciones con un intervalo de 30m promediándose los valores.

Tolerancia: $\Delta MbE \leq 10\text{cm}$ y ningún valor puntual mayor a 15cm.

Las tolerancias refieren únicamente a posibles defectos de carácter puntual. No habrá tolerancia alguna referida a desviaciones sostenidas de marcas de ejes o bordes, con respecto a los ejes y bordes reales de pavimento.

Deterioro o Desgaste

- 7.9. Se controlará por comparación con el "Patrón de Comparación del Deterioro de la Pintura de Pavimentos" indicado en el Adjunto de la Norma de Señalización Horizontal del MTOP (Edición Diciembre 2001)

Pintura en Frío

Se deberán cumplir los siguientes límites máximos:

- I) a la Recepción Provisoria 0%
- II) al cabo de 6 meses 10%
- III) al cabo de 12 meses 20%

Pintura en Caliente (con o sin resalto)

Se deberán cumplir los siguientes límites máximos:

- I) a la Recepción Provisoria 0%
- II) al cabo de 12 meses 10%
- III) al cabo de 36 meses 20%

Espesor

- 7.10. El espesor se determinará sobre la superficie de pavimento pintada y al momento de la Recepción Provisoria, el espesor promedio deberá superar los 400 micrones para la pintura en frío y para la pintura en caliente deberá superar los 1500 micrones. En el caso de las demarcaciones con resalto, se registrarán por lo establecido en las especificaciones correspondientes.
- 7.11. Se podrá determinar también sobre muestras de pintura aplicadas sobre chapas tomadas en la obra.

Visibilidad diurna

- 7.12. Se evaluará mediante el Coeficiente de luminancia en iluminación difusa Qd
- 7.13. Al momento de la Recepción Provisoria y de la Recepción Definitiva se exigirá una luminancia mínima de:

Tabla 7.1 Valores mínimos de Qd en mcd/lx/m²

Clase de marca	Blanco		Amarillo
	Pavimento asfáltico	Pavimento de hormigón	
1	100	130	80
2	130	160	100

Visibilidad nocturna

- 7.14. Se evaluará mediante el coeficiente de retroreflexión (RL) que se medirá con un reflectómetro(modelo estático o dinámico con geometría 30 metros).
- 7.15. Al momento de la Recepción Provisoria, se exigirá un coeficiente de retroreflexión mínimo (para equipo con ángulo de incidencia de 88,76° y ángulo de observación de 1,05° - Norma ASTM 1710) de:

MARCA CLASE 1

- **200 mcd/lx/m²** para las marcas de color blanco
- **150 mcd/lx/m²** para las marcas de color amarillo

MARCA CLASE 2

- **250 mcd/lx/m²** para las marcas de color blanco
- **200 mcd/lx/m²** para las marcas de color amarillo

- 7.16. Al momento de la Recepción Definitiva se exigirá un valor de retroreflexión mínimo de:

Tabla 7.2 Valores mínimos de RL en mcd/lx/m²

Clase de marca	Valor
1	100
2	200 blanco , 150 amarillo

Color

- 7.17. El color tanto de las marcas blancas como amarilla deberá estar en todo momento dentro de las siguientes coordenadas cromáticas:

Tabla 7.3: Coordenadas cromáticas de las marcas blancas y amarillas

Color	Coord	1	2	3	4
Blanco	X	0.355	0.305	0.285	0.335
	Y	0.355	0.305	0.325	0.375
Amarillo	X	0.443	0.545	0.465	0.389
	Y	0.399	0.455	0.535	0.431



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, 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
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	5
Usuarios vulnerables	7
Desmontes, Cunetas y Alcantarillas transversales	7
Otros	7
5. Resumen del proceso.....	7
6. Nota para proyectos DNV	7
7. Bibliografía	8
ANEXO A – Aplicaciones del concepto de Zona Libre de Obstáculos	9
Ejemplo 1:	9
Ejemplo 2:	10
Ejemplo 3:	11
Ejemplo 4:	12
Ejemplo 5:	12
Ejemplo 6:	13
Ejemplo 7:	14

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	4
Tabla 4.2: Factores de ajuste para ZLO en curvas	5

Listado de Figuras

Figura 4.1: Criterio de necesidad de instalación de barreras en terraplenes.....	6
Figura A.1: Esquema representativo Ejemplo 1 – Aplicación ZLO.....	9
Figura A.2: Esquema representativo Ejemplo 2 – Aplicación ZLO.....	10
Figura A.3: Esquema representativo Ejemplo 3 – Aplicación ZLO.....	11
Figura A.4: Esquema representativo Ejemplo 4 – Aplicación ZLO.....	12
Figura A.5: Esquema representativo Ejemplo 5 – Aplicación ZLO.....	12
Figura A.6: Esquema representativo Ejemplo 6 – Aplicación ZLO.....	13
Figura A.7: Esquema representativo Ejemplo 7 – Aplicación ZLO.....	14

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 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

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 (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

Fuente (AASHTO, 2011)

Velocidad de diseño (km/h)	TPDA de diseño	Terraplén			Desmante		
		1:6 o más plano	De 1:5 a 1:4	1:3	1:3	De 1:5 a 1:4	1:6 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.

- 4.10. En el ANEXO A – Aplicaciones del concepto de Zona Libre de Obstáculos, se presentan ejemplos de cálculo de ZLOs 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 (ZLO corregida= ZLO.Kc)

Kc	Velocidad de diseño (km/h)		
	90	100	110
Radio de curva (m)			
900	1.2	1.2	1.2
700	1.2	1.2	1.3
600	1.2	1.3	1.4
500	1.3	1.3	1.4
450	1.3	1.4	1.5
400	1.3	1.4	
350	1.4	1.5	
300	1.5		

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

Terraplenes

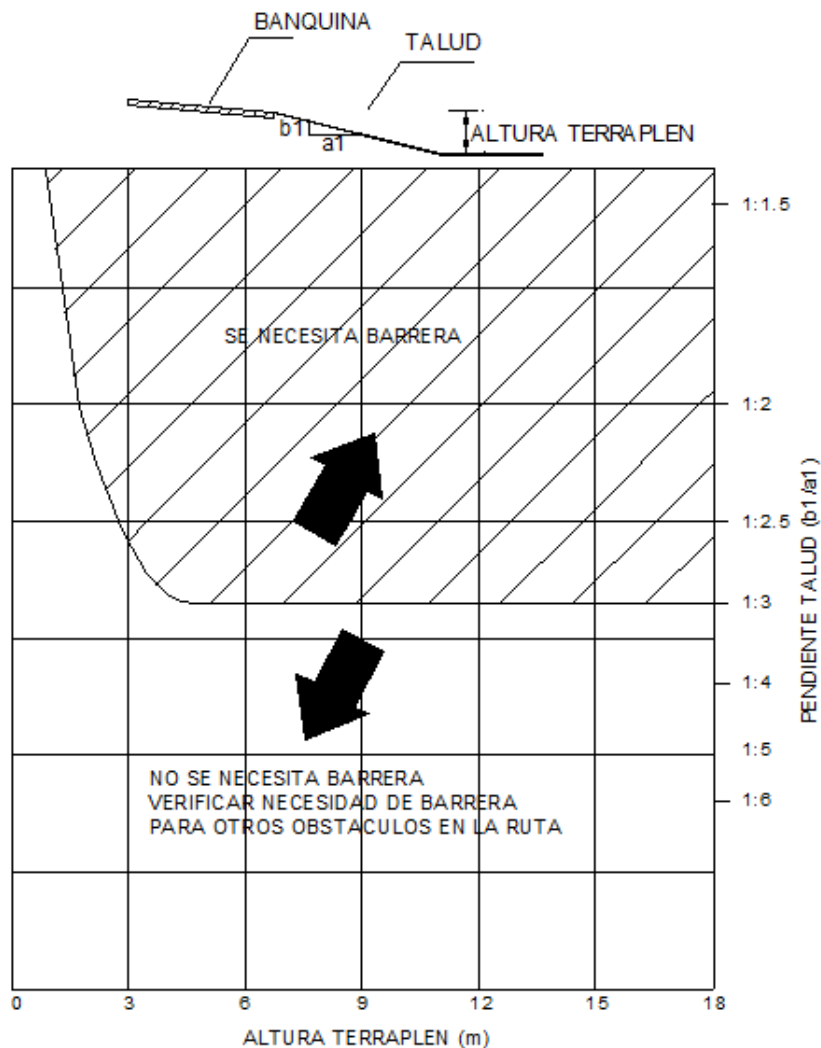
- 4.18. Los taludes paralelos al flujo de tránsito pueden ser clasificados en “traspasables”, “traspasables y no recuperables”, y “no traspasables o críticos”.
- 4.19. Los terrenos planos y aquellos que se consideran “traspasables y recuperables”, permitirán al conductor de un vehículo que se sale de 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 (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

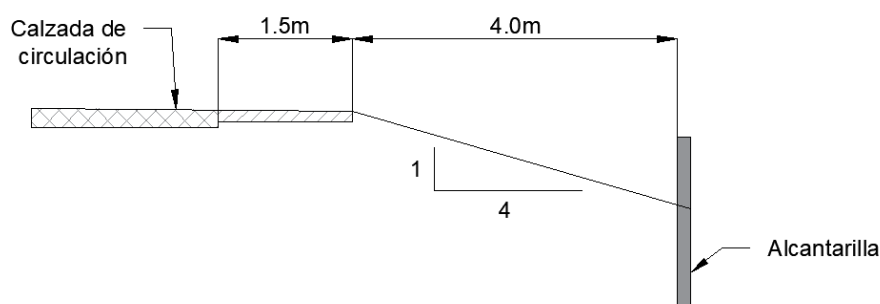
- American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO, (2011). Roadside Design Guide. Estados Unidos.
- Dirección Nacional de Vialidad, Ministerio de Transporte y Obras Públicas, (2004). Lámina tipo 267. Uruguay.
- Valverde Gonzáles, Germán, (2011). Guía para el análisis y diseño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

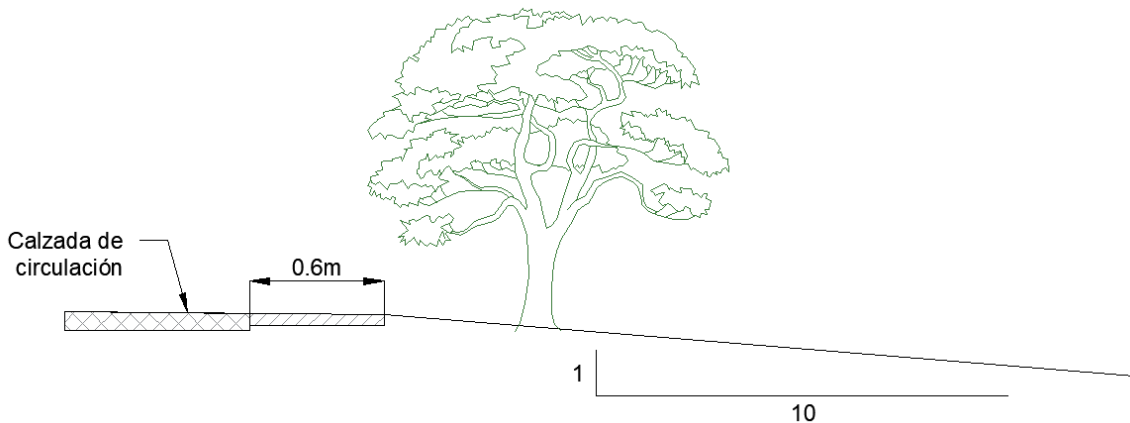
La zona de recuperación disponible se compone de 1.5m de banquina más 4.0m libres en la pendiente 1V:4H. Esto hace un total de 5.5m. Esta zona es de 2m a 3.5m menos que la ZLO sugerida.

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.

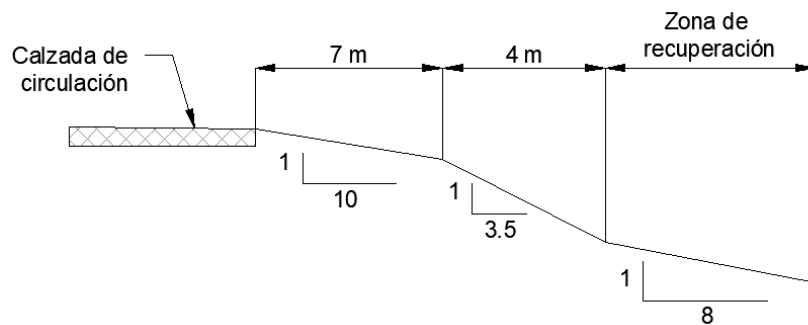
Si esta sección de la carretera tiene un número significativo de siniestros por despistes, podría ser apropiado proteger o eliminar toda la hilera de árboles dentro de la Zona Libre de Obstáculos. Si esta sección no tiene antecedentes significativos de siniestros y este árbol se encuentra alineado con 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.

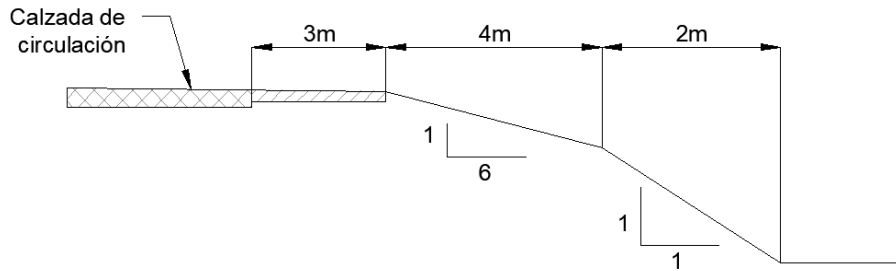
La ZLO considerada debe corresponder a la sugerida para la pendiente más pronunciada antes y después del talud no recuperable.

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:**

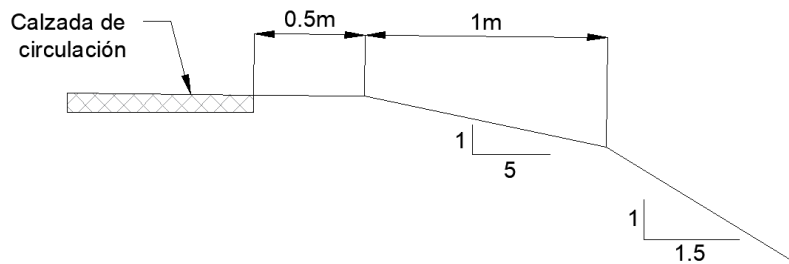
- TPDA: 12000 vpd
- Velocidad de Diseño: 110 km/h
- Pendiente talud al costado de la vía: 1V:6H. ZLO sugerida 9 a 10.5m. (Ver Tabla 4.1)

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.

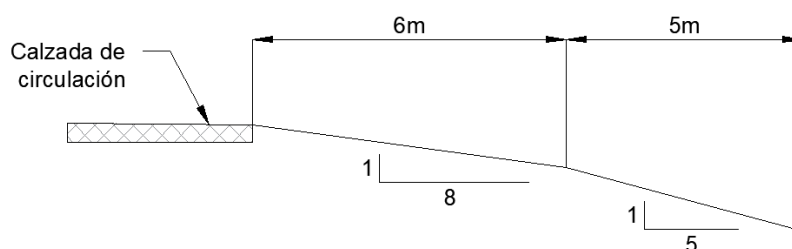
Este ejemplo enfatiza que la ZLO es un valor aproximado y que los obstáculos potencialmente peligrosos individuales deben analizarse en relación con otros obstáculos cercanos.

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.

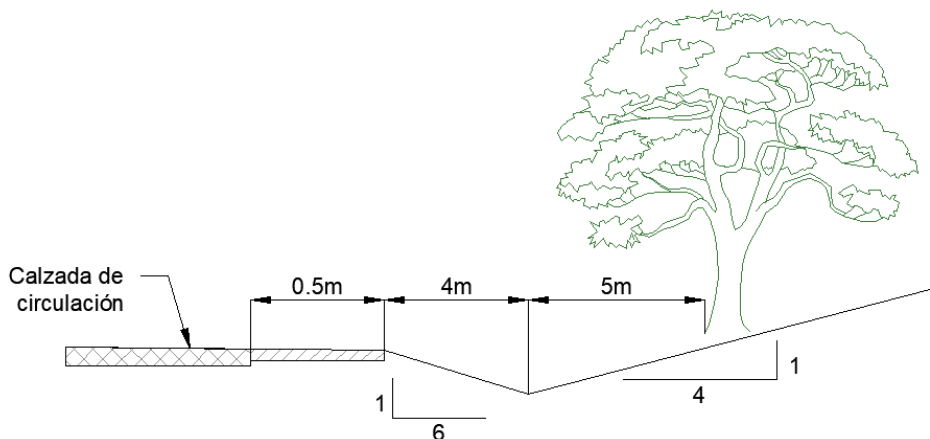
El equipo proyectista puede optar por limitar la distancia de la ZLO a 9m si esa distancia es consistente con el resto de la carretera y si un análisis de siniestralidad o una investigación del sitio no indican posibles desvíos en esta área.

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

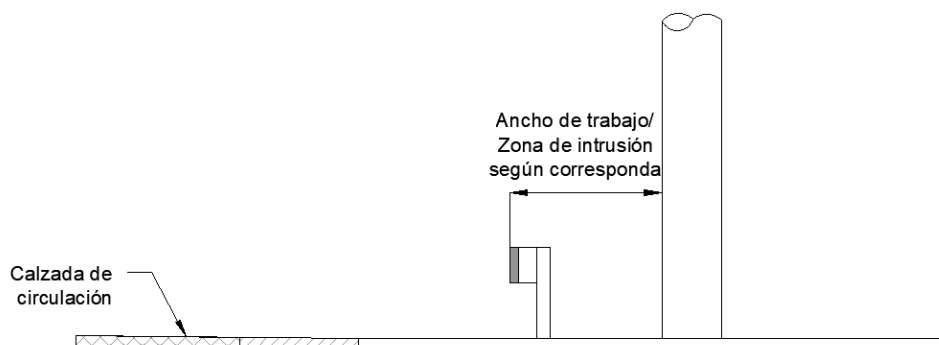
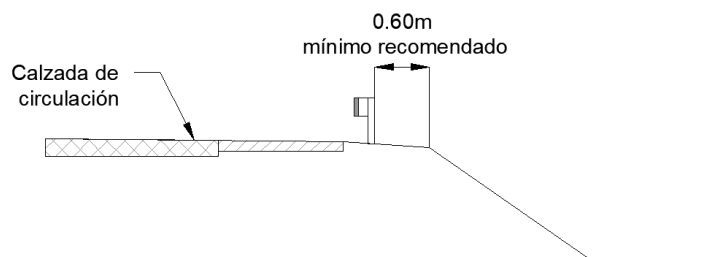


Figura 2.2: Emplazamiento lateral de barreras en terraplenes para un desempeño óptimo.

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.

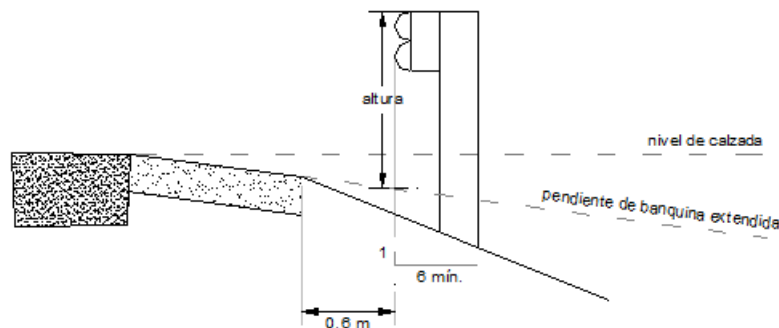
Tabla 2.1: Valores de “Distancia de Preocupación”. Fuente (AASHTO, 2011)

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.

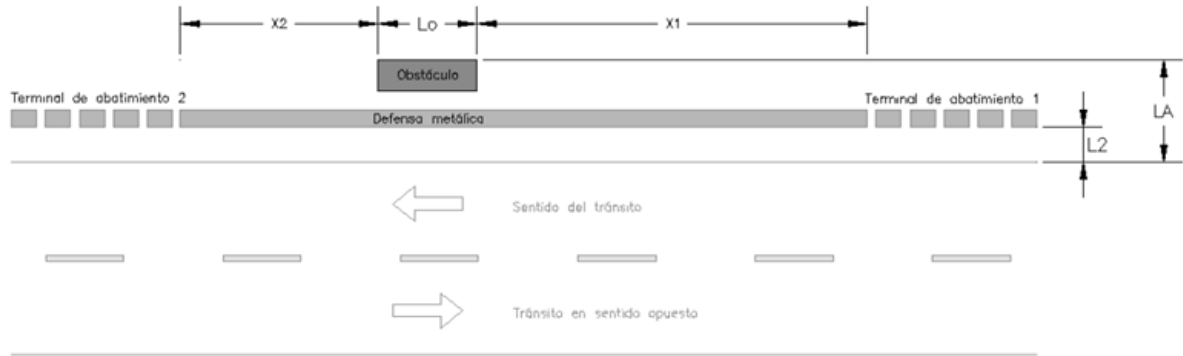
Figura 2.3: Medición de la altura de una barrera



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



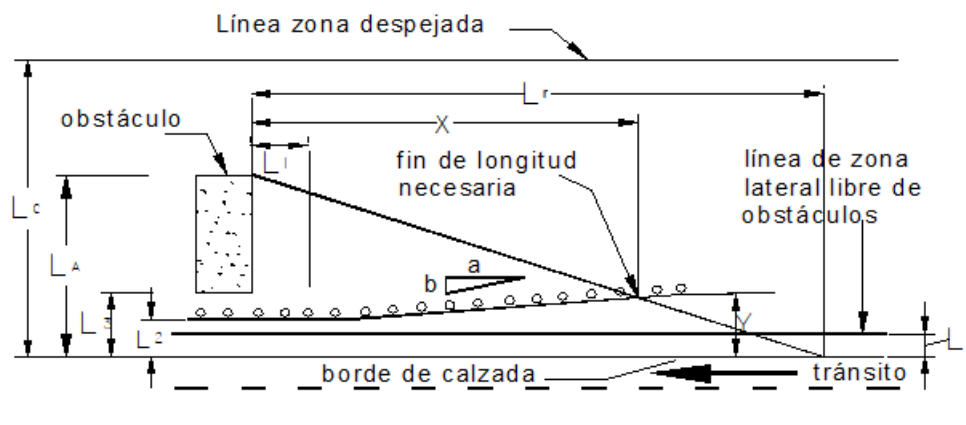
- 2.16. A continuación se presenta el método de cálculo de la longitud de anticipación de acuerdo a RDG (AASHTO, 2011), con el cual se deberán calcular las longitudes de los sistemas de contención:
- 2.17. La longitud total de la barrera queda establecida como:

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

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;

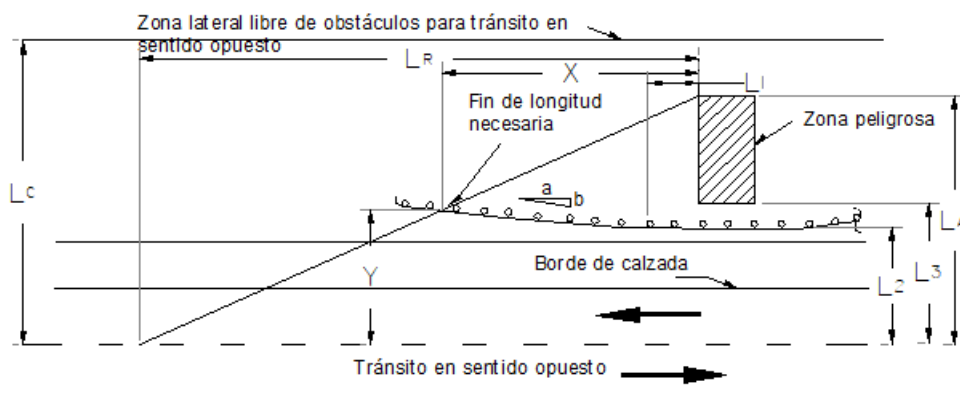
$$X = \frac{L_A - L_2}{\left(\frac{L_A}{L_r}\right)}$$

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.

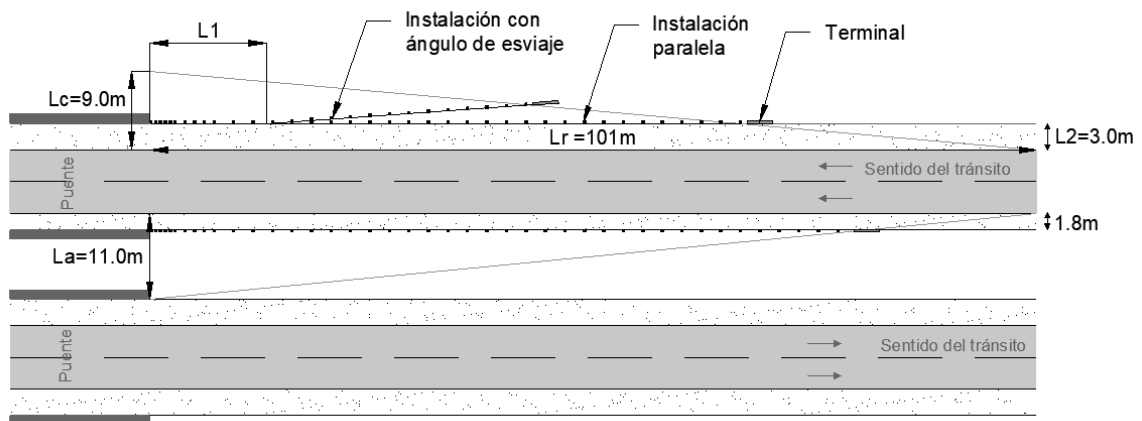
Anexo A – Ejemplos de Diseño de Barreras

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:

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

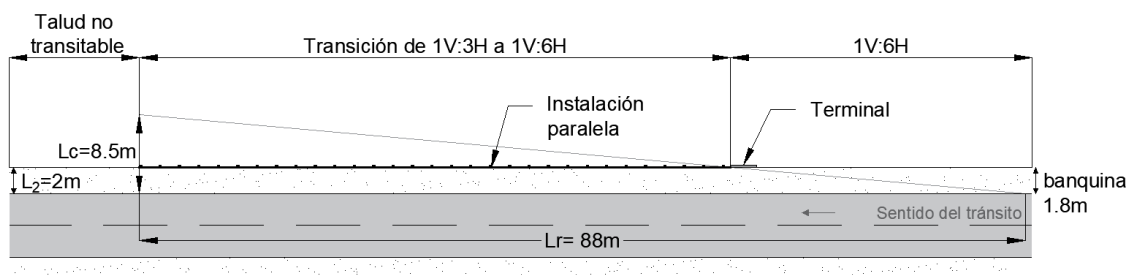
Por otra parte, del lado de la mediana, el equipo proyectista puede optar por proteger todo el cabezal del puente de la calzada de circulación opuesta aunque esta distancia exceda ligeramente la Zona Libre de Obstáculos recomendada para la pendiente 1V:10H. Esto enfatiza que la distancia ZLO no es un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

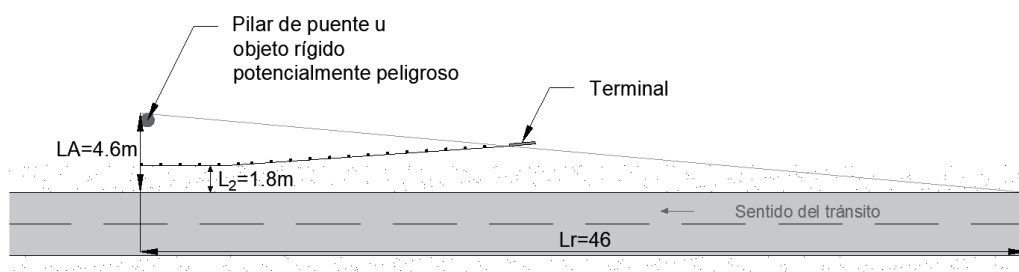
Debido a que el propósito de colocar una barrera es reducir la probabilidad de que un vehículo llegue a un talud no traspasable u objeto potencialmente peligroso y dado que la pendiente crítica se extiende más allá de la ZLO sugerida, se podría optar por proteger toda la pendiente crítica seleccionando 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.

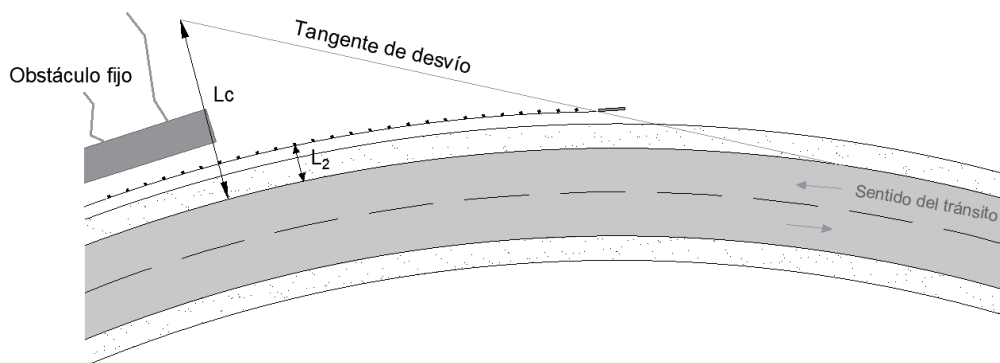
Para el caso de estructuras críticas como lo establece la Serie 400-403 (DNV, 2021), se debe considerar además de la protección de los usuarios, la protección de la estructura en sí. Si en el cálculo de la estructura no fue prevista la resistencia frente a choques, se deberá considerar proteger la estructura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

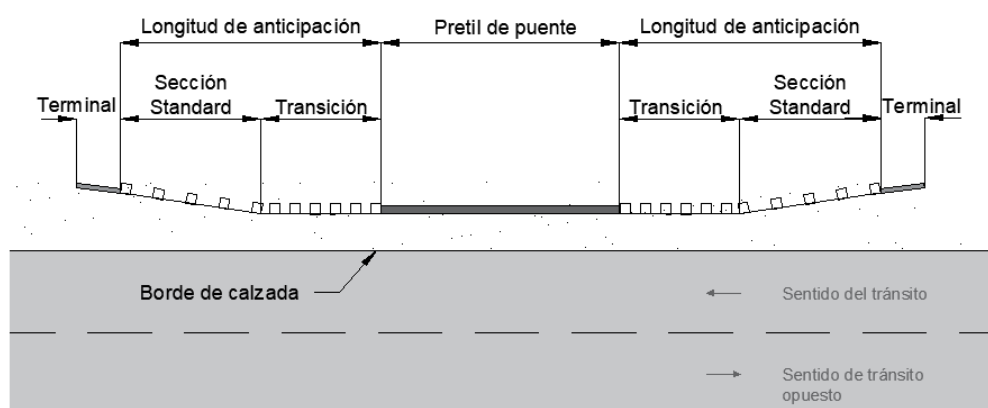
1. Introducción

- 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

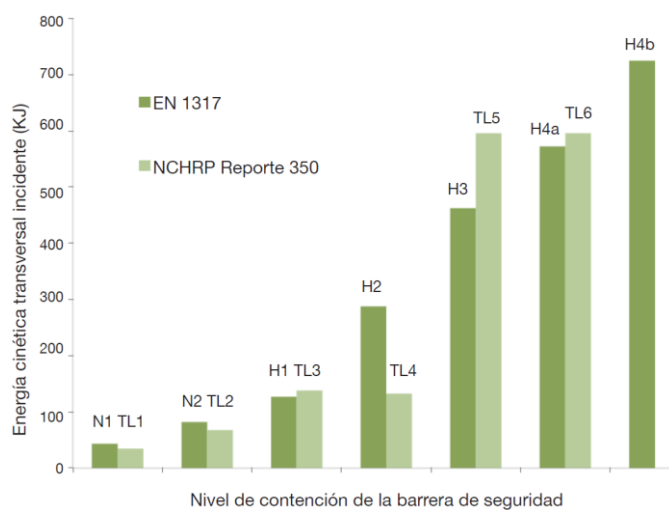
- 4.1. Debido a que la dinámica de un choque es compleja, el medio más efectivo de evaluar el desempeño de un sistema de contención es a través de ensayos a escala real. Las pruebas estandarizadas permiten poder comparar el rendimiento del sistema ante diferentes alternativas de diseño.
- 4.2. Los ensayos 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)



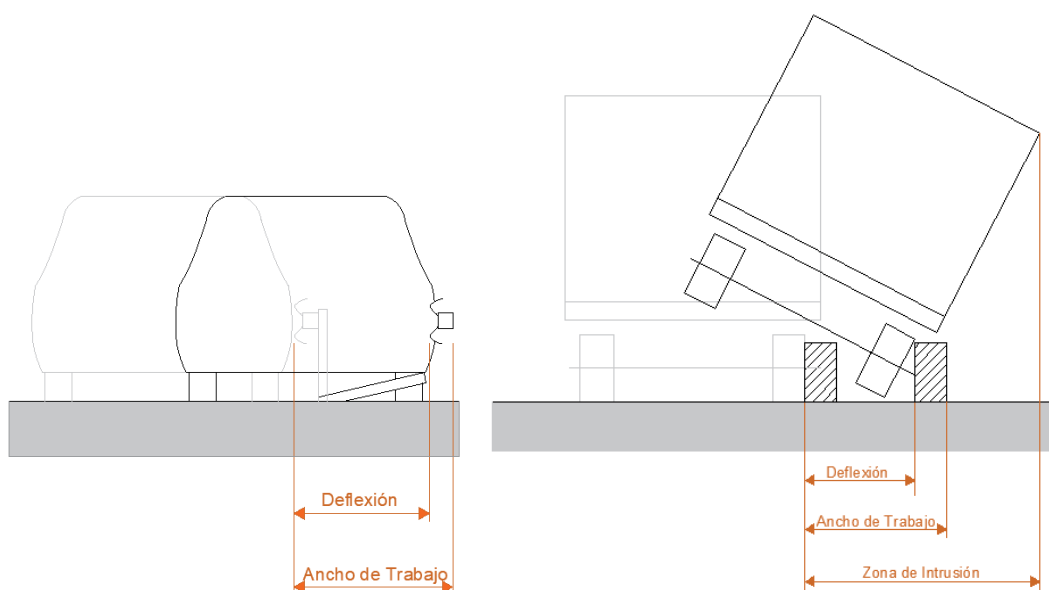
Severidad del impacto

- 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)



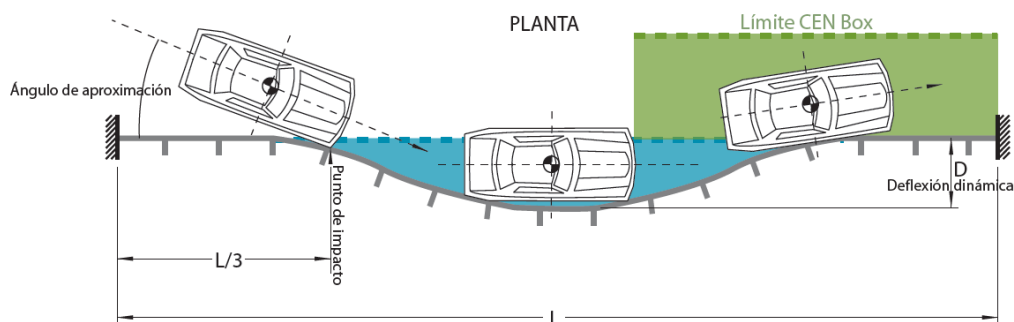
Zona de intrusión

- 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 500 – Materiales para el
Equipamiento de Seguridad Vial.

510 – Requerimientos para el Suministro e
Instalación de Tachas Retrorreflectivas.

Versión 0

Resumen

Esta serie presenta las especificaciones para los elementos de señalización horizontal de tipo tachas retrorreflectivas elevadas.

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 del Equipamiento para la Seguridad Vial. Apartado: Especificaciones Técnicas para las Tachas Reflectivas para Pavimentos – DNV, MTOP; 2001.

Consideraciones Contractuales y legales

Este documento forma parte de las especificaciones aplicables a vías abiertas a la circulación. No pretende incluir la totalidad de los requisitos para la ejecución de una obra en particular, por lo que es responsabilidad de los usuarios aplicar todas las especificaciones requeridas en su contrato.

Sugerencia para la referencia de este documento:

Normas Técnicas sobre Equipamiento de Seguridad Vial, DNV, MTOP. Serie 500 – 510 Requerimientos para el Suministro e Instalación de Tachas Retrorreflectivas, 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
Ayte. Ing. Fiorella Maestri

Gerente División Seguridad en el Tránsito
Jefa Depto. Señalización
Sector Señalización Horizontal-
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. Características técnicas y de calidad.....	1
Aspectos generales	1
Dimensiones	1
Coeficiente de intensidad luminosa	1
Color.....	1
Requerimientos y ensayos	2
Almacenamiento	2
Trazabilidad	2
Adhesivo	2
3. Instalación.....	2
Proyecto	3
4. Control de calidad de los trabajos.....	3
Muestras	3
Recepción y período de garantía o mantenimiento.....	3
5. Bibliografía.....	4

Listado de Tablas

Tabla 2.1: Coordenadas cromáticas	1
--	----------

1. Introducción

- 1.1 Las tachas retrorreflectivas son elementos de señalización vial, a ser instalados en pavimentos asfálticos o de hormigón, durables y resistentes a la abrasión y al impacto, diseñados para proporcionar reflectividad nocturna en uno o dos sentidos de circulación.
- 1.2 Esta serie presenta las especificaciones para los elementos de señalización horizontal de tipo tachas retrorreflectivas elevadas, para su uso permanente como complemento de la demarcación de pavimentos y asistencia a los conductores reforzando la visibilidad de la vía, especialmente en condiciones climáticas adversas.

2. Características técnicas y de calidad

Aspectos generales

- 2.1 El cuerpo de la tacha deberá estar compuesto por un polímero resistente al impacto, a la abrasión y a la flexión. Asimismo, teniendo en cuenta su uso, la misma contará con adecuada resistencia química, al agua y a los rayos UV.
- 2.2 El color del cuerpo deberá ser blanco o amarillo así como también de las áreas retrorreflectivas, de acuerdo a la ubicación de la tacha en la calzada.
- 2.3 Las tachas retrorreflectivas a instalar cumplirán con lo establecido en la norma ASTM D4280-18.

Dimensiones

- 2.4 Las dimensiones de la tacha deberán cumplir lo siguiente:

$$9\text{cm} < \mathbf{A} < 13\text{cm}$$

$$\mathbf{H} < 2\text{cm}$$

$$\mathbf{S} > 13 \text{ cm}^2$$

$$\mathbf{\text{Ángulo}} \text{ entre la cara de la tacha y la base} < 45^\circ$$

Siendo:

A: dimensión de la tacha en la dirección perpendicular al eje de la ruta

H: altura de la tacha

S: área de cada una de las superficies retrorreflectivas

Coefficiente de intensidad luminosa

- 2.5 Las tachas nuevas deberán cumplir con los valores mínimos del coeficiente de intensidad luminosa, de acuerdo a lo indicado en la norma ASTM D4280-18.

Color

- 2.6 El color de las tachas, tanto las blancas como las amarillas, deberá estar dentro de las siguientes coordenadas cromáticas del Diagrama CIE 1931:

Tabla 2.1: Coordenadas cromáticas

Color	Coordenada	1	2	3	4	5	6
Blanco	X	0.310	0.453	0.500	0.500	0.440	0.310
	Y	0.348	0.440	0.440	0.380	0.380	0.283
Amarillo	X	0.545	0.559	0.609	0.597		
	Y	0.424	0.439	0.390	0.390		

Requerimientos y ensayos

- 2.7 Deberán cumplir con los requerimientos de resistencia a la abrasión, flexión, compresión y color, además de a la resistencia al quebrado del lente y temperatura de ciclo. Asimismo, se tendrá que cumplir con todos los ensayos y procedimientos detallados en la norma ASTM D4280-18.

Almacenamiento

- 2.8 El almacenamiento de las tachas será de forma tal que se encuentren protegidas ante la humedad.

Trazabilidad

- 2.9 El contenedor en el cual las tachas provengan de su país de origen, deberá estar identificado con un código otorgado por su fabricante. El mismo permitirá la trazabilidad del lote con respecto a su producción.
- 2.10 Cada tacha deberá estar identificada con el logo de su fabricante.

Adhesivo

- 2.11 La Contratista deberá declarar previamente el tipo de adhesivo a utilizar, además de presentar la ficha técnica completa para la instalación de las tachas retrorreflectivas.
- 2.12 El contenedor en el cual el adhesivo proceda de origen, deberá tener como información el nombre de la fábrica, la cantidad de producto que contenga, número de lote y tipo de adhesivo.
- 2.13 La norma ASTM D4280-18 clasifica los adhesivos, de acuerdo al listado que sigue. Los mismos deberán cumplir con las especificaciones previstas en dicha norma.

Tipos de adhesivos:

- a. Adhesivo asfáltico termofusible, sin polímeros, fibras o modificaciones con caucho reciclado.
 - b. Adhesivo asfáltico termofusible, modificado con polímeros, sin caucho reciclado.
 - c. Adhesivo asfáltico flexible termofusible, con caucho reciclado.
 - d. Adhesivo epoxi de fraguado estándar
 - e. Adhesivo epoxi de fraguado rápido
- 2.14 Independientemente del adhesivo a utilizar, las tachas no podrán ser adheridas al pavimento cuando:
- a. La temperatura del pavimento o del aire $\leq 0^{\circ}\text{C}$, para epoxi de fraguado rápido.
 - b. La temperatura del pavimento o del aire $\leq 10^{\circ}\text{C}$, para epoxi de fraguado estándar.
 - c. La temperatura del pavimento o del aire $\leq 4.4^{\circ}\text{C}$, para adhesivo asfáltico.
 - d. La humedad relativa del aire $> 80\%$
 - e. La superficie del pavimento no se encuentre seca.

3. Instalación

- 3.1 Los trabajos se ejecutarán en tramos con pavimento de mezcla asfáltica, tratamientos superficiales u hormigón.
- 3.2 La superficie sobre la cual se instalarán las tachas deberá estar completamente limpia y seca para lograr una mejor adherencia, siendo de cargo y responsabilidad de la Contratista la limpieza de la misma, incluyendo, la eliminación de vestigios de tachas preexistentes.
- 3.3 La base de la tacha deberá encontrarse libre de toda sustancia que perjudique la adherencia de la misma.
- 3.4 En los tramos donde existieran tachas, deberá eliminarse todo vestigio de las mismas, lo que no será objeto de pago directo, su costo por defecto estará prorrateado entre los rubros cotizados por el Oferente.
- 3.5 Las condiciones climáticas bajo las cuales se podrán realizar los trabajos y las dosificaciones del adhesivo, serán las recomendadas por el fabricante del material a emplear, debiendo estar avaladas por la Administración.

- 3.6 No se permitirá el agregado al mismo de sustancias de ninguna naturaleza que modifiquen su composición o características originales del adhesivo.

Proyecto

- 3.7 Las tachas que se instalarán serán del color correspondiente a las restricciones definidas por la demarcación de pavimentos en el tramo.
- 3.8 Las tachas en eje se instalarán a paso 24m, en bordes a paso 48m; salvo indicación expresa de la Administración.
- 3.9 En rotondas y empalmes las tachas deberán estar ubicadas cada 3m en zonas de canteros de isletas; exceptuando en zonas de giro con banquina, en donde se colocarán cada 12m.
- 3.10 Las tachas se deberán instalar de forma tal que el retrorreflectivo quede perpendicular al eje de calzada.
- 3.11 En intersecciones o zonas determinadas donde la Dirección de Obra juzgue necesario realizar una marcación especial, la misma se realizará según planos de detalle que oportunamente se entregarán.

4. Control de calidad de los trabajos

- 4.1 Durante la ejecución de los trabajos, la Administración se reserva el derecho de efectuar los ensayos que entienda conveniente a los efectos de la verificación del cumplimiento cabal de las especificaciones técnicas estipuladas.
- 4.2 Los ensayos de calidad se realizarán en el Laboratorio Tecnológico del Uruguay (L.A.T.U) o en el laboratorio que indique la Administración; siendo de cargo de la Contratista, quien deberá abonar directamente el costo de los ensayos dentro de los 5 (cinco) días hábiles siguientes a la entrega de las muestra.
- 4.3 En la ejecución de las obras deberá utilizarse material de igual o superior calidad al ofrecido en la oferta. Para el cambio de materiales se deberá solicitar autorización escrita a la Dirección de Obra.

Muestras

- 4.4 Los Oferentes entregarán a la Administración una muestra de la tacha o tachas ofertadas acompañada de las especificaciones y ficha técnica de las tachas y el adhesivo.

Recepción y período de garantía o mantenimiento

- 4.5 Los trabajos de suministro e instalación de tachas serán recibidos provisoriamente luego de verificado el cumplimiento de las especificaciones.
- 4.6 Los trabajos que no sean de recibo, deberán ser eliminados de manera que no se visualicen, de forma definitiva.
- 4.7 El período total de garantía de buena ejecución de los trabajos a partir de la recepción provisoria es de 12 meses. En dicha instancia, se exigirá un 90% como mínimo de tachas presentes y sin deficiencias que afecten su visibilidad, como ser: hundidas, desalineadas, o con pérdida del área retrorreflectiva. Tampoco se aceptaran tachas quebradas. No se aceptarán a efectos de la recepción definitiva tramos con más de tres tachas consecutivas faltantes.
- 4.8 La instalación de tachas deberá ser garantizada por la Contratista, contra fallas debidas a una adhesión deficiente o a otras causas atribuibles tanto a defectos de la tacha o del adhesivo en sí, como al método y condiciones de aplicación.
- 4.9 Durante el lapso transcurrido entre la recepción provisoria y la definitiva, la Contratista deberá mantener el equipo utilizado, a efectos de realizar la conservación de los trabajos.
- 4.10 Transcurrido el plazo de garantía y luego de cumplidas satisfactoriamente todas las instancias de recepción definitiva, se podrá disponer libremente del equipo utilizado.

5. Bibliografía

- Dirección Nacional de Vialidad, (2001). Especificaciones del Equipamiento para Seguridad Vial. Ministerio de Transporte y Obras Públicas.
- American Society for Testing and Materials, ASTM (2018). Standard Specification for Extended Life Type, Nonplowable, Raised Retroreflective Pavement Markers, (ASTM D-4280-18).
- European Standard, (2019). Road marking materials – Retroreflecting road studs – Part 1: Initial performance requirements, (prEN 1463-1:2019).
- European Standard, (2021). Road marking materials – Retroreflecting road studs – Part 2: Road test performance specifications, (prEN 1463-2:2021).
- European Standard, (2020). Road Marking Materials – Part 3: Active road studs: performance requirements, (prEN 1463-3:2020).