
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRICTAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

CONTROL DE CAMBIOS

FECHA	VERSIÓN	DESCRIPCIÓN
31-03-2020	1.0	Adopción de lineamientos para entidades externas. Tema: "SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR"


Contenido

1.	GENERALIDADES	4
2.	OBJETIVO GENERAL	5
2.1	Objetivos Específicos	5
3.	ANTECEDENTES TÉCNICOS O MARCO TEÓRICO	5
	Siniestros por salidas de vía y zonas laterales.....	11
	El concepto de vías perdonadoras.....	16
4.	CONCEPTOS.....	17
5.	MARCO NORMATIVO Y DE REFERENCIA	19
5.1	Normatividad.....	19
5.2	Documentos técnicos de referencia	19
6.	LINEAMIENTOS TÉCNICOS	19
6.1	Clasificación de los SCV según su rigidez	21
	SCV semi-rígidos.....	23
	SCV rígidos.....	24
6.2	Parámetros de diseño de los SCV.....	25
	Niveles de Contención y estándares internacionales.....	27
	Transiciones, terminales y amortiguadores de impacto.....	28
	Estándares generales de instalación	[Error! Marcador no definido.]
6.3	Elementos para la Gestión de SCV	31
	Selección de sitios.....	31
	Priorización.....	33
	Instalación.....	34
	Mantenimiento.....	39
	Monitoreo.....	39
	ANEXO A.....	41

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRICTAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020


Lista de figuras

Figura 1. Muertes en corredores principales en la ciudad, 2018.....	6
Figura 2. Caracterización del choque con objeto fijo en siniestros reportados entre enero y noviembre de 2019.....	6
Figura 3. Relación entre el TPD y siniestros por salida de vía/km/año.....	8
Figura 4. Relación entre el TPD y siniestros por salida de vía/km/año considerando el número de carriles.....	9
Figura 5. Siniestros por salida de vía.....	12
Figura 6. Estrategias para reducir los siniestros causados por salidas de vía.....	13
Figura 7. Árbol de decisión para la implementación de SCV.....	14
Figura 8. Comportamiento de los SCV.....	22
Figura 9. Elementos de un SCV semi-rígido.....	23
Figura 10. Ejemplo para determinar el NC según riesgo y parámetros operacionales.....	27
Figura 11. Transición entre SCV.....	29
Figura 12. Terminales típicas en barreras metálicas.....	29
Figura 13. Terminal atenuador de impacto.....	30
Figura 14. Amortiguador de impacto.....	30
Figura 15. Altura de la defensa metálica.....	35
Figura 16. Altura de la defensa metálica, distancia mínima a borde de vía y anchos de trabajo normalizados.....	35
Figura 17. Tipos de postes para barreras metálicas.....	36
Figura 18. Instalación de vigas en barreras metálicas.....	37
Figura 19. Tipos de postes para barreras metálicas.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 20. Instalación de vigas en barreras metálicas.....	¡Error! Marcador no definido.
Figura 21. Instalación de un SCV rígido.....	38
Figura 22. Errores de no-continuidad de la defensa metálica.....	39
Figura 23. Verificación de altura de la barrera en labores de mantenimiento vial.....	40
Figura 24. Sujeción de vigas metálicas.....	40

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Lista de tablas

Tabla 1. Cantidad de víctimas en siniestros asociados a choque con objeto fijo, según tipo de objeto.....	7
Tabla 2. Cantidad de víctimas en siniestros asociados a choque con objeto fijo, según condición y transporte.	8
Tabla 3. Casos típicos de irregularidades en los SCV existentes.	9
Tabla 4. Causas asociadas a salidas de vía.	11
Tabla 5. Consolidado de estrategias a evaluar previo a la decisión de intervenir con SCV.....	15
Tabla 6. Tipos de SCV según su deflexión dinámica.	21
Tabla 7. Comparación entre secciones de barrera tipo F y tipo New Jersey.	24
Tabla 8. Clasificación de la gravedad de los siniestros.....	26
Tabla 9. Clasificación de los NC según norma colombiana y estándares internacionales.....	28
Tabla 10. Valoración económica de la siniestralidad para análisis B/C.	33

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRICTAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

1. GENERALIDADES


El Decreto 672 del 22 de noviembre de 2018 “Por medio del cual se modifica la estructura organizacional de la Secretaría Distrital, de Movilidad y se dictan otras disposiciones”, establece en los numerales 5 y 7 del Artículo 7 las funciones asignadas a la Oficina de Seguridad Vial, dentro de las cuales se encuentran las correspondientes a: “(...) 5. Definir lineamientos técnicos en materia de seguridad vial que permitan reducir la siniestralidad vial en la ciudad. (...) 7. Realizar seguimiento a la aplicación de los lineamientos técnicos relacionados con seguridad vial que permitan reducir la siniestralidad vial en la ciudad (...)”.

En virtud de lo anterior, se formula el presente documento que constituye el lineamiento que en materia de seguridad vial deberá ser incorporado en las actividades de los colaboradores de la Secretaría Distrital de Movilidad en el ejercicio de las funciones asignadas por la Entidad. De conformidad con lo previsto en el Artículo 7 de este Decreto: Son funciones de la Oficina de Seguridad Vial, las siguientes:

- *Definir lineamientos técnicos en materia de seguridad vial que permitan reducir la siniestralidad vial en la ciudad.*
- *Dirigir las estrategias en materia de seguridad vial para la materialización de las políticas, planes, programas y proyectos de la entidad.*
- *Realizar seguimiento a la aplicación de los lineamientos técnicos relacionados con seguridad vial que permitan reducir la siniestralidad vial en la ciudad.*

Lo dispuesto en este lineamiento busca aportar significativamente en el cumplimiento de las acciones definidas en el Decreto 813 de 2017 “Plan Distrital de Seguridad Vial –PDSV- y de Motocicletas 2017-2026”, para el eje 4 de Infraestructura Segura, así como en la política de Visión Cero en Bogotá que adoptó el PDSV.

El presente documento tiene como objetivo unificar y hacer accesibles conceptos técnicos en materia de Sistemas de Contención Vehicular para todos los colaboradores de la Secretaría Distrital de Movilidad en aquellas actividades que involucren la selección, priorización, implementación y monitoreo de estos sistemas a la luz de los proyectos que tiene la Entidad o que gestiona con otras entidades del sector.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

2. OBJETIVO GENERAL

Establecer lineamientos de seguridad vial que involucren los criterios técnicos necesarios para tomar decisiones en materia de Sistemas de Contención Vehicular para los proyectos de infraestructura vial donde se prevea el uso de estos dispositivos.

2.1 Objetivos Específicos

- Construir una base conceptual sobre el cual establecer los lineamientos técnicos de seguridad vial para Sistemas de Contención Vehicular.
- Establecer criterios base para seleccionar, priorizar, diseñar, instalar y monitorear los SCV.
- Contextualizar sobre los estándares internacionales que regulan estos sistemas.

3. ANTECEDENTES TÉCNICOS O MARCO TEÓRICO

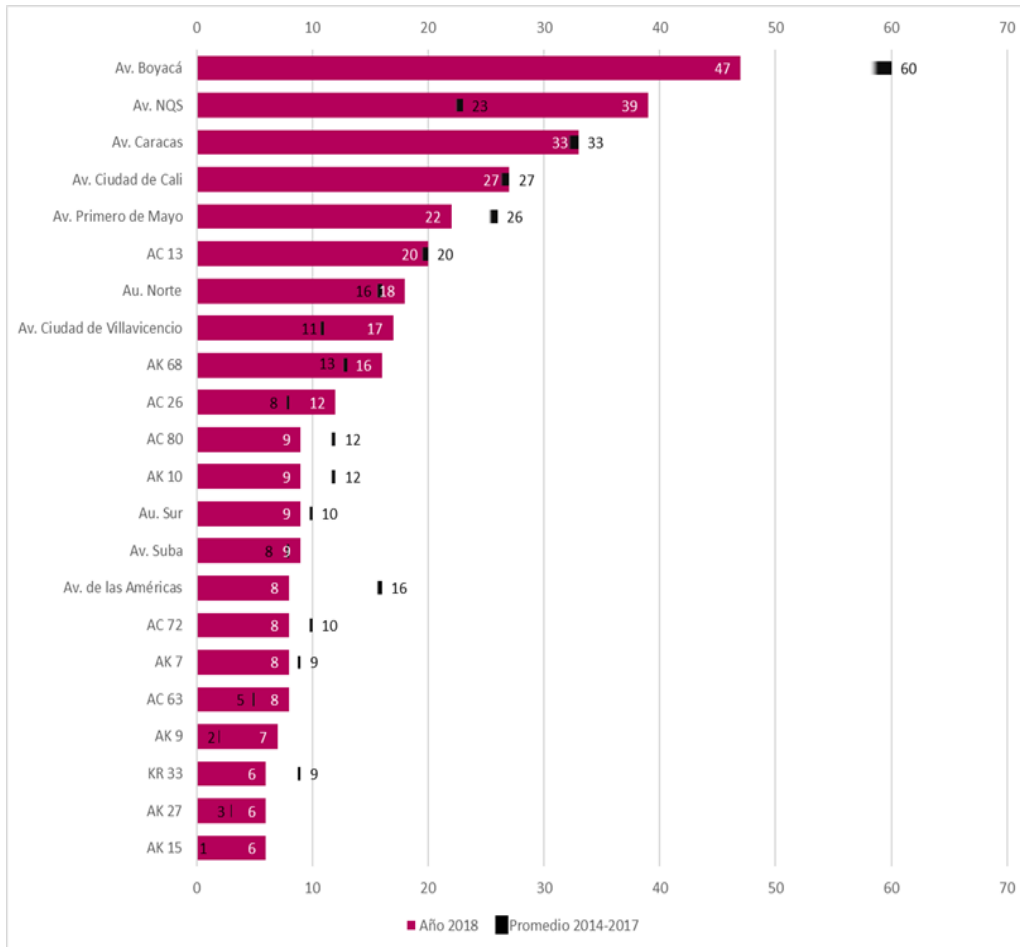
La Secretaría de Movilidad dentro de sus funciones generales, debe:

- Liderar y orientar las políticas para la formulación de los planes, programas y proyectos de construcción, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura vial y de transporte del Distrito Capital.
- Planear, coordinar y controlar la operación, entre otros mecanismos de seguridad vial, de la semaforización y señalización de los segmentos viales del Distrito Capital.

En este sentido, las acciones técnicas que conlleven a la materialización de estos objetivos, se constituye en elemento fundamental para mejorar la seguridad vial de los principales corredores viales de la ciudad en donde se concentran la mayor cantidad de siniestros viales con víctimas y donde el riesgo potencial requiere algún tipo de intervención de tipo preventivo.

A manera de contextualización del estado actual, se tiene una importante participación de los corredores arteriales del total siniestros con víctimas fatales.

Figura 1. Muertes en corredores principales en la ciudad, 2018.



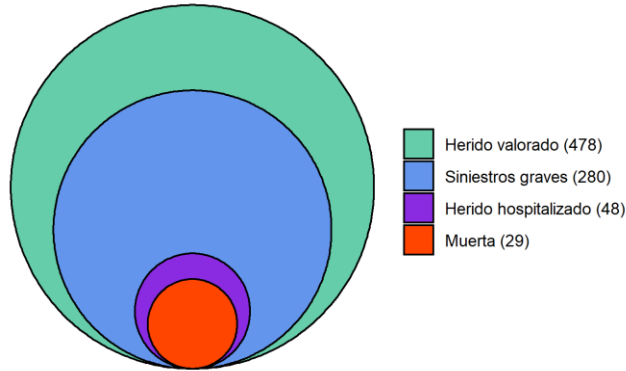
Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad con base en datos del Sistema Geográfico de Accidentes de Tránsito – SIGAT.

Muchos de estos corredores cuentan con algún tipo de Sistema de Contención Vehicular que requieren algún tipo de intervención o mantenimiento, así como hay puntos o tramos viales que hoy requieren algún dispositivo de seguridad vial, entre ellos los SCV.

Un panorama más claro de la incidencia de los siniestros asociados a choque con objeto fijo se da a continuación:

Figura 2. Caracterización del choque con objeto fijo en siniestros reportados entre enero y noviembre de 2019.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020



Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad con base en datos del Sistema Geográfico de Accidentes de Tránsito – SIGAT.

De los datos 2019 se tiene que:

- Ocurre un siniestro grave con Choque con objeto fijo cada 1 día y 4 horas.
- Se presenta un (1) choque con objeto fijo que deja heridos cada día.
- Fallece una persona cada 11 días y 12 horas asociado a este tipo de siniestro vial.

Tabla 1. Cantidad de víctimas en siniestros asociados a choque con objeto fijo, según tipo de objeto.

Tipo de Objeto fijo	Fatales	Heridos hospitalizados	Heridos Valorados
Árbol	1		26
Barandas	3	5	28
Defensa Metálica			1
Hidrante		1	2
Inmueble	3	2	79
Montículo de tierra, Escombros			1
Muro	12	18	111
Poste	3	4	49
Roca		1	3
Semáforo			1
Separador de calzada	3	4	35
Valla, Señal	1	2	28
Vehículo estacionado	3	11	114

Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad con base en datos del Sistema Geográfico de Accidentes de Tránsito. (enero y noviembre de 2019).

De estos eventos y, teniendo en cuenta las horas en que se presentaron los siniestros, se observa que:

- 17% de los muertos en siniestros de choque con objeto fijo ocurren en horario diurno.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

- 35% de los lesionados en siniestros de choque con objeto fijo ocurren en horario diurno.
- 17% de los lesionados en siniestros de choque con objeto fijo ocurren entre 6 p.m. y las 12 a.m.
- 37% de los lesionados en siniestros de choque con objeto fijo ocurren entre 6 p.m. y las 12 a.m.

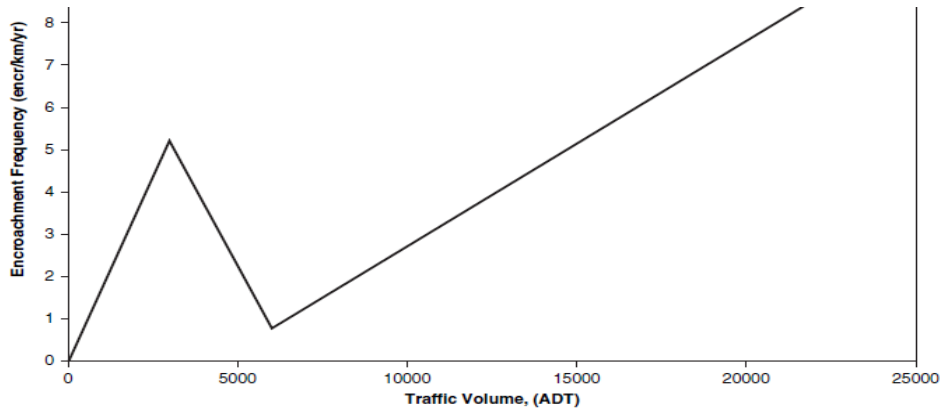
Tabla 2. Cantidad de víctimas en siniestros asociados a choque con objeto fijo, según condición y transporte.

Condición de la víctima	Fatales	Heridos hospitalizados	Heridos Valorados
Motociclista	16	19	71
Pasajero de Motocicleta	4	3	34
Ciclista	3	5	24
Conductor de Liviano	2	7	54
Pasajero de Taxi	1	4	37
Peatón	1	1	41
Pasajero de Bicicleta	1	0	5
Pasajero de Carga	1	0	3
Pasajero de Liviano	0	5	78
Taxista	0	2	22
Conductor de Transporte de pasajeros	0	1	10
Conductor de Carga	0	1	4
Pasajero de Transporte de Pasajeros	0	0	94
Pasajero de Sin Info	0	0	1

Fuente: Secretaría Distrital de Movilidad con base en datos del Sistema Geográfico de Accidentes de Tránsito. (enero y noviembre de 2019).

Cabe resaltar que, algunas investigaciones muestran cómo ciertas condiciones de la infraestructura están asociadas a la ocurrencia de siniestros por salida de vía. Se puede encontrar que a medida que se tienen más carriles y TPD altos sobre un corredor vial, el número de eventos por salida de vía se incrementa de manera proporcional. Este hallazgo es consecuente con algunas hipótesis que explican la siniestralidad sobre corredores arteriales.

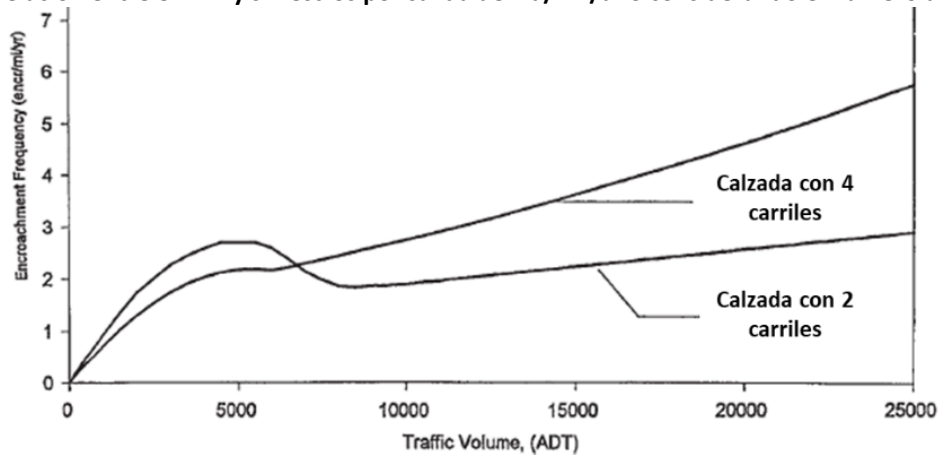
Figura 3. Relación entre el TPD y siniestros por salida de vía/km/año.



Source: Hutchinson, J.W., and Kennedy, T.W., "Medians of Divided Highways—Frequency and Nature of Vehicle Encroachments," *Engineering Experiment Station Bulletin 487*, University of Illinois, June 1966.

Fuente: NCHRP Reporte 638, 2009.

Figura 4. Relación entre el TPD y siniestros por salida de vía/km/año considerando el número de carriles.



Source: Cooper, P., *Analysis of Roadside Encroachments—Single-Vehicle Run-off-Road Accident Data Analysis for Five Provinces*, B.C. Research, Vancouver, British Columbia, Canada, March 1980.

Fuente: NCHRP Reporte 638, 2009.

A continuación, se plantea un caso de estudio donde se observan riesgos inherentes a una mala disposición de Sistemas de Contención Vehicular:

Tabla 3. Casos típicos de irregularidades en los SCV existentes.



ALCALDIA MAYOR
DE BOGOTÁ D.C.
Secretaría
Movilidad

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DISTRITAL BAJO EL
ESTÁNDAR MIPG

SEGURIDAD VIAL

Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas
Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR

Versión: 1.0

Fecha de Aprobación: 31-03-2020



En este caso se presenta una cuneta profunda y un talud pronunciado que puede ser propenso a ser impactado en este tramo que está en curva y que además presenta problemas de visibilidad. Es importante seleccionar el SCV que se adecue a las condiciones del entorno.



Los SCV deben ser continuos a lo largo del tramo que debe protegerse. Ante la presencia de puentes u otros SCV, debe poder asegurarse una adecuada transición y que el sistema completo tenga el desempeño esperado.



La barrera existente está instalada sobre el andén y no cuenta con unas terminales adecuadas. Las terminales constituyen un punto de impacto de potencial peligro por la dirección del flujo vehicular y el andén puede hacer que se provoque volcamiento o una respuesta no prevista del vehículo durante el impacto.




Los SCV debe ser instalados acorde a unas condiciones establecidas en el diseño y teniendo en cuenta las características del lugar. En este caso, la defensa metálica no cuenta con la longitud (ver poste), altura ni terminaciones necesarias para desempeñarse de la mejor manera ante un posible impacto. La presencia de bordillos es otro factor que afecta el funcionamiento del SCV.



En este tramo se presenta un desnivel importante entre



Tramos viales donde la defensa metálica expone el objeto

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

<p>la vía y sus zonas laterales. En muchos casos se observa que la defensa metálica se instala muy retrasada respecto al punto donde pueden presentarse salidas de vehículos e impactos frontales. La longitud de la barrera a veces es insuficiente teniendo en cuenta la geometría de la vía (ángulo de aproximación del vehículo) y objetos fijos no cubiertos por el SCV. En la imagen se observa una terminal inadecuada (falta de mantenimiento) que puede terminar incrustada en un vehículo ante una eventual salida de vía, la defensa es tan corta que no protege una posible caída al precipicio.</p>	<p>contundente en vez de proteger al ocupante de un vehículo de un posible impacto contra él. Los SCV deben ser diseñados e instalados teniendo en cuenta el ancho de trabajo real según las condiciones del lugar.</p>
--	---

Fuente: Elaboración propia.

Siniestros por salidas de vía y zonas laterales

Una salida de vía, se da cuando cualquier tipo de vehículo se sale de manera incontrolada del carril por donde está circulando.

La salida de la vía se puede producir por causas directas relacionadas con la infraestructura vial, el ambiente, el conductor o el vehículo, por ejemplo:

Tabla 4. Causas asociadas a salidas de vía.

Infraestructura	Conductor	Vehículo	Ambiente
Demarcación horizontal y señalización deficientes.	Maniobras inseguras. Conducción temeraria (exceso de velocidad).	Fallas mecánicas del vehículo. Falta de elementos de seguridad vial pasiva.	Falta de visibilidad debido a la lluvia o neblina.
Mala condición de la estructura de pavimento. Diseño geométrico inadecuado (peraltes, radios de giro, etc.).	Pérdida de atención, confusión, duda o cansancio en el conductor.		Interferencia de un objeto, usuario o tercero.
Falta de iluminación.	Uso de sustancias psicoactivas, alcohol. Baja visión, aturdimiento, impericia, comportamiento temerario.		

Fuente: Elaborado a partir de Valverde, 2011.

Algunas de estas causas se ven agravadas por el exceso de velocidad. Las salidas de vías en entornos urbanos son iguales o más problemáticas que las que se presentan en entornos rurales, esto puede justificarse por la probable presencia de peatones y ciclistas en las inmediaciones de la vía.

Si un vehículo se sale de control, la probabilidad de que ocurra un siniestro severo depende de los elementos ubicados en la zona lateral de la vía, como por ejemplo árboles,

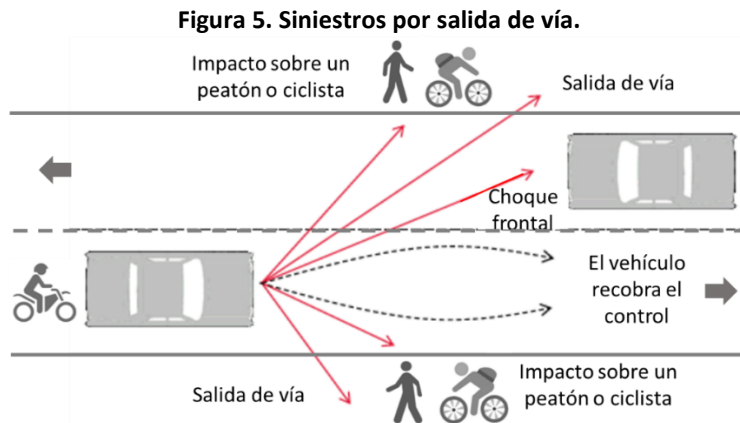
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

postes, estructuras, rocas, taludes *con pendientes laterales fuertes*, cunetas y demás componentes del sistema de drenaje o similares.

Si un obstáculo o peligro no puede eliminarse, reubicarse o modificarse por razones técnicas o *de otra índole*, se deben disponer de SCV para reducir la severidad de un posible siniestro.

La colisión con un SCV constituye un accidente sustitutivo del que tendría lugar en caso de no existir este dispositivo, y de consecuencias más predecibles y menos graves *por lo que la decisión de colocar o no un SCV y el tipo de SCV, debe ser basada en criterios técnicos muy sólidos.*¹ (cursiva fuera de texto)


En Bogotá, la necesidad de SCV en algunos sitios puede reducirse o limitarse si se interviene con un Plan de Gestión de Velocidad. La velocidad es un parámetro de diseño de los SCV y cuando esta es moderada y acorde al entorno, la necesidad de SCV en ciertos casos desaparece.



Fuente: elaboración propia con base en iRAP Methodology Fact Sheet #4 Crash types.

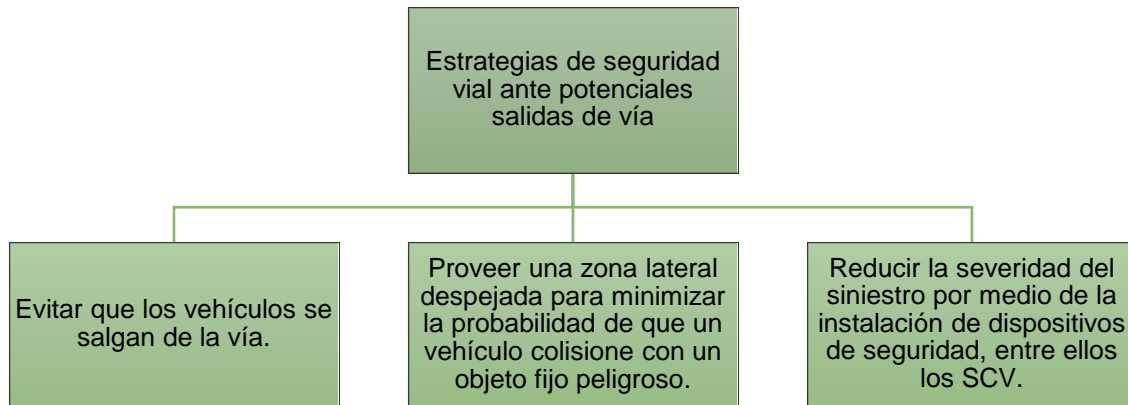
Las **zonas laterales** de una vía, son aquellas zonas ubicadas fuera del área de circulación vehicular, es decir, todo lo que bordea o delimita la calzada vehicular. En áreas urbanas es difícil disponer y garantizar de unas zonas laterales despejadas, pero debe ser un criterio de diseño vial principalmente sobre vías donde se prevé altas velocidades de operación. Las zonas laterales son entonces, las que por su naturaleza diversa contienen los elementos que son peligrosos o que, por su dinámica, requieren ser protegidos de la invasión de vehículos errantes (por ejemplo, peatones). Un siniestro por salida de vía puede terminar en volcamiento del vehículo o en una colisión con objeto fijo (frontal o lateral) ubicados al borde de la vía y, por esto, es que los SCV se utilizan con el objetivo de absorber parte de la energía del impacto y proveer el direccionamiento del vehículo.

¹ Ibid. p., 17.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Las estrategias para reducir los siniestros causados por salidas de vía se enfocan principalmente en:

Figura 6. Estrategias para reducir los siniestros causados por salidas de vía.




Fuente: elaborado a partir de Guía Técnica para el Diseño, Aplicación y Uso de Sistemas de Contención Vehicular. Fondo de Prevención Vial. En adelante: Guía SCV, 2012.

Las zonas laterales son un aspecto más sensible en áreas urbanas por el alto grado de consolidación existente y por las dinámicas propias que los distintos usos del suelo desencadenan. Finalmente, algunas vías por su jerarquía, función, geometría y entorno, requieren Sistemas de Contención Vehicular, cuyas características se definen según las particularidades del sitio.

En caso de existir obstáculos u otros elementos en las zonas laterales de una vía, que se constituyan en riesgos potenciales ante una eventual salida de vía, debe tenerse en cuenta en lo posible el siguiente orden de intervenciones:

1. Remover o eliminar el obstáculo o peligro.
2. Rediseñar o modificar el obstáculo para que sea traspasable de forma segura.
3. Relocalizar el obstáculo a un sitio donde sea menos probable colisionar contra él.
4. Reducir la severidad de un potencial impacto usando un dispositivo fusible apropiado.
5. Proteger del obstáculo mediante un apropiado SCV.
6. Delimitar o demarcar el obstáculo en caso de que las opciones anteriores no sean factibles o apropiadas.²

² Guía Técnica para el Diseño, Aplicación y Uso de Sistemas de Contención Vehicular. Fondo de Prevención Vial, 2012.

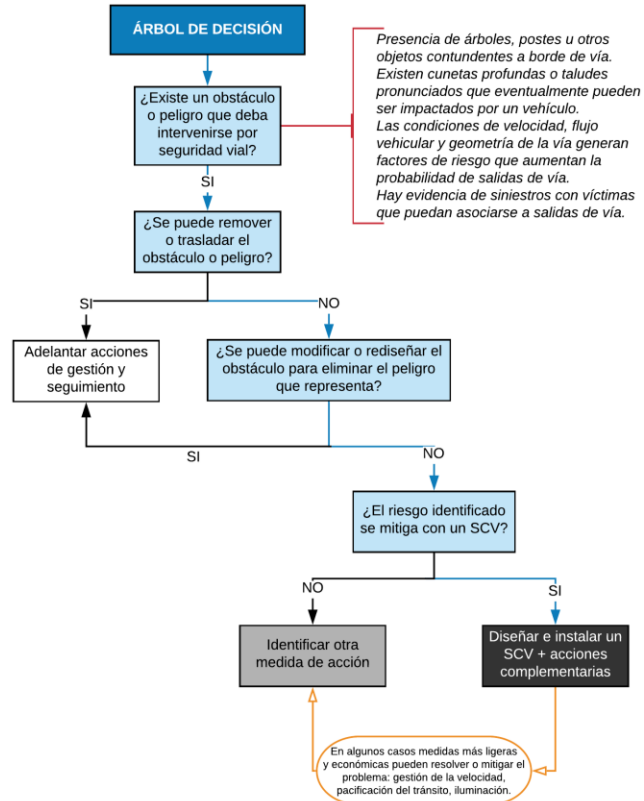
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRICTAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Tener en cuenta que varios de los puntos anteriores pueden requerir gestión con otras entidades.

En cuanto a los árboles, ese tienen tres criterios básicos de seguridad vial para definir las especies arbóreas que pueden bordear las vías, estos son: (1) la velocidad máxima de operación permitida en la vía que normalmente está determinada por su jerarquía y su entorno; no se recomiendan árboles robustos sobre vías de alta velocidad; (2) con relación al punto anterior, los árboles que superan los 10 cm de diámetro en su tronco cuando están en edad madura son considerados objetos contundentes, así como los postes, a su vez, se recomiendan con bases fusibles o rompibles como mecanismo de absorción de energía; (3) los árboles frondosos y con ramas bajas limitan la visibilidad.

De manera gráfica se muestra a continuación el árbol de decisión que acompaña la posible implementación de un SCV. Cada etapa de este proceso debe involucrar un análisis que va determinando la acción que debe tomarse y sustentada técnicamente a fin de validar la acción. Más adelante se irá mostrando las especificidades que deben tenerse en cuenta en cada etapa.

Figura 7. Árbol de decisión para la implementación de SCV.




Fuente: Elaboración propia.

La siguiente tabla recoge de manera más esquematizada posible tratamientos sobre bordes de vía.

Tabla 5. Consolidado de estrategias a evaluar previo a la decisión de intervenir con SCV.

Estrategia	Tratamientos
Remover los obstáculos	Remover las rocas de los márgenes de la vía Reemplazar los árboles de tronco mayor a 10 cm de diámetro en su madurez
Modificar el obstáculo	(No son tan comunes en entornos urbanos) Aplanar los taludes en los márgenes de la vía. Diseñar cunetas traspasables. Implementar dispositivos fusibles o quebradizos. Modificar los terminales de alcantarillas: <ul style="list-style-type: none"> Eliminar los muros cabezales y cubrir con rejillas traspasables. Construir terminales oblicuos que no sobresalgan del talud del


	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

	terraplén.
Reubicar el objeto fuera de la zona libre necesaria para reducir la probabilidad de que sea impactado por un vehículo.	Reubicar los árboles pequeños fuera de la zona libre necesaria Reubicar los postes fuera de la zona libre necesaria.
Delinear el obstáculo si ninguna de las opciones anteriores es factible.	(Puede requerir un SCV) Delinear los postes con balizas o cinta retrorreflectiva. Mejorar la señalización, visibilizando el obstáculo.
Evitar que los vehículos se salgan de la vía.	Instalar bandas sonoras en las bermas o en medio de los carriles de circulación. Mejorar el alineamiento horizontal de la vía. Brindar un adecuado mantenimiento al pavimento, específicamente se debe verificar la fricción entre la llanta y el pavimento. Proveer demarcación y señalización adecuada a la vía. Ampliar y/o pavimentar las bermas. Eliminar el desnivel entre la berma y el carril de circulación, si existe. Disminuir la velocidad.
Minimizar la probabilidad de que un vehículo colisione con un objeto fijo peligroso o se vuelque si desciende por un talud o desnivel.	Diseñar e implementar elementos traspasables y seguros. Remover o reubicar los objetos fijos potencialmente peligrosos. Delinear los obstáculos o zonas peligrosas. Mejorar iluminación.
Reducir la severidad del siniestro por medio de la disposición de sistemas de contención vehicular.	Proveer el equipamiento vial adecuado como postes fusibles o quebradizos. Disponer sistemas de contención vehicular si no es posible eliminar, mitigar o modificar el peligro debido a razones técnicas, económicas o ambientales.

Fuente: Elaborado a partir de Valverde, 2011.

El concepto de vías perdonadoras

Independientemente de la causa por la cual un vehículo se sale de la vía, un margen de carretera libre de obstáculos fijos y con taludes de pendientes suaves, dan la oportunidad al conductor de reconducir el vehículo al carril de circulación, evitando que se vuelque o colisione con objetos fijos. Sin embargo, estas condiciones son muy difíciles de lograr en entornos urbanos donde existe un alto grado de consolidación de construcciones e infraestructuras de diversa índole.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRICTAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

El concepto de “vías perdonadoras” consiste en, permitir a los vehículos errantes abandonar involuntariamente la vía y, encontrarse con un margen de carretera cuyo diseño reduzca las consecuencias del accidente. Este concepto ha sido refinado al punto de que el diseño de los márgenes de carreteras, en muchos países, ha sido incorporado como parte integral de los criterios de diseño de la infraestructura vial³. Este concepto idealmente debería aplicarse a las vías cuyas características operacionales impliquen velocidades considerables (>60 KPH).

4. CONCEPTOS

Se presentan aquí algunos conceptos generales sobre los cuales se estructuran los lineamientos técnicos de seguridad vial asociados a Sistemas de Contención Vehicular. Más adelante en el documento se irán definiendo otros conceptos específicos sobre el tema de este documento, los cuales requieren un desarrollo más detallado.

Amenaza: Probabilidad de ocurrencia de un suceso potencialmente desastroso durante cierto periodo de tiempo en un sitio dado.


Amortiguador de impacto: Es un dispositivo cuyo propósito es evitar el choque frontal de un vehículo contra un obstáculo fijo que no puede intervenir con otro tipo de solución. En el caso de un impacto frontal, pueden detener un tipo de vehículo a una razón de desaceleración tolerable para sus ocupantes. También, la mayoría de estos dispositivos son capaces de contener y redireccionar un vehículo errante en el caso de un impacto lateral

Barrera de contención para motociclistas: Es un sistema de contención vehicular diseñado además para contener y proteger a motociclistas y evitarles lesiones graves en caso de que pierdan el control y colisionen con la barrera.

Exposición: En el contexto de la seguridad vial, se refiere al estado de estar expuesto a un riesgo. Medir la exposición tiene como objetivo indicar la probabilidad de que ciertos sectores de la población se vean implicados en colisiones, basados en determinada cantidad de tiempo, volumen o distancia. En el contexto de los modelos de colisiones, la exposición puede comprender el volumen total de tránsito de vehículos motorizados (kilómetros-vehículos recorridos o el tránsito diario promedio en un año) o la cantidad de desplazamientos de peatones y ciclistas.

Peligro: Fuente, situación o comportamiento con potencial para causar daño, en términos de daño humano, asociado al uso de la infraestructura.

³ Guía Técnica para el Diseño, Aplicación y Uso de Sistemas de Contención Vehicular. Fondo de Prevención Vial, 2012.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRICTAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Pretil de puente: Es un sistema análogo a una barrera de contención vehicular lateral o central, que se diseña en general para bordes de tableros de viaductos y puentes.

Riesgo: En materia de seguridad vial, el riesgo puede tener diferentes significados, puede referirse a una situación que implica la exposición al peligro, o también puede referirse a una tasa de lesiones calculada al dividir el número de lesiones colisiones entre la exposición o la población. Por último, puede referirse a la probabilidad de que la amenaza ocurra en circunstancias de uso de la infraestructura.


Seguridad vial: Conjunto de acciones, mecanismos e intervenciones sobre la infraestructura vial y de transporte, que están dirigidas a la prevención de siniestros viales, su mitigación y/o minimización de sus efectos. Se refiere también a tecnologías y distintas prácticas de diseño urbano dispuestas a favor de todos los usuarios de la vía para una circulación segura que proteja la vida y brinde comodidad, seguridad y accesibilidad urbana.

Sistema de Contención Vehicular: son dispositivos que se instalan en las zonas laterales de una carretera o en las fajas de separación de calzadas en sentido contrario, y su finalidad es retener y redireccionar los vehículos que se salen fuera de control de la vía, de manera que se limiten los daños y lesiones, tanto para los ocupantes como para los otros usuarios de la vía y personas u objetos situados en las cercanías, tales como viviendas, escuelas, ciclorrutas, personas y elementos fijos en las zonas laterales.

Terminal de barrera: Son sistemas longitudinales aproximadamente paralelos al flujo vehicular y su función principal es servir como anclaje inicial y final de las barreras laterales y centrales. Son diseñados para generar el anclaje y contener y redireccionar un vehículo en el caso de un impacto lateral. Es un sistema que se diseña para reducir la probabilidad de que un vehículo sea lanzado, se vuelque o sufra una excesiva desaceleración si impacta el extremo de una barrera de contención vehicular.

Transición: Es un segmento de barrera que cumple la función de servir de transición gradual entre un sistema de menor rigidez a uno de mayor rigidez. Esta transición es fundamental para unir SCV de diferentes rigideces y lamentablemente no son muy comunes en nuestro entorno.

Vulnerabilidad: La vulnerabilidad es la condición de un usuario vial por razón del medio utilizado para su desplazamiento y el grado de protección (o desprotección) que tienen ante la interacción con modos motorizados, en este sentido son vulnerables los peatones y ciclistas. Por otra parte, la vulnerabilidad también es una forma de calificar a un usuario vial por sus características físicas y

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

respuesta ante un siniestro vial, así, tienen un mayor riesgo de sufrir lesiones ancianos y niños y por ende son considerados usuarios vulnerables.

5. MARCO NORMATIVO Y DE REFERENCIA

Se presenta a continuación un listado de normas y documentos técnicos de referencia, que sirven como base para la aplicación de este lineamiento.

5.1 Normatividad

- Norma INVIAS. Artículo 730.
- NTC 4109 “Prefabricados de concreto. Bordillos, cunetas y topellantas de concreto”, 2008.

5.2 Documentos técnicos de referencia

Nacional


- Guía Técnica para el Diseño, Aplicación y Uso de Sistemas de Contención Vehicular. Fondo de Prevención Vial, 2012.
- Guía Técnica para el Diseño de las Zonas Laterales para vías más seguras. Fondo de Prevención Vial, 2012.

Internacional

- NCHRP Report 537 Recommended Guidelines for Curb and Curb–Barrier Installations, 2005.
- NCHRP Report 638 Guidelines for Guardrail Implementation, 2009.
- Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras. Universidad de Costa Rica. Valverde, 2011.
- NCHRP Report 350 (National Cooperative Highway Research Program) y su actualización MASH (Manual for Assessing Safety Hardware).
- EN 1317.

6. LINEAMIENTOS TÉCNICOS

Estos lineamientos buscan ser el punto de referencia sobre el cual el ingeniero puede tomar decisiones con respecto a los SCV, por lo que al constituirse en base conceptual no busca sustituir el criterio técnico. En cada caso donde se prevea una acción en cuanto a SCV, se debe realizar un análisis particular del sitio identificado como peligroso y evaluar los beneficios de los posibles

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

tratamientos. La mejor solución es aquella que brinda el nivel de protección requerido por los usuarios de la vía al menor costo durante un determinado período de tiempo, esto significa que los SCV pueden no ser la mejor solución en todos los casos donde inicialmente se contempla. Antes de priorizar un SCV, se debe analizar la viabilidad de otras propuestas que incluyen la eliminación o modificación del obstáculo, cambios en el diseño geométrico de la vía, extensión de la zona libre disponible, intervenciones en la estructura de pavimentos, entre otras.


SE RECOMIENDA SEGUIR LOS PROCEDIMIENTOS DE DISEÑO CONTENIDOS EN LA GUÍA TÉCNICA PARA EL DISEÑO, APLICACIÓN Y USO DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR DEL FONDO DE PREVENCIÓN VIAL (2012).

El procedimiento general se resume en los siguientes pasos:

1. Reunir información requerida para el análisis.
2. Determinar el nivel de contención requerido de la barrera.
3. Establecer la disposición de la barrera.
4. Determinar la ubicación lateral con respecto a la zona lateral de la vía y al obstáculo.
5. Determinar la ubicación en altura.
6. Establecer los parámetros de comportamiento dinámicos, D y W.
7. Establecer las dimensiones de la barrera.
8. Determinar la relación de esviaje.
9. Seleccionar la barrera de contención y los terminales de los proveedores certificados y demás elementos que hagan parte integral del sistema.

Los **Sistemas de Contención de Vehicular (SCV)** son dispositivos que se instalan en las zonas laterales de una carretera o en las fajas de separación de calzadas en sentido contrario, y su finalidad es retener y redireccionar los vehículos que se salen fuera de control de la vía, de manera que se limiten los daños y lesiones, tanto para los ocupantes como para los otros usuarios de la vía y personas u objetos situados en las cercanías, tales como viviendas, escuelas, ciclorrutas, personas y elementos fijos en las zonas laterales. Unos sistemas bien diseñados: evitan caídas por desniveles pronunciados, impactos con obstáculos e invasión de otras vías de circulación. Su función es reducir la gravedad de la colisión como consecuencia de los siniestros por salida de la vía, mediante la contención, re-direccionamiento o detención de los vehículos, que de forma incontrolada abandonan la calzada. De esta manera, se pretende proteger a los ocupantes del vehículo errático, a otros usuarios viales y a terceros vulnerables próximos a la vía. Al respecto, se reitera que los SCV son dispositivos que no evitan los accidentes, pero si reducen sus consecuencias negativas⁴.

⁴ Ibid., p. 4.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Cuando no exista la posibilidad razonable, técnica o económica, de resolver las situaciones de riesgo a través de una intervención en el diseño; la eliminación, desplazamiento o modificación del obstáculo o la ampliación del espacio entre el borde exterior de la vía y el objeto de peligro (extensión de la zona libre); se deben proyectar, mediante normativas y recomendaciones específicas, todos los elementos de seguridad que se requieran para lograr el objetivo de mitigar o reducir las consecuencias graves ante una colisión, protegiendo la vida de los usuarios de la vía⁵.

6.1 Clasificación de los SCV según su rigidez

Estos sistemas están clasificados según el tipo de rigidez del sistema: flexible, semi-rígido y rígido, teniendo como diferencia principal el grado de deformación con relación al nivel de absorción de la energía durante el impacto, por lo que cada tipología se comporta de manera diferente y estas particularidades son relevantes a la hora de elegir y diseñar/implementar el sistema. La rigidez de un SCV se determina mediante su capacidad de deflexión dinámica ante el impacto de un vehículo bajo condiciones controladas de velocidad, masa del vehículo y ángulo de impacto⁶ (o de entrada).

Si hay suficiente espacio entre el obstáculo y el borde de la vía, es preferible colocar una barrera flexible o semi-rígida, ya que imponen menores fuerzas de impacto a los ocupantes del vehículo, reduciendo la posibilidad de que sufran lesiones severas.

Tabla 6. Tipos de SCV según su deflexión dinámica.

Tipo	Deflexión dinámica (m)	Ejemplos
Flexible	2,0 - 3,5	Barreras de cables
Semi-rígido	0,6 - 2,0	Barreras metálicas de doble o triple onda
Rígido	0,0 - 0,6	Barreras de concreto ancladas

Fuente: Elaborado a partir de Guía ASV, 2012.

De lo anterior, surgen dos parámetros de diseño íntimamente relacionados y una variable adicional que hace parte de los ensayos bajo los cuales se testean los sistemas de contención certificados⁷.

La **deflexión dinámica** (D_m) es, en pocas palabras, el máximo desplazamiento lateral o deformación que sufrirá la barrera al momento de ser impactada. Esto significa que no es un SCV

⁵ Íbid., p. 19.

⁶ Los SCV certificados incluyen unos protocolos de ensayo que tienen en cuenta unas condiciones de: masa del vehículo, velocidad y ángulo de impacto.

⁷ Revisar los estándares internacionales EN 1317 (norma europea) y la NCHRP Reporte 350 (norma americana).

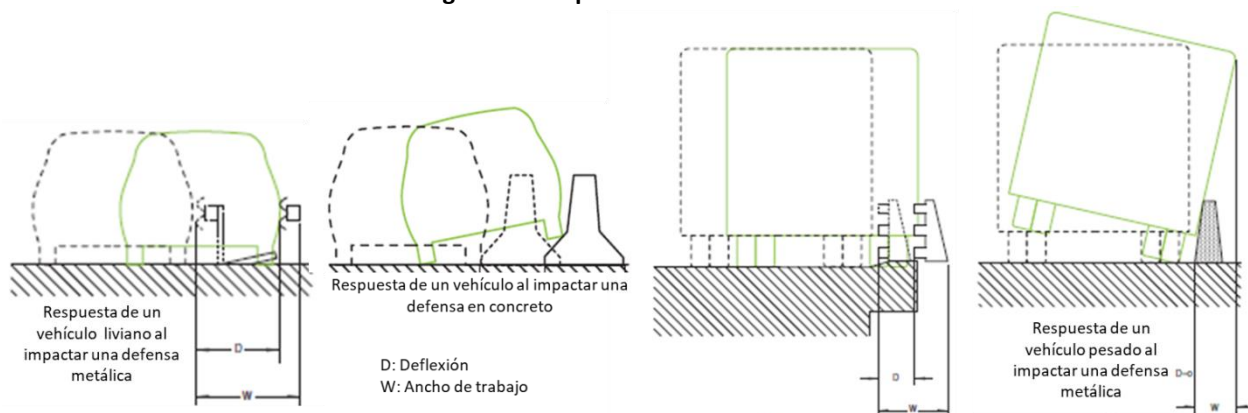
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

muy recomendable para ser dispuesto sobre andenes ya que requieren de un **ancho de trabajo** (W_m) sobre el cual se presentará esta deflexión en caso de un impacto, es entonces la distancia entre la cara más próxima de la barrera al tráfico antes del impacto y la posición lateral más alejada que durante el impacto alcanza cualquier parte esencial del sistema de contención o el vehículo. Lo anterior permite intuir que, cuando sea necesario ubicar un SCV al borde de una vía que dé sobre una franja de circulación peatonal o de ciclistas, el tipo de rigidez del sistema debe ser tal que al momento de ser impactado no afecte la franja de circulación ni atente sobre los usuarios que eventualmente estén ocupando ese espacio. Solo deben usarse sistemas flexibles⁸ o semi-rígidos cuando la zona lateral de la vía disponga de espacio suficiente para que se desarrolle la deformación esperada.

La deflexión dinámica y el ancho de trabajo son dos criterios de diseño que determinan el tipo y nivel de contención del sistema, y permiten fijar, además, la ubicación de la barrera de seguridad con respecto al obstáculo o zona peligrosa.

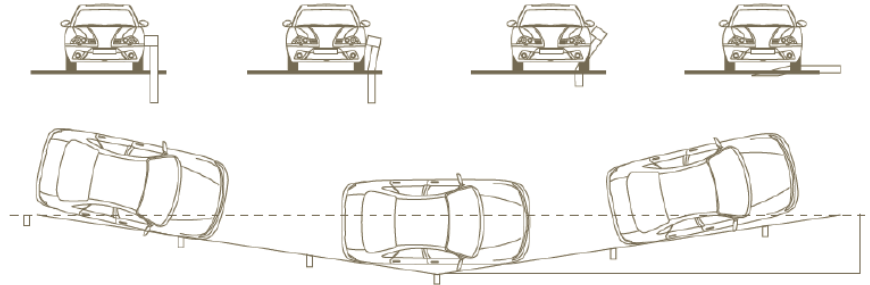
Según su **nivel de contención**, estos sistemas tienen, en términos generales, niveles de contención bajo, medio y alto, ya se trate de sistemas flexibles, semi-rígidos y rígidos. Al momento que un vehículo impacta un SCV hay un desplazamiento lateral (deflexión dinámica) que varía dependiendo del tipo de sistema impactado, mayor cuando este es flexible, menor cuando es rígido.

Figura 8. Comportamiento de los SCV.



⁸ Este documento no profundiza en SCV flexible tipo cable al no ser una tipología usada en nuestro país. Eventualmente podrá incursionarse en este tipo de sistemas que seguramente dependerá de futuras regulaciones.

 <p>ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Secretaría Movilidad</p>	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020



Fuente: Elaborado a partir de Valverde, 2011.

SCV semi-rígidos

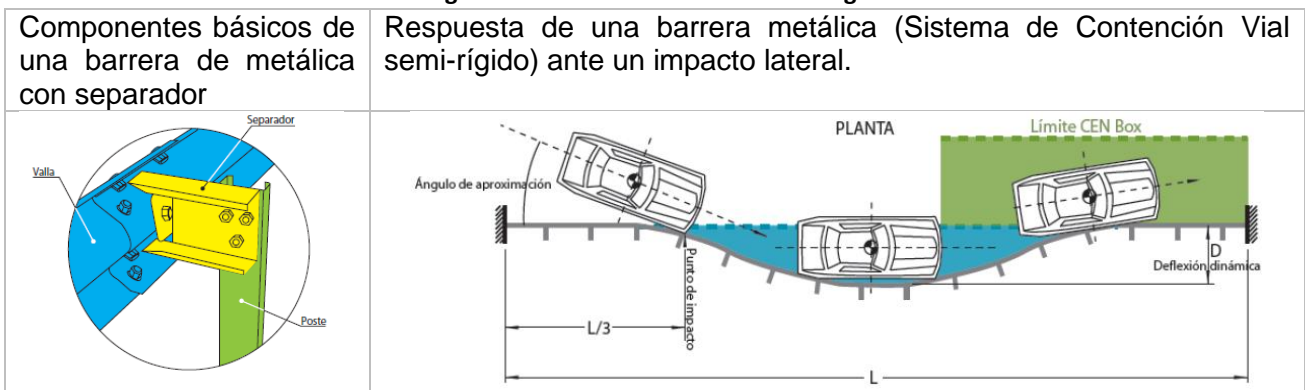
Estos sistemas son comúnmente conocidos como barreras metálicas. Los tres elementos básicos que conforman este tipo de barreras son: la viga, el poste y el separador.

Las **vigas** son los elementos longitudinales del sistema de la barrera cuya función es contener y redireccionar aquellos vehículos que fuera de control colisionen con la barrera.


El **poste** junto con el separador mantiene la barrera a la altura requerida, y en el caso de los postes ubicados en los extremos de la barrera, generan el anclaje suficiente para mantener en pie a la barrera cuando ésta sea chocada durante un accidente por salida de vía. El poste debe tener la rigidez y también la capacidad de deformarse/desprenderse del suelo o superficie de donde está soportado para que pueda trabajar el sistema completo.

El **separador** es un elemento de transición entre el poste y la viga, muchas veces es un elemento opcional en el sistema y su falta no modifica sustancialmente el comportamiento del sistema en su conjunto. Deben conservarse SIEMPRE que el diseño así lo especifique.

Figura 9. Elementos de un SCV semi-rígido.



Fuente: Guía SCV, 2012 y Valverde, 2011.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

El **ángulo de salida** es un parámetro utilizado para medir la capacidad de la barrera de seguridad para otorgar al vehículo que la impacta una dirección de salida lo más paralela posible al eje de la calzada.

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.

Si el SCV está emplazado sobre un andén o separador vial debe cuidarse la altura y geometría del bordillo de tal manera que, al momento del impacto, el vehículo choque con la viga metálica y no con otro elemento. Como se complementará en el Anexo A, las defensas metálicas no se recomiendan sobre andenes o separadores ya que, al estar embebidas en una zona dura, se rigidiza el sistema evitando que pueda desplazarse y tener la respuesta dinámica esperada.

SCV rígidos

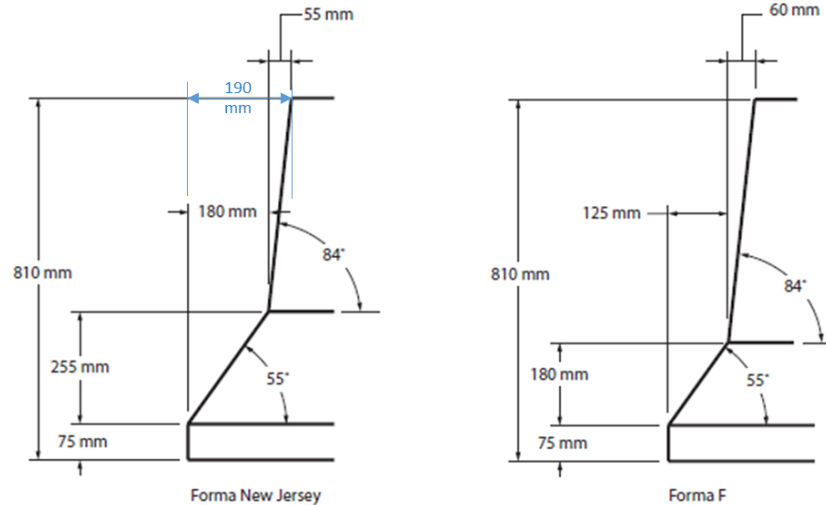
Existen varios tipos de SCV rígidos según su geometría, aquí se hace énfasis dos: Tipo New Jersey y Tipo F, este último con ventajas adicionales que lo han hecho el más utilizado en la actualidad en todo el mundo. Los muros lisos son otro tipo de SCV rígido del que se puede encontrar información en las referencias dadas en este lineamiento.

Las **dimensiones** de las barreras de concreto responden a los parámetros bajo los cuales fueron testeados, es decir, a básicamente unas condiciones de velocidad y masa del vehículo, y ángulo de impacto. Por esta razón, su desempeño está asociado a mantener y garantizar esta geometría durante su instalación y tiempo de servicio.

Por otro lado, el **anclaje** de las barreras de concreto es especialmente crítica cuando estos elementos se ubican en puentes. Un buen diseño debe proveer una conexión segura entre el puente y la barrera, al igual que en los demás sitios donde se determine deban ser instalados.

Tabla 7. Comparación entre secciones de barrera tipo F y tipo New Jersey.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020



Fuente: Guía SCV, 2012.

El tipo F reduce el salto del vehículo durante el impacto y mejora la trayectoria del vehículo. Además, los 190 mm de distancia horizontal (en azul) reducen el ángulo de inclinación durante el impacto de un vehículo pesado que usualmente tienen sus centros de gravedad más altos respecto al suelo⁹. Además, el diseño de la barrera tipo F reduce o minimiza el daño de los vehículos durante el impacto¹⁰, razón por la cual son ahora internacionalmente más usados que el tipo New Jersey.


6.2 Parámetros de diseño de los SCV

Se definen los siguientes parámetros para evaluar la eficiencia de las barreras de contención vehicular y definir los límites de aceptación.

- **Nivel de contención (NC).** Es la energía cinética transversal que un sistema es capaz de retener de manera controlada, sin que el vehículo atravesase el sistema ni se vuelque.
- **Severidad del impacto.** Se define como el nivel de riesgo de sufrir lesiones para los ocupantes del vehículo como consecuencia de una colisión. Un sistema que sea capaz de contener un camión no sirve si al contener un vehículo liviano causa graves lesiones o la muerte de sus ocupantes.

⁹ https://safety.fhwa.dot.gov/roadway_dept/countermeasures/docs/Concrete_Apr2013Saferlogo.pdf

¹⁰ McDevitt, C.F., (2000). Basics of concrete barriers. Public Roads Journal 63(5): 10-4.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

- **Deformación del sistema.** Asociada a los parámetros W y D. Si la deformación del sistema es mayor que el espacio transversal entre éste y la zona peligrosa, entonces el sistema no protege realmente al usuario del peligro.
- **Capacidad de redireccionamiento o trayectoria del vehículo después de impactar el sistema.**

Los SCV deben diseñarse teniendo muy presente las condiciones del entorno y las distancias de borde de vía a los obstáculos identificados. Los SCV semi-rígidos no pueden considerarse cuando no se dispone de un ancho de trabajo suficiente, en esos casos será más conveniente considerar un sistema más rígido y, por ende, menos proclive a deformarse. El ancho de trabajo está condicionado por la presencia de objetos contundentes o características de la zona lateral (cunetas profundas, taludes pronunciados, precipicios) y por ello esta condición particular del entorno es clave para el diseño del mejor SCV para cada lugar.

Dependiendo de la velocidad, el nivel de riesgo y la gravedad esperada del siniestro, se puede determinar aproximativamente el NC (presentados más adelante) del SCV.

Tabla 8. Clasificación de la gravedad de los siniestros

Nivel de riesgo	Gravedad del accidente	Condiciones
Riesgo Alto	Muy grave	Caídas por precipicios. Caídas desde la plataforma de un puente u otra estructura similar. Colisiones con estructuras a nivel inferior, donde se preste un servicio o se almacenen mercancías peligrosas. Nudos e intersecciones complejas.
	Accidente grave para terceros	Invasión de otras vías paralelas (líneas férreas, carreteras, ciclovías). Irrupción en zonas donde se localizan terceros vulnerables (parques recreativos por ejemplo). Choque con elementos que puedan producir la caída de objetos de gran masa sobre la plataforma de la vía o puente.
	Accidente grave	Caídas en masas de agua. Choque con pilares de puentes o entradas a túneles. Colisiones con laderas rocosas.
Riesgo normal	Accidente normal	Choque con elementos como: Árboles. Postes y soportes de luminarias, señales, rótulos y vigas. Muros, paredes, muros de retención, muros de suelo reforzado, muros de tierra armada, tablestacas, pantallas antirruído. Estructuras del sistema de drenaje. Cunetas o canales de sección no traspasable. Taludes transversales. Vuelco (paso por taludes paralelos no traspasables).

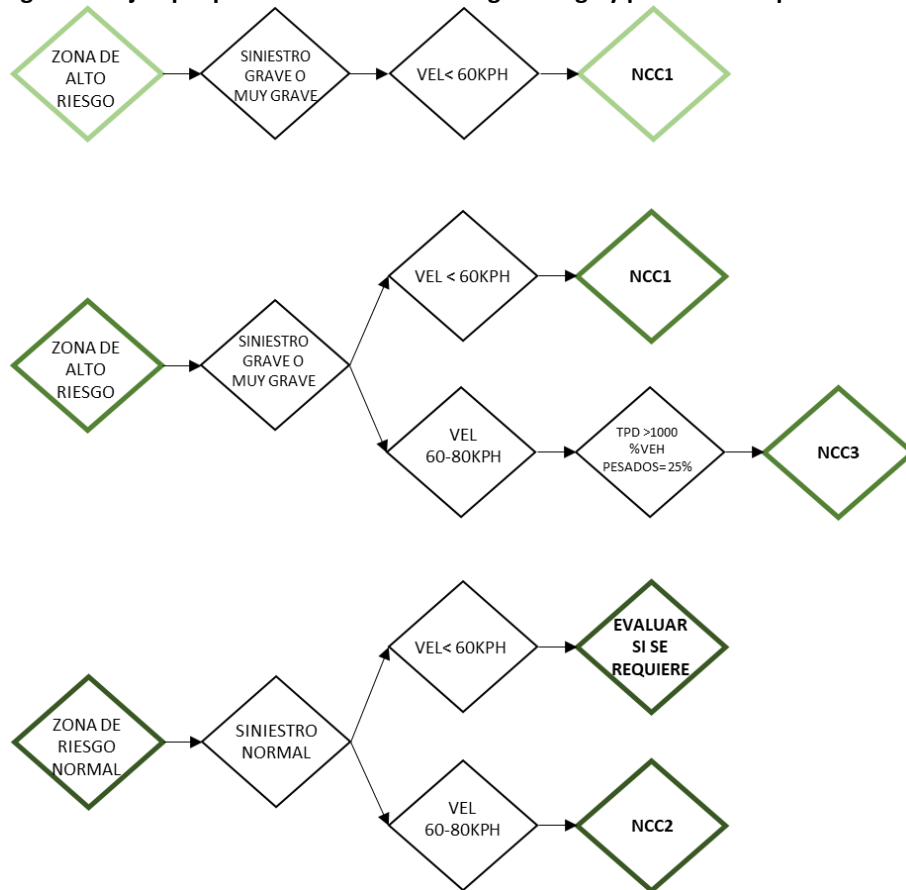
Fuente: Guía ASV, 2012.

Si la velocidad de la carretera es menor de 60 km/h y la gravedad esperada del siniestro es grave o muy grave, el nivel de contención mínimo de la barrera de seguridad que se debe instalar es

 <p>ALCALDIA MAYOR DE BOGOTÁ D.C. Secretaría Movilidad</p>	SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

NCC1, si se espera una gravedad normal, la justificación de instalar barrera recae en el criterio del diseñador o el antecedente de la siniestralidad reportada en vía. Si la velocidad ya empieza a ser mayor de 60 km/h y, dependiendo de la proporción de vehículos pesados y gravedad, el NC puede ser NCC3 o NCC2 respectivamente.


Figura 10. Ejemplo para determinar el NC según riesgo y parámetros operacionales.



Fuente: Resultados obtenidos siguiendo el procedimiento de la Guía SCV, 2012.

Niveles de Contención y estándares internacionales

A nivel nacional no se cuenta con una reglamentación o estándar de diseño para Sistemas de Contención Vehicular, solo se dispone de una norma técnica que especifica los estándares de los materiales para instalar defensas metálicas. Esta norma corresponde al Artículo 730 del INVIAS y define unas dimensiones de acuerdo con lo indicado en la especificación AASHTO M-180 (a menos que un diseñador especifique algo diferente). En cuanto a defensas de concreto se tiene el

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Artículo 731 con referencia en la norma ASTM C 825 “*Standard Specification for Precast Concrete Barriers*” que determina una resistencia mínima del concreto.

Con respecto a lo anterior, cabe señalar que las normas colombianas¹¹ no estipulan unos niveles de contención mínimos que puedan ser equiparados a los estándares internacionales que son ampliamente utilizados, esto denota un problema de seguridad vial pues al ser elementos no testeados su comportamiento es incierto. Igualmente, no se han realizado pruebas ni seguimiento a los SCV implementados que permitan conocer con más profundidad su desempeño.

Las normativas de ensayo EN 1317 (europea), Reporte 350 NCHRP y MASH (americana), contienen procedimientos estándar de ensayo, evaluación y clasificación de los sistemas de contención vehicular según un nivel de contención (NC). Por tener presente que estos sistemas tienen una base investigativa fuerte, se recomienda SIEMPRE que sean utilizados SCV certificados. Teniendo en cuenta lo anterior, se indican las generalidades de estas normas que puedan servir de base para la toma de decisión en SCV en cuanto a selección del tipo de sistema y nivel de contención mínimo necesario para cada caso en particular.

Tabla 9. Clasificación de los NC según norma colombiana y estándares internacionales.

Nivel de contención	NCC	EN 1317	NCHRP 350	MASH
Bajo	NCC1	N2	TL2	TL2
Medio-Bajo	NCC2	H1, L1	TL3, TL4	TL3, TL4
Medio	NCC3	H2, L2	-	-
Medio-Alto	NCC4	H3, L3	-	-
Alto	NCC5	H4a, L4a	TL5, TL6	TL5, TL6
Muy Alto	NCC6	H4b, L4b	-	-

Fuente: Guía SCV, 2012, y Valverde, 2011.

Transiciones, terminales y amortiguadores de impacto

Cuando se conectan longitudinalmente dos tramos de barrera de distinto comportamiento (nivel de contención o clase de deformación), se debe proveer de un tramo intermedio o **transición** que, se considera una barrera de seguridad con algunas particularidades o reservas en relación con el punto crítico y dirección del impacto¹². No todos los sistemas son proclives a conectarse mediante transiciones por lo que este elemento debe ser diseñado como parte integral del SCV.

¹¹ Norma INVIAS. Artículo 730.

¹² Valverde, 2011.


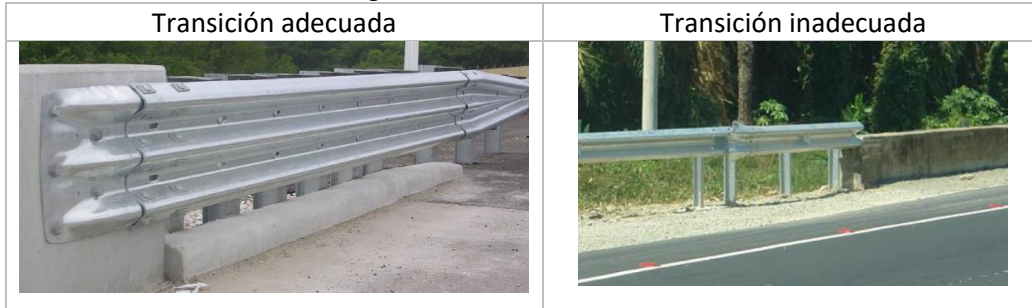
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Figura 11. Transición entre SCV.



Fuente: fotos Valverde, 2011.

Como su nombre lo indica, las **terminales** son los extremos de las barreras de contención vehicular, el tipo de terminal y especificaciones, depende del entorno y condiciones del tránsito del lugar. En el caso de que no se trate adecuadamente, el extremo o terminal de una barrera puede constituir un elemento muy peligroso para los vehículos y sus ocupantes.

Figura 12. Terminales típicas en barreras metálicas.

		
<p>Las terminales metálicas tipo “cola de pez” son las más comunes y NO SON RECOMENDADAS debido a que se convierten en peligros potenciales para los ocupantes de cualquier vehículo que choque contra alguno de ellos. El riesgo de penetrar en el interior del vehículo es elevado, imponen desaceleraciones muy altas a los ocupantes del vehículo y como no disponen de anclaje reducen la efectividad de la barrera en los extremos.</p>	<p>Las terminales abatidas vienen ancladas al suelo y dotan al sistema de un comportamiento mecánico (tracción) adecuado para su función de contención. No ofrece un elevado riesgo de penetrar al interior del vehículo, pero puede producir vuelco de los vehículos que lo impactan frontalmente. En los casos en que la barrera se ubique próxima a la vía, se debe instalar de manera que en planta presente un tramo en ángulo, de tal forma que el extremo enterrado del terminal se aleje del borde de la vía (efecto de esviaje).</p>	<p>Las terminales esviadas reducen la posibilidad de chocar de frente con el extremo de la barrera de contención, el esviaje hace que el conductor perciba menos a la barrera como un obstáculo cercano a la vía. Por otra parte, se reduce la longitud necesaria de barrera, ya que una barrera paralela a la vía debe ser más extensa para evitar que un vehículo que abandona la vía en la sección anterior al obstáculo, pase por detrás de la misma y colisione con el elemento peligroso.</p>

Fuente: Elaborado a partir de Guía SCV, 2012.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRICTAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Terminales atenuadores de impacto: Como su nombre lo indica, este tipo de terminales se comportan como sistemas atenuadores de impactos frontales y como barreras de contención vehicular ante las colisiones laterales. Constituyen el tipo óptimo de terminal.

Figura 13. Terminal atenuador de impacto.

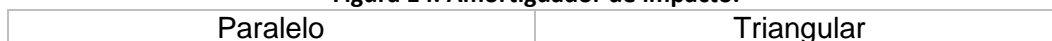



Fuente: Consulta en la web.

Los **amortiguadores** son un tipo de atenuador de impacto diseñado para atenuar las consecuencias del choque frontal del vehículo, absorbiendo su energía cinética mediante la deformación del sistema. Los amortiguadores certificados son de forma paralela o triangular, y tienen unas especificaciones de instalación y diseño particulares. Esto debe tenerse en cuenta a la hora de seleccionar esta solución. Los amortiguadores de impacto requieren elementos de transición, sea a una defensa metálica o a una barrera de concreto. Es importante, además, analizar muy bien su conveniencia ya que son dispositivos costosos en comparación con otro tipo de soluciones. La norma EN (estándar europeo) no ha desarrollado especificaciones en terminales ni amortiguadores. En la norma NCHRP Reporte 350, el nivel de contención máximo para amortiguadores es el TL3. Estos elementos requieren unas condiciones de instalación que debe ser proporcionadas por los fabricantes y revisadas durante la instalación. Normalmente necesitan de una losa de fundación para el anclaje del riel (espesor 15 cm y concreto de 4 PSI) y un valor máximo de pendiente transversal de la superficie de rodadura sobre el cual se puede instalar el amortiguador.

Para conocer más detalles sobre estos elementos consultar la Guía SCV, 2012 (Fondo de Prevención Vial) referenciada en este lineamiento.

Figura 14. Amortiguador de impacto.



	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020



Fuente: Consulta en la web.


6.3 Elementos para la Gestión de SCV

La gestión de los SCV en los términos de este lineamiento, consiste en identificar (seleccionar y priorizar) los sitios que requieran algún tipo de solución en SCV, así como en brindar pautas para la instalación y mantenimiento de estos sistemas, para ello se establecen unas directrices generales:

Selección de sitios

- En **proyectos de diseño**. En lo posible deben evitarse los SCV siempre que puedan efectuarse mejoras en el diseño de la vía en cuestión: esto significa eliminar los elementos o situaciones de riesgo, o modificar el diseño. Cuando esto no sea posible deberá diseñarse el mejor sistema para cada situación en particular.
- En **vías existentes**. (1) Si existen datos o evidencias de que una parte de los siniestros históricos de un sitio se deben a salida de vía / choque con objeto fijo y que éstos eventos serían susceptibles de ser mitigados con SCV; (2) cuando existe un riesgo potencial aun sin registros previos de siniestros, pero cuyo análisis concluya que dicho riesgo puede ser mitigado con este tipo de sistemas.
- En cualquier caso: Si no hay un objeto fijo que sea proclive a ser impactado u otro peligro en las inmediaciones de la vía que requieran específicamente de un SCV, evaluar la pertinencia de diseñar e instalar este tipo de sistemas. Este aspecto se menciona ya que en ocasiones se encuentran instalados estos sistemas en sitios donde no se identifica el riesgo potencial.

Para la selección de sitios deben tenerse en cuenta las siguientes etapas de análisis:

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020


- 1. Análisis de bases de datos de siniestros.** Revisar el historial de siniestros (datos) e indagar especialmente en aquellos cuya causa probable se haya debido a salida de vía y choque contra objetos fijos. Se recomienda revisar los últimos cinco (5) años de registros, determinando la gravedad del mismo: datos, heridos, muertos. Es importante identificar las zonas más críticas y luego ir definiendo sitios cada vez más delimitados teniendo presente que los SCV son elementos muy puntuales que requieren una localización muy específica (sea un punto o un tramo de vía).
- 2. Riesgos identificados a borde de vía.** Esta etapa requiere una visita técnica en donde puedan identificarse los riesgos, no solo la presencia de un posible objeto contundente es razón suficiente para determinar la necesidad de instalar un SCV, debe observarse el entorno y su dinámica.

Entendiendo que los SCV protegen de eventuales salidas de vía y posible impacto con objetos contundentes, es claro que un análisis preliminar debe estar enfocado en identificar los riesgos existentes a borde de vía (esto incluye los separadores viales). La naturaleza del elemento es tal que su interacción con un vehículo puede producir graves lesiones a sus ocupantes. Para ello se deben considerar sus dimensiones, geometría, configuración, rigidez, etc.

Cualquier elemento, objeto, obstáculo que, por su rigidez, material, forma, no sea posible remover, trasladar o modificar, de tal manera que su contundencia / peligro en caso de ser impactado no pueda ser eliminada o reducida, se constituye en un objeto contundente. Los riesgos a borde de vía suelen ser: árboles de considerable tamaño, postes, columnas de puentes u otro tipo de estructuras rígidas, precipicios u otros desniveles que no sean traspasables, cunetas o zanjas profundas, entre otros. En función de estos riesgos se evalúa la gravedad del siniestro que puede ocurrir (o que está ocurriendo –datos-) en caso de salida de vía o choque contra objeto contundente en cada uno de esos sitios.

- 3. Características del sitio identificado.** Se recomienda que durante la visita de campo se tomen notas sobre lo observado con relación a: la geometría de la vía (trayectorias vehiculares¹³, radios de giro, visibilidad, peraltes, indicios de anteriores impactos, huellas de frenadas en el pavimento, etc.). Adicional, y de manera preliminar, tomar nota sobre las características del tráfico (velocidades, flujo y composición vehicular). Un dato importante es la distancia del borde de vía al elemento potencialmente peligroso, esto determinará en la etapa de diseño el tipo de sistema a implementar.

¹³ La trayectoria más probable que seguiría un vehículo que sale de la vía fuera de control.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

4. **Información complementaria.** En lo posible, y aplica cuando hay conocimiento de que la Entidad dispone de esta información o puede recopilarla, se tendrá en: registros de velocidades en período valle (usualmente en las horas nocturnas es donde se presentan excesos de velocidad, normalmente se toma el V85 -en vías existentes- o la velocidad de diseño –para vías en diseño-), flujo y composición vehicular (importante si hay una presencia significativa de vehículos pesados y motocicletas, en cada caso este dato es importante para el diseño del SCV).

De manera gráfica se muestra a continuación el árbol de decisión que acompaña la posible implementación de un SCV. Cada etapa de este proceso debe involucrar un análisis que va determinando la acción que debe tomarse y sustentada técnicamente a fin de validar la acción. Más adelante se irá mostrando las especificidades que deben tenerse en cuenta en cada etapa.

Priorización

- Una vez seleccionados los sitios proclives a ser intervenidos con SCV y, realizados los análisis puntuales que amerita cada caso, se deben priorizar los sitios que deben intervenir con este tipo de soluciones.

La priorización es un proceso necesario mediante el cual se eligen aquellos puntos/tramos críticos que deben intervenir con un SCV, permitiendo obtener una lista definitiva a partir de un análisis Beneficio/Costo basado en los recursos disponibles y la gravedad histórica de la siniestralidad histórica. Se recomienda fuertemente sustentar la lista de sitios a intervenir haciendo la priorización con una relación $B/C \geq 1$ utilizando los datos de la siguiente tabla:


Tabla 10. Valoración económica de la siniestralidad para análisis B/C.

Gravedad del siniestro	Valoración económica (*)	Factor de equivalencia
Con muerto	901.103.474	1
Con herido	29.981.644	30
Solo daños	11.085.167	81

*Pesos colombianos, 2018

Fuente: SDM – OSV, 2019.

Los beneficios se miden en términos de reducción de costos sociales como consecuencia de la disminución en el número de siniestros y/o la gravedad de las colisiones. Los costos directos comprenden los costos de instalación, construcción, mantenimiento y reparación de los dispositivos de seguridad implementados (normalmente se tienen los costos de instalación de las medidas que se acostumbra a implementar).

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

A modo de ejemplo: Un punto crítico que en los últimos tres años presentó siniestros con víctimas (1 muerto, 2 heridos) asociados a salida de vía o choque con objeto fijo. El costo asociado a esa siniestralidad con víctimas sería: $1 \times \$901.103.474 + 2 \times \$29.981.644 = \$961.066.762$

Notas:

- Esta priorización se hace sobre otros puntos donde la relación B/C es mayor y no significa que deba descartarse alguna medida de acción.
- Los costos son aproximados partiendo de una valoración inicial que será útil para efectos de priorización. (ver ejemplo de un orden de prioridad)

1	Ubicación X	Descripción esquemática del SCV propuesto	Relación B/C=2.5
2	Ubicación Y	Descripción esquemática del SCV propuesto	Relación B/C=1.8
3	Ubicación Z	Descripción esquemática del SCV propuesto	Relación B/C=1.2

Se debe destacar, que la solución recomendada según criterios económicos también debe ser valorada cualitativamente, considerando factores sociales y ambientales. Si bien lo anterior no es factible de realizarse en todos los casos si se deja la recomendación por ser el procedimiento técnico y económico más responsable en cuanto al uso de recursos públicos.

Instalación

En este numeral se presentan algunos estándares generales de instalación considerados esenciales para garantizar un buen desempeño en las defensas metálicas. Sin embargo, se insiste nuevamente en la importancia de usar SCV certificados ya que estos son los únicos que han sido testeados para diferentes niveles de contención.

La **altura**¹⁴ de la viga con respecto al nivel del pavimento. Se debe garantizar una altura (determinada en el diseño del SCV) de valla/onda/viga metálica con respecto al nivel del pavimento. Normalmente esta altura ronda los 700 mm a 800 mm, en todo caso dependen del nivel de contención (del diseño y lugar de instalación). El nivel de contención como se referenciará más adelante, viene determinado por el tipo de vehículos que utilizan la vía y por la

¹⁴ En los SCV rígidos los elementos tienen una geometría predefinida incluyendo la altura; para los SCV semi-rígidos, la altura es de especial cuidado ya que está en relación directa con la localización de la barrera: tipo de terreno y distancia del borde de vía.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

distancia a los objetos contundentes que se encuentran protegidos por la barrera. En todo caso, la altura debe estar especificada en los diseños.

Como ya se indicó, los postes tienen entre sus funciones ubicar y mantener la valla a una altura determinada, además, debe cuidarse la altura de la barrera de tal manera que, al momento del impacto, el vehículo choque con la viga metálica y no con otro elemento como por ejemplo bordillos. Sobre este tema remitirse al Anexo A de este lineamiento.

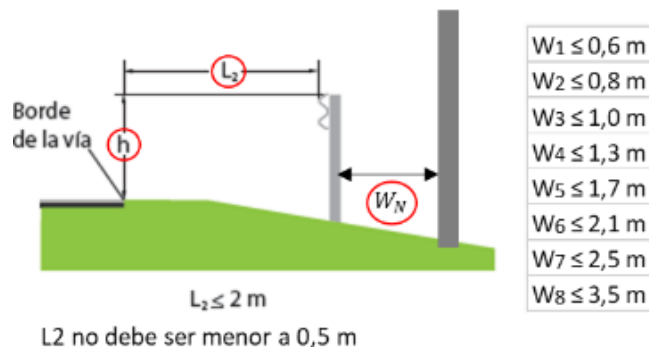
Figura 15. Altura de la defensa metálica.




Fuente: elaboración y fotos propias.

Si L_2 , la distancia lateral entre el límite externo del carril y el sistema de contención vehicular es menor o igual a 2,0 m, la altura de la barrera se mide con respecto al borde externo del carril. En las defensas metálicas propuestas se debe garantizar la ubicación lateral, altura y ancho de trabajo normalizado.

Figura 16. Altura de la defensa metálica, distancia mínima a borde de vía y anchos de trabajo normalizados.



Fuente: Elaborado a partir de Guía SCV, 2012.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

En barreras metálicas existentes que requieran mantenimiento, no se recomienda el uso de postes con sección IPN al resultar estos más contundentes y peligrosos ante un impacto. Con la instalación de SCV debe garantizarse que no se presentará enganchamiento o penetración de sus partes al interior del vehículo y es por eso que esto es un criterio evaluado en los test de impacto que se realizan para certificar los sistemas. En todo caso, deben garantizarse las especificaciones del fabricante.

Figura 17. Tipos de postes para barreras metálicas.



Fuente: Elaborado con base en las recomendaciones de la Orden Circular 6 de 2001. España.

En algunos países se acostumbra a usar el poste con sección tubular en vías con una sola calzada, y sección tipo C en vías multicalzada. Para las barreras metálicas nuevas y certificadas (a implementar), los postes ya vienen con sus especificaciones de diseño y es importante exigir y velar por su cumplimiento durante la implementación y posteriores mantenimientos.

- La instalación de SCV en muchos casos requiere de obras civiles que requieran adecuar el área de trabajo a las condiciones especificadas en el diseño que deben contemplarse y garantizarse. Si definitivamente debe instalarse un SCV tipo defensa metálica, revisar las condiciones del sitio y determinar que obras civiles son requeridas a fin de que no haya elementos que impidan el buen funcionamiento del sistema en caso de un impacto.
- Es importante verificar que las vigas en barreras metálicas estén correctamente dispuestas acorde al sentido de circulación del tráfico, esta recomendación no resulta evidente ni redundante y debe ser parte de las verificaciones en obra. Este proceso busca evitar que haya algún tipo de enganchamiento o penetración de la barrera en el vehículo, además de ser la forma en que el sistema puede proveer de las tracciones necesarias para contener y redireccionar el vehículo.


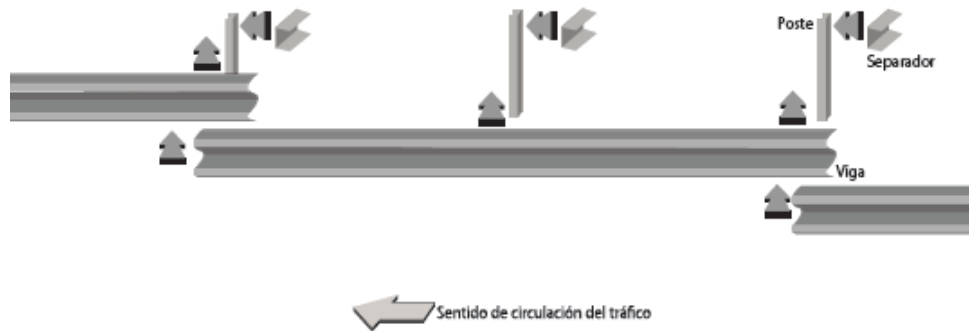
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRICTAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Figura 18. Instalación de vigas en barreras metálicas.



Fuente: Guía SCV, 2012.

- La principal recomendación consiste en seguir de manera detallada las especificaciones del diseño e indicaciones de instalación dadas por el diseñador y el fabricante. Estas especificaciones determinan como mínimo¹⁵: tipo de sistema, nivel de contención, longitud, terminales, altura, nivel de severidad y ancho de trabajo. Si el sistema no se instala según los parámetros del fabricante o el entorno del lugar no se adecua para que el sistema tenga un buen desempeño, las consecuencias de un impacto tendrán resultados impredecibles.
- Cada diseño es particular del sitio y es resultado de la incorporación no solo de las variables de tránsito típicas sino también de las características de las zonas laterales y demás sitios donde se prevé la instalación del SCV.
- La instalación de SCV en muchos casos requiere de obras civiles que requieran adecuar el área de trabajo a las condiciones especificadas en el diseño que deben contemplarse y garantizarse. Si definitivamente debe instalarse un SCV tipo defensa metálica, revisar las condiciones del sitio y determinar que obras civiles son requeridas a fin de que no haya elementos que impidan el buen funcionamiento del sistema en caso de un impacto.
- Los SCV rígidos deben instalarse anclados al pavimento y sin elementos adicionales entre ellos y la superficie de rodadura. Cualquier elemento como sardineles, andenes, rocas, etc., pueden interferir en la dinámica del impacto haciendo el SCV no responda según lo previsto y con consecuencias seguramente más graves para los ocupantes del vehículo.

¹⁵ Las especificaciones pueden variar acorde al estándar de diseño usado.


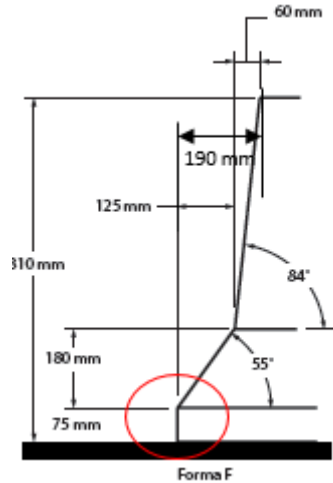
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Figura 19. Instalación de un SCV rígido.



Fuente: Elaborado a partir de Guía SCV, 2012.

- Las terminales del tipo “cola de pez”, muy utilizadas en el país, son excesivamente agresivas porque ante un impacto frontal penetran y atraviesan el vehículo, con alta probabilidad de causar lesiones muy graves o la muerte de sus ocupantes. Por estas razones este tipo de terminales no deben ser utilizados.
- En diseños o intervenciones sobre corredores arteriales, evitar en lo posible la disposición de conjuntos Defensa + Bordillo. En los tramos donde se requiera de elementos que ayuden en el drenaje y a la vez se necesite un SCV, considerar la utilización de barreras de concreto tipo F (o, en su defecto, tipo New Jersey).
- No debe instalarse defensas metálicas sobre andenes ya que este SCV requiere un ancho de trabajo sobre el cual se da la deflexión dinámica, esto resulta en una deformación del sistema que puede afectar las franjas de circulación peatonal. En los casos donde se requiera un SCV adosado sobre o al lado de un andén, procurar elegir sistemas rígidos (no deformables).
- Las barreras metálicas deben ser continuas en la longitud para la cual fueron diseñadas, Cualquier discontinuidad presente, rompe la integridad del sistema y, por ende, su adecuada respuesta mecánica.


	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Figura 20. Errores de no-continuidad de la defensa metálica.



Fuente: fotos propias y de Valverde, 2011.

Mantenimiento

- Se recomienda construir un protocolo interno de seguimiento que permita identificar cuando el SCV ha sido impactado o vandalizado y, posteriormente, adelantar las actividades de mantenimiento necesarias y de manera muy rápida y eficaz. Este aspecto se indica ya que se hace importante establecer un mecanismo eficiente para identificar cuando estos sistemas no están en buen estado y proveer una rápida atención, evitando de esta manera que un mal SCV se constituya en sí mismo en un peligro para los usuarios de la vía.
- En proyectos de mejoramiento vial que incluya repavimentaciones, tener presente la importancia de garantizar las alturas de los SCV y sus geometrías (caso barreras de concreto), a fin de que no se afecte la respuesta dinámica de estos sistemas.

Monitoreo

Una vez realizada la implementación del SCV, es importante realizar un seguimiento que permita monitorear su desempeño a lo largo del tiempo y actuar con prontas acciones de mantenimiento cuando el sistema haya sido impactado. Esto significa, poder hacer un balance ANTES-Y-DESPUÉS de la intervención e ir evaluando en el tiempo sus efectos en seguridad vial. El monitoreo debe permitir, además, obtener una alerta temprana sobre sistemas que hayan sido impactados o vandalizados y que requieran mantenimiento.

El monitoreo para efectos de este lineamiento se subdivide en:

- Establecer una línea base con datos de siniestralidad con víctimas para tipos de siniestros proclives a ser prevenidos y mitigados con SCV.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRICTAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

- Definir un período de evaluación para medir indicadores de desempeño, en otras palabras, identificar el impacto que haya tenido el SCV en cuanto a datos de siniestralidad con víctimas. Se recomienda evaluaciones periódicas cada seis (6) meses.
- Cuando se prevea o se identifique labores de mantenimiento vial asociadas a repavimentación en sitios donde estén instalados SCV, obtener información que permita identificar si las alturas finales de las barreras metálicas son las adecuadas, en caso contrario, gestionar acciones correctivas.

Figura 21. Verificación de altura de la barrera en labores de mantenimiento vial.



Fuente: elaboración propia a partir de imágenes web.

- Las vigas siempre deben estar adecuadamente sujetas a los postes. Suele ser frecuente que vayan perdiendo pernos o que esos se desajusten por lo que es necesario tener presente esta actividad de mantenimiento.

Figura 22. Sujeción de vigas metálicas.



Fuente: Valverde, 2011.

Responsabilidad	Nombres y Apellidos	Cargo. Dependencia	Firma
Revisó y Aprobó	Claudia Díaz Acosta	Jefe de Oficina de Seguridad Vial.	
Proyectó	Carolina Álvarez Valencia	Oficina de Seguridad Vial	

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

ANEXO A

CONFIGURACIÓN GEOMÉTRICA DE LOS BORDILLOS Y SU RESPUESTA ANTE UN IMPACTO VEHICULAR



1. Introducción


Se presentan en este documento los conceptos necesarios para comprender el funcionamiento del conjunto bordillo y sistemas de contención vehicular tal como se implementa en la ciudad, teniendo como preocupación su respuesta ante un potencial siniestro vial, con el fin de brindar lineamientos técnicos para que los bordillos cumplan una geometría y dimensionamiento adecuados para las distintas funciones que cumple.

La Cartilla de Andenes presenta una tabla con algunos ejemplos de la aplicación de los principios de diseño universal en el diseño de espacio público, la accesibilidad universal y la configuración de itinerarios peatonales accesibles. Es dentro de estos principios, específicamente el cinco, que la intervención con bordillos sobre tramos viales que requieren SCV requiere de mayores parámetros técnicos de seguridad vial.

5. Tolerancia al error: reduce al mínimo el riesgo y las consecuencias adversas de acciones accidentales	Los elementos del espacio público se deben organizar de manera que los riesgos y la ocurrencia de errores en el uso, sean mínimos. En el diseño, los elementos más seguros deben ser los más accesibles y los más riesgosos deben ser eliminados, aislados o protegidos. Por ejemplo, los pasos peatonales a nivel de calzada a través de vados en las esquinas de los andenes son cada día más usados, por dar mayores garantías que hacerlo por otro punto.
---	---

Fuente: Decreto 308 de 2018 “Por medio del cual se adopta la Cartilla de Andenes de Bogotá D.C. y se dictan otras disposiciones”.
Secretaría Distrital de Planeación.

Las salidas de vía son un tipo de siniestro que puede deberse a varias causas, entre ellas la pérdida de control del vehículo por exceso de velocidad o para proteger ante un posible impacto

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRICTAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

con objetos laterales, taludes pronunciados o caídas por fuertes desniveles con respecto al nivel de la calzada.

2. Objetivo

Presentar una propuesta de dimensionamiento y geometría de bordillos con base en normas nacionales y referencias internacionales, y que se identifiquen como aptos para responder satisfactoriamente ante un impacto vehicular, teniendo en cuenta el trabajo conjunto con los sistemas de contención vehicular semirrígidos que se implementan en la Ciudad de Bogotá.

3. Justificación

Con base en la experiencia que ha tenido la Secretaría de Movilidad y a Ciudad con el mantenimiento, diseño e instalación de Sistemas de Contención Vehicular (SCV), se ha identificado la importancia de garantizar una respuesta adecuada del conjunto Bordillo + SCV ante un eventual impacto vehicular, así como proveer mejores condiciones de seguridad vial para ocupantes de vehículo y peatones, mediante su incorporación en cartillas técnicas y reglamentaciones.

En muchos casos, el tipo de bordillo o sardinel, la forma en que está instalado o la manera en que el SCV se instala sobre estos elementos o en sus proximidades, hace que la respuesta ante un siniestro vial, generalmente por choques laterales, no sea la esperada, y es esto lo que se quiera subsanar con una propuesta de bordillos que hayan sido testeados bajo este tipo de eventos.

4. Afinación de conceptos técnicos

Bordillo o Sardinel: Según el INVIAS, este es un elemento de concreto, asfalto u otros materiales ubicado a nivel superior de la calzada y que sirve para delimitarla. Según la NTC4109, es una estructura de concreto que, a modo de muro, se utiliza para separar superficies a nivel o a desnivel, con el fin de delimitar visualmente o confinar un área determinada o separar superficies con diferentes tipos de tráfico, Estas labores las puede desempeñar el bordillo por sí mismo o en combinación con otras estructuras como cunetas o andenes. Tradicionalmente el bordillo ha sido la faja que forma el borde de una acera.

Los bordillos además de delimitar, confinan andenes y separadores viales y, en muchas ocasiones, es donde se instalan SCV, sobre o al lado de ellos. Los bordillos deben tener una geometría tal que eviten constituirse en un elemento u objeto contundente, es decir, que el mismo elemento represente un peligro en caso de ser impactado. Por otro lado, cuando se tiene un conjunto Bordillo + SCV, el elemento de concreto debe responder de tal manera que le permita al SCV responder como se espera ante el impacto. Lo que en algunos casos se observa es que el bordillo es impactado y, por su dimensionamiento y geometría, evita que actúe el SCV o que lo haga de maneras previsibles. No obstante, el que esto ocurra, ejemplariza malos diseños y malas instalaciones de SCV.


	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Los bordillos tienen como función facilitar el drenaje, delinear el eje de la vía, servir de contención a la estructura del pavimento (en borde de vía), y posiblemente proveer algo de capacidad para redirigir vehículos en impactos (laterales) a baja velocidad. En caso de que las características de la vía sugieran que los impactos de vehículos pueden ocurrir a velocidades moderadas o altas, la medida preventiva más aconsejable sería utilizar SCV deformables que permitieran redirigir al vehículo hacia el centro de la vía minimizando el riesgo para los ocupantes del mismo. Para que estos SCV puedan trabajar de forma adecuada se requiere que el conjunto poste + barrera se pueda deformar, lo cual puede quedar impedido o restringido si los postes están hincados sobre una zona dura como puede ser el bordillo o andén.

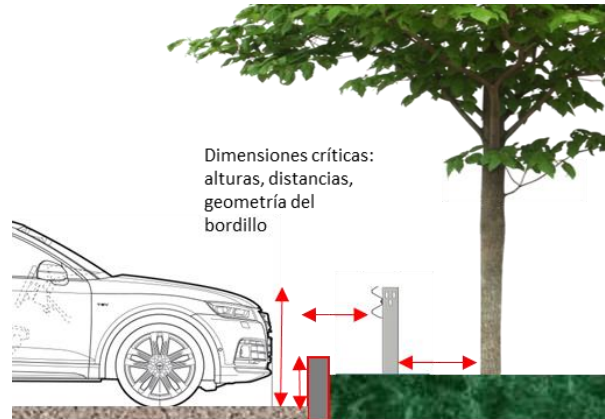


Fuente: fotos propias. Malos ejemplos.

En el tercer par de imágenes el bordillo redirigió el vehículo pero no se evitó el impacto con el objeto contundente (árbol).

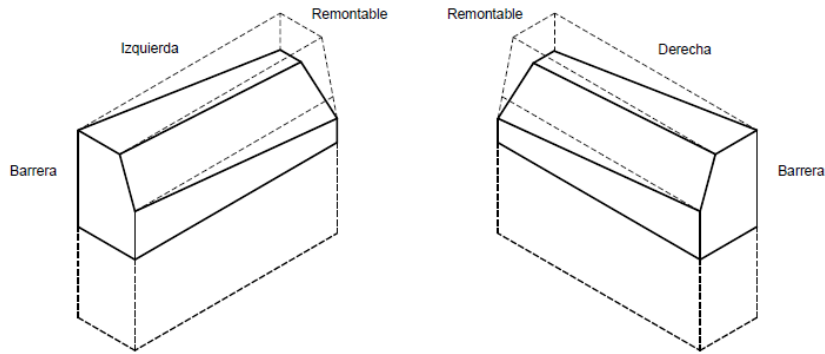
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

5. Variables que deben tenerse en cuenta en el conjunto Bordillo + SCV



Fuente: elaboración propia.

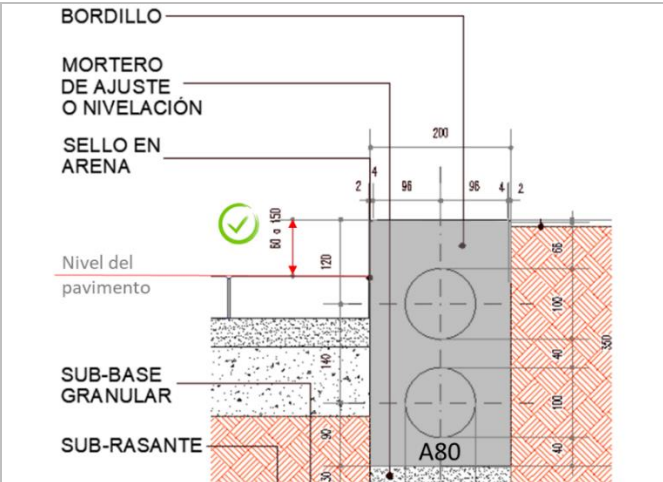
Altura y geometría del bordillo o sardinel: Bordillos con alturas superiores a 150 mm suelen convertirlos en objetos contundentes (no traspasables), aunque algunas referencias internacionales lo restringen a 100 mm. Como recomendación genera, aplica el principio que: cuanto mayor sea la velocidad de la vía, menor debería ser la altura del bordillo.



Fuente: NTC 4109. Perfiles remountables.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Si se adelantan labores de repavimentación debe velarse por mantener unas alturas del bordillo por debajo de los 150 mm y garantizar la altura de diseño del SCV, es decir, que no vaya quedando paulatinamente la barrera metálica más pegada al nivel del pavimento. Si se acorta la altura de la barrera, ésta no va a trabajar como un dispositivo de seguridad vial. En todo caso, si puede evitarse, no se recomienda mantener el conjunto defensa + bordillo y en tales situaciones es conveniente implementar otras soluciones.

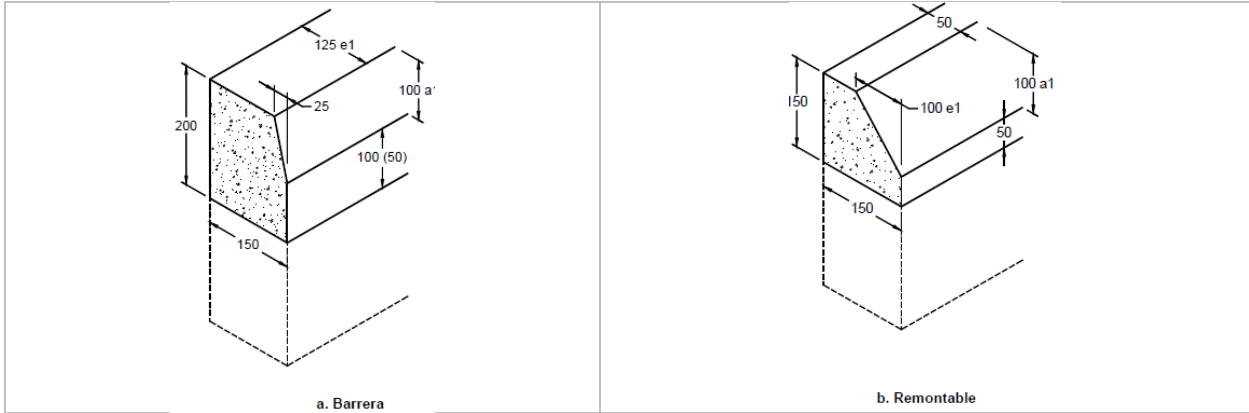


Fuente: Cartilla de Andenes. Anexo A80-2007, SDP.

6. Comparación de normas técnicas y propuestas

Con relación a los bordillos se tienen la NTC 4109 que rige en el territorio nacional y, a modo de referente internacional, el Reporte 537 de la NCHRP¹⁶.

NTC 4109 - Prefabricados de concreto. Bordillos, cunetas y topellantas de concreto
Aquí interesan los perfiles tipo **barrera** y remontables. Los primeros impiden que los autos lo remonten dentro de unos parámetros normales de circulación (Velocidad, ángulo de incidencia, etc). Los **remontables** mantienen el desnivel, pero pueden ser remontados sin mucha dificultad.



¹⁶ NATIONAL COOPERATIVE HIGHWAY RESEARCH PROGRAM. www.TRB.org. AASHTO, 2005.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

Tabla 2. Altura de servicio (as) para bordillos y aceras en función del perfil y el tránsito


Tránsito	Perfil	
	Barrera mm	Remontable mm
Vehicular corriente (predominantemente automóviles y buses, con algunos camiones)	150 ¹	100 ¹
	200 ²	150 ²
Vehicular pesado (predominantemente buses y camiones, con algunos vehículos especiales)	250 ³	200 ³
	300 ⁴	200 ³

¹ Barrios residenciales, calles sin rutas de buses ni presencia de camiones; pocos peatones.
² Centros de ciudad, avenidas y arterias, velocidad alta; gran afluencia de peatones.
³ Terminales de transporte y patios de carga en industrias y comercio, con poca afluencia.
⁴ Terminales de transporte y patios de carga en puertos, industrias y comercio; con gran afluencia.
⁵ Con perfil remontable.
⁶ Con perfil barrera.

Fuente: NTC 4109.

En esta norma no existe un criterio de seguridad vial claro para la definición del perfil de bordillo y uso. Las dimensiones para los bordillos tipo barrera o remontables se definen según el tipo de tránsito que predomina en la vía. Paralelamente, y teniendo esta misma referencia, la Cartilla de Andenes intenta dar una clasificación más discriminada, pero incluyendo la interacción con peatones en os distintos tipos de vía.

Las variables de tránsito y perfil de bordillo deben repensarse según las conclusiones dadas en el presente documento, entendiendo que se retoman en la Cartilla de Andenes y, para lo cual, se dan algunas recomendaciones al final.

	TIPO DE VIA	ALTURA ANDEN (mm)
	Vías de servicios, Barrios residenciales, calles sin rutas de transporte público ni presencia de camiones. POCOS PEATONES	
Vías arterias y Avenidas. Centros de ciudad, Calles con rutas de transporte público, circulación de velocidad alta. MUCHOS PEATONES		200
Terminales de Transporte y patios de carga en industrias y comercio, con poco volumen de tráfico		250
Terminales de Transporte y patios de carga en puertos, industrias y comercio con gran volumen de tráfico		300

Fuente: Cartilla de Andenes. Pág. 25 y 26, SDP.

NCHRP Report 537 - Recommended Guidelines for Curb and Curb-Barrier Installations
*Medidas en milímetros

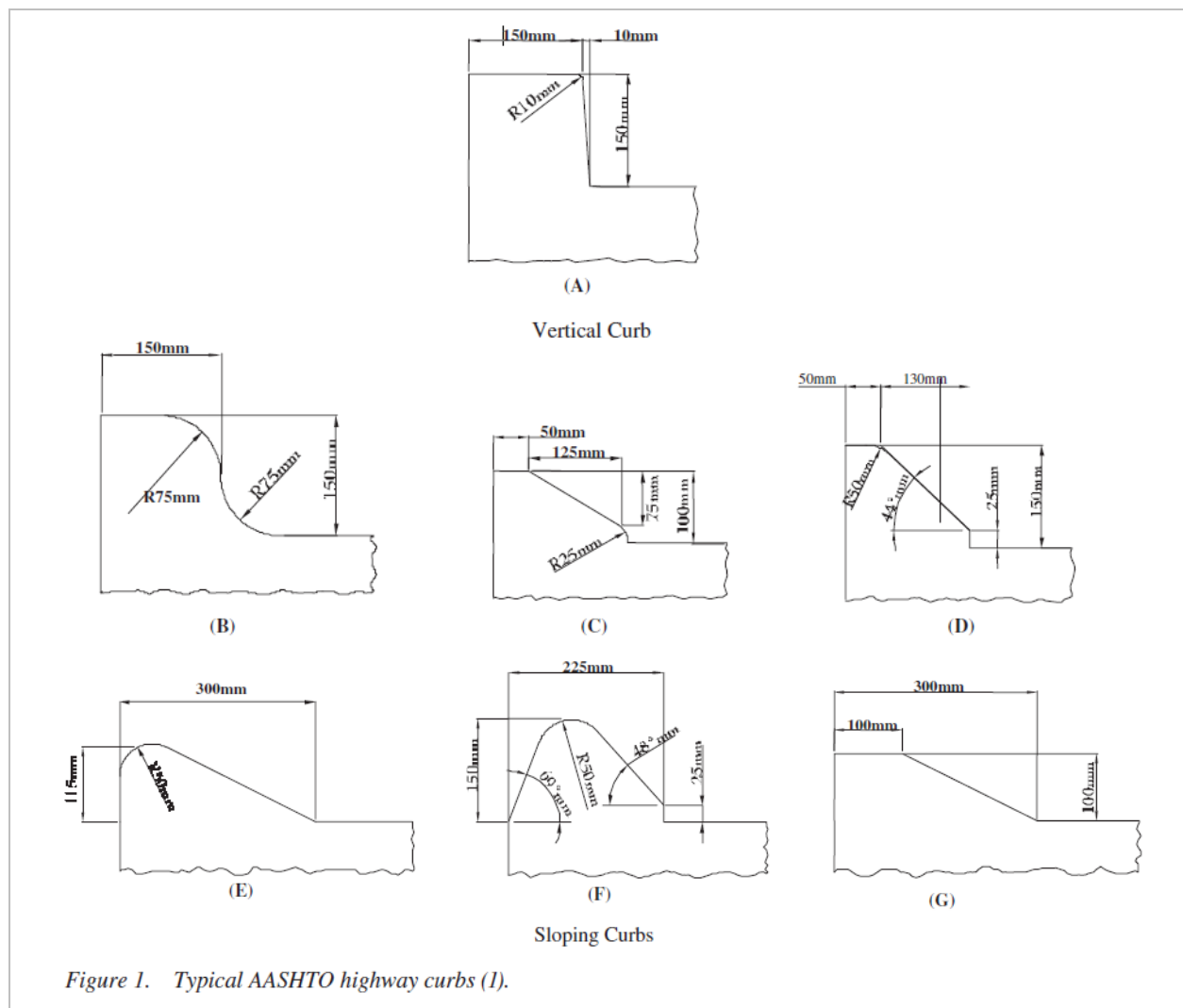



Figure 1. Typical AASHTO highway curbs (I).

Los bordillos típicos testeados por la AASHTO son de dos tipos: verticales e inclinados. Estas tipologías se testearon para vías con velocidad de diseño entre 60 y 100 km/h¹⁷, variando la masa de los vehículos livianos de 812 kg y otros más grandes de 2000 kg, así como el ángulo de impacto.


7. Conclusiones y recomendaciones derivadas de la norma NCHRP Reporte 537

¹⁷ En el rango intermedio de velocidad, entre 60 y 80 km/h, no hay estándares para el uso de bordillos.

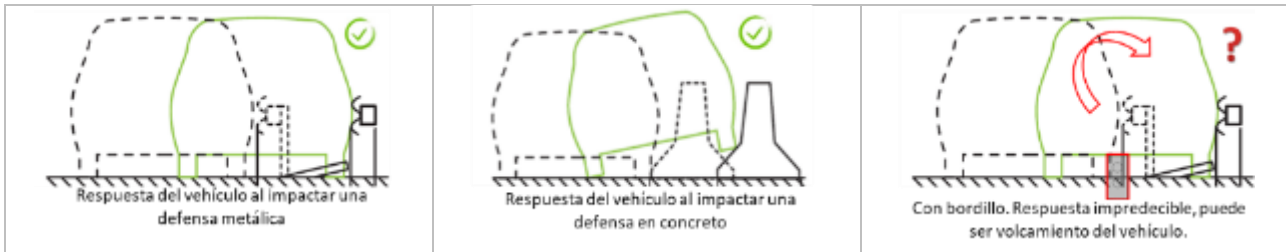
	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

- Los bordillos que se encuentran muy cerca del borde de la vía representa un posible peligro para los conductores que pueden llegar a salirse de la misma
- Si bien se desaconseja el uso de bordillos en vías de velocidad considerable, a menudo se requieren debido a restricciones de derecho de paso, consideraciones de drenaje, control de acceso, delineación y otros usos.
- Los bordillos que tienen una cara vertical o casi vertical y se recomiendan para usar solo en vías de baja velocidad. Los bordillos que tienen una cara inclinada y están configurados de manera tal que un vehículo pueda subir y sobrepasar del bordillo para reducir la probabilidad de que se rompan los neumáticos o se dañe la suspensión del vehículo.
- Los bordillos verticales tienen cierta capacidad para redirigir vehículos errantes dado que la rueda que impacta es dirigida por la línea de bordillos en una dirección paralela a la vía. Si la velocidad de impacto y el ángulo son modestos (normalmente por debajo de los 50 km/h)¹⁸, esta acción de redireccionamiento es todo lo que se requiere para evitar que el vehículo salga de la vía. Si la velocidad y el ángulo de impacto son más altos, entonces la acción de direccionamiento no es suficiente para redirigir el vehículo. Dado que el centro de gravedad del vehículo está más alto que la parte superior del bordillo, un impacto a alta velocidad con él introducirá un momento (par de fuerzas) en torno al punto de contacto entre el neumático y el bordillo que puede hacer que el vehículo vuelque. Es en estos tramos (donde existe este riesgo) donde se requiere un tratamiento con bordillos que respondan favorablemente ante un impacto y trabajen en conjunto con la barrera metálica, para evitar un posible vuelco del vehículo. Para ello la altura y las características mecánicas de la barrera metálica deben ser las adecuadas para oponerse al momento de vuelco indicado anteriormente.
- Si se usa un bordillo junto con una defensa metálica, la altura del bordillo vertical debería limitarse a 100 mm (en vías locales o intermedias) o debe ser del tipo inclinado, idealmente, ubicado a ras de piso o detrás de la cara de la barrera. No debe afectarse la altura de la barrera indicada en los diseños.
- Ante una salida de vía, la mayoría de los vehículos remontará el bordillo mientras interactúa con la barrera, respondiendo de una manera no predicha en las pruebas de colisiones. Por esta razón, suele ser relativamente inusual usar bordillos junto con barreras metálicas (situación contraria al contexto colombiano). El otro factor que afecta la respuesta durante el impacto es qué tanto está distanciado el bordillo respecto a la barrera, si se ubica antes, después o alineado al poste.
- Los bordillos colocados frente a los SCV pueden dar lugar a trayectorias de impacto impredecibles. La cuestión de combinar barreras y bordillos tiene que ver con la distancia a

¹⁸ No es probable que los bordillos a lo largo de vías de baja velocidad provoquen lesiones graves, se usan comúnmente en áreas urbanas donde los límites de velocidad están en el rango de 40 a 50 km/h.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

la que debe ubicarse la barrera detrás del bordillo. Si la barrera está ubicada lo suficientemente detrás del bordillo, el vehículo puede “estabilizarse” antes de golpear con la barrera. (la definición de estos parámetros de instalación debe darse en el diseño del SCV y ser verificados durante la instalación).



Fuente: elaboración propia.

- No es recomendable usar barreras metálicas junto con bordillos. Debe encaminarse los esfuerzos para eliminar los objetos fijos o reubicarlos fuera de la zona despejada, en lugar de usar SCV. Si no hay otra alternativa a su uso, se pueden utilizar junto a un bordillo del tipo inclinado de 100 mm. Si se usan bordillos de 150 mm a lo largo de la vía, el bordillo debe ser transicionado a uno de tipo inclinado de 100 mm sobre el tramo que tiene SCV¹⁹. Es de mencionar que algunas pruebas de impacto²⁰ mostraron que cuando un bordillo de 150 mm se ubica por delante de la defensa metálica, se puede producir enganchamiento del vehículo debido a que este impacta la barrera en un punto por debajo del eje de la valla. Aunque el bordillo de 100 mm funcionó mejor que el de 150 mm en todas las condiciones de impacto, sin embargo, el beneficio de seguridad no se consideró significativo. También se concluyó que el funcionamiento de defensas metálicas podría verse afectadas negativamente cuando se instala detrás de los bordillos y eso, cuando una combinación bordillo – baranda resulta necesaria, el bordillo debe colocarse detrás de la cara de la baranda para minimizar el potencial del “rampeo” del vehículo.
- Los bordillos verticales no deben usarse en autopistas o vías arterias. AASHTO recomienda que los bordillos verticales no se usen donde las velocidades superen los 65 km/h debido a su potencial de causar pérdida de control en caso de ser impactados y generar consecuencias graves.
- Uso de bordillos en combinación con SCV. Test de colisiones han mostrado que el uso de ambos elementos debe ser desalentado en vías de alta velocidad y propensión a ángulos de impacto considerables, cabe mencionar que, en los tramos de vía curvos, el ángulo de impacto tiende a ser mucho mayor y por tanto a incrementarse este riesgo. Donde no haya otra alternativa, debe procurarse la utilización de bordillos que no superen los 100 mm de

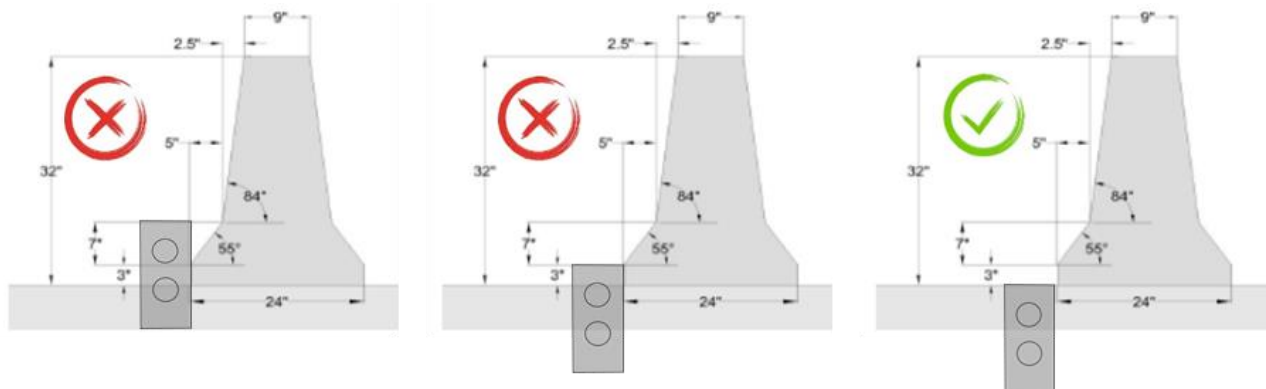
¹⁹ Iowa Department of Transportation Design Manual.

²⁰ Para más detalle de las pruebas de impacto / test de colisiones, ver detalle de la norma NCHRP Reporte 537.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020


altura respecto al nivel del pavimento y considerar aumentar el nivel de contención del sistema para reducir la deflexión dinámica y reducir la probabilidad de impacto con el bordillo.²¹ Se insiste que la definición de los parámetros de instalación debe darse en el diseño del SCV y ser verificados in-situ.

- Algunas pruebas de colisión con bordillos de 100 mm y 150 mm ubicados debajo de la defensa metálica, determinó que el bordillo de 100 mm reunió los criterios del NCHRP Reporte 350 que define los estándares para la aceptación de SCV. Según este procedimiento y sus parámetros de aceptación, el bordillo 150 mm no reunió los criterios con relación al comportamiento del vehículo frente al impacto.
- Aunque se ha encontrado que los bordillos inclinados no redirigen significativamente un vehículo durante el impacto, sí afectan la trayectoria vertical del vehículo (salto o volcamiento). Así, mientras el bordillo en sí mismo presenta muy poca amenaza de daño cuando es golpeado por un vehículo, cuando un vehículo impacta y remonta un bordillo, la dinámica del vehículo puede causar que el vehículo impacte un objeto secundario de tal manera que haga que el SCV no funcione correctamente.
- Los bordillos no deben usarse en combinación con defensas metálicas en vías de alta velocidad debido al riesgo potencial de volcamiento o enganche. En casos donde los diseñadores incluyan bordillos a lo largo de estas vías por razones de drenaje o para mejorar la delineación, se deben buscar otros métodos para lograr esos propósitos.
- Los bordillos no deben usarse con barreras rígidas de concreto como los de tipo New Jersey y Tipo F. Si se utiliza un bordillo para confinar la estructura del pavimento, éste debe estar a nivel de la calzada, de modo que la geometría del New Jersey o barrera Tipo F responda según los parámetros bajo los cuales fueron testeados y certificados, de lo contrario estos elementos no pueden ser considerados dispositivos de seguridad vial.



Fuente: elaboración propia.

²¹ Section 5.6.2.1 of the Roadside Design Guide. AASHTO.

	SISTEMA INTEGRADO DE GESTION DISTRITAL BAJO EL ESTÁNDAR MIPG	
	SEGURIDAD VIAL	
	Lineamientos Técnicos en Materia de Seguridad Vial para Entidades Externas Tema: SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	
	Versión: 1.0	Fecha de Aprobación: 31-03-2020

8. Recomendaciones para el uso de bordillos sobre tramos intervenidos con barreras metálicas

En orden de consideración, se recomienda descartar en este orden las acciones:

- En lo posible no utilizar bordillos en los tramos que tengan, o donde se proyecte, un SCV.
- En sitios donde ya existe un conjunto Defensa + Bordillo, evaluar si se dan las condiciones de riesgo señaladas en este documento y, de ser necesario, gestionar las acciones necesarias para mitigar los riesgos identificados.
- De requerir bordillos para confinación de la estructura del pavimento o separador vial, proveer transiciones en la altura de los bordillos cuando estos deban “trabajar” con defensas metálicas. En estos casos utilizar bordillos inclinados de 100 mm de altura, y en ningún caso, bordillos que superen los 150 mm.

Responsabilidad	Nombres y Apellidos	Dependencia
Revisó y Aprobó	Claudia Díaz Acosta	Jefe de Oficina de Seguridad Vial.
Proyectó	Carolina Álvarez Valencia	Oficina de Seguridad Vial