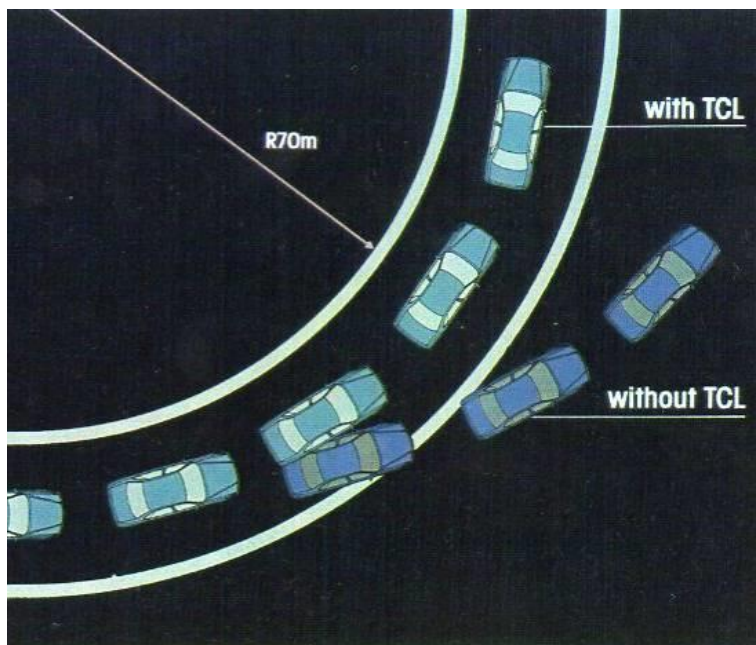


Conocimientos Básicos sobre
Dispositivos de Contención y
Redirección de Vehículos (DCRV)

Guía 1

Introducción y Generalidades



ASOCIACIÓN ARGENTINA DE CARRETERAS

Prólogo

Encuadrada en sus estatutos fundacionales, la Asociación Argentina de Caminos impulsa las acciones de formación y actualización técnica de los responsables de mejorar los caminos.

El nuevo impulso surgido a través del Programa “Hacia la Visión Cero”, referido a la sustentabilidad de la Seguridad Vial para reducir las víctimas producto de choques de tránsito, motivó a la Comisión de Seguridad Vial de esta Asociación a redactar una serie de publicaciones técnicas destinadas a comunicar los avances tecnológicos e innovaciones surgidas internacionalmente en los últimos años.

En este caso las publicaciones incluirán los conceptos básicos para planificar, diseñar, construir y conservar diversos Dispositivos de Contención y Redirección de Vehículos (DCRV).

La diversidad y complejidad de los sistemas existentes amerita tratar cada uno por separado, con una metodología que para cada tipología de dispositivo permita incorporar las futuras actualizaciones sin desorganizar lo ya publicado.

Entre los objetivos del conjunto de Guías, se plantea:

- Exponer los conceptos relacionados con la evaluación y diseño de los márgenes de una carretera y su relación con los accidentes por salida de calzada (SDC), estableciendo las situaciones potencialmente más peligrosas, proponiendo el tratamiento adecuado;
- Desarrollar una Síntesis Histórica de los sistemas aplicados en nuestro país;
- Clasificar y definir los requerimientos que deben cumplir los Dispositivos de Contención Vehicular tratándose en forma independiente cada uno de los Sistemas, así como sus terminales y transiciones teniendo en cuenta las metodologías de análisis y criterios técnicos objetivos para justificar, seleccionar y diseñar los mismos.

Esperamos que esta iniciativa estimule la actualización de métodos y normas técnicas, que paulatinamente permitan corregir algunos vicios que a lo largo de los años permanecieron, por falta de información, formación o iniciativa de quienes han estado abocados a la tarea vial.

Ing. Guillermo Cabana
Presidente
Asociación Argentina de Caminos

Conocimientos Básicos sobre DCRV

Guías que integran la iniciativa

1. **Introducción y Generalidades:** incluye conceptos sobre seguridad y costados indulgentes, historial en nuestro país y glosario.
2. **Justificación y Selección de dispositivos de contención lateral.**
3. **Barreras rígidas:** componentes, detalles instalación, extremos.
4. **Barreras semirrígidas:** componentes, detalles instalación, extremos.
5. **Barreras flexibles:** componentes, detalles instalación, extremos.
6. **Transiciones entre dispositivos.**
7. **Diseño e Instalación de barreras de contención para puentes,** Justificación y selección.
8. **Diseño e Instalación de Amortiguadores de Impacto** con y sin capacidad de redireccionamiento.
9. **Sistemas para frenados de emergencia.**

Conocimientos Básicos sobre DCRV

Contenidos

GUÍA 1 Introducción y Generalidades

INTRODUCCIÓN	5
PAUTAS PARA REDUCIR LOS POTENCIALES ACCIDENTES	10
Costados de la calzada (CDC)	11
Salida involuntaria desde calzada (SDC)	12
Peligros sobre la calzada	13
Peligros al costado del camino	14
Zonas despejadas (ZD) al costado de la calzada	16
TRATAMIENTO DE LOS POTENCIALES PELIGROS	20
Incidencia de los taludes en zona de camino (ZC)	21
Presencia de cunetas	23
Contrataludes	24
Alcantarillas	25
Sumideros	27
Taludes transversales	28
Objetos fijos no deletables	29
Árboles	29
Postes y columnas	32
Pilares y estribos de puentes	34
Pasos alto nivel	35
Masas de agua	35
APLICACIÓN DE SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	36
CLASIFICACIÓN DE LOS DCRV SEGÚN SU FUNCIÓN Y UBICACIÓN	37
COMENTARIOS DE LAS INVESTIGACIONES Y ENSAYOS INTERNACIONALES	39
OCURRENCIAS DE CRISIS	41
FALENCIAS QUE SE VISUALIZAN EN LA INST. DE DCRV EN EL PAÍS	43
Revisión de diversos DCRV deteriorados o chocados	51
BIBLIOGRAFÍA	54
ANTECEDENTES Y ENLACES	55

Víctor Arturo Garcete Martínez / Eduardo José Lavecchia



Comisión de Seguridad Vial de la AAC
MARZO 2016

Introducción

Las acciones de diseñar, construir, rehabilitar y mantener caminos han sido actividades desarrolladas por el hombre desde hace muchísimos años pero la filosofía del uso de *caminos indulgentes*, es un concepto que se introdujo hace ya algunas décadas y sintetiza la idea de que el hombre, en su condición de conductor, puede ser afectado por el cansancio, enfermedad, distracción, inconciencia, excesos, tratamientos médicos, etc. o alguna situación de manejo que lo lleve sorpresivamente a abandonar la calzada, y no por ello tenga que sufrir consecuencias de tal gravedad que lo puedan conducir a la muerte.

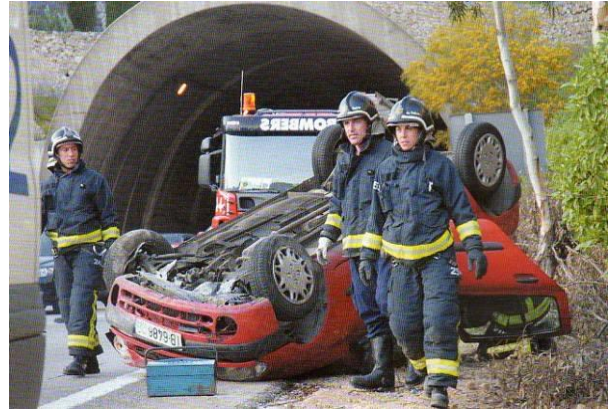
El ser humano es falible y por ello es que comete errores y lo hace también al conducir un vehículo. Consecuentemente es el camino propiamente dicho quién debe ayudarlo a recuperar el control del vehículo.



Esta filosofía de que los *costados del camino deben perdonar los errores involuntarios del conductor*, busca justamente proteger a aquellos usuarios que cometen errores

Últimamente se ha observado un apreciable aumento de choques por salida de los vehículos fuera de la calzada. Si bien no son accidentes viales con una gran probabilidad de mortalidad, son los más abundantes.





Con independencia de las circunstancias en que se producen los choques por abandono de la calzada, estos ocurren según los siguientes patrones:

- SDC hacia el lado derecho, con posibilidades de precipitarse por un talud, caer de un puente o a un préstamo, volcar o embestir objetos fijos (árboles, postes, barreras, etc.).
- En vías bidireccionales con calzadas separadas, la salida de su carril de circulación hacia la izquierda con invasión/cruce del cantero central o mediana y choque frontal contra el tránsito opuesto o contra una barrera lateral.
- En calzadas indivisas el cruce de los carriles de circulación en sentido contrario y la salida hacia la calzada contraria o producir en el más traumático de los casos, una colisión frontal contra los vehículos que circulan en sentido opuesto.

Estos accidentes muestran distintos niveles de riesgo porque al salir de la calzada, el conductor puede o no retomar el control de su vehículo o chocar contra un objeto fijo, invadir otra calzada o un espacio dedicado temporalmente a obras o eventualmente descender por un talud y volcar.

El Costado de la Calzada Indulgente (CCI) que incluye una adecuada zona de recuperación o Zona Despejada (ZD), surgió en la década de 1960, en los Estados Unidos de América, con el aporte del Ing. Kenneth A. Stonex, Director del Campo de Pruebas de la General Motors, quién estableció un entendimiento básico en la relación entre la probabilidad de la invasión y la distancia de la invasión de los vehículos que salen de la calzada.

El estudio reveló que un alto porcentaje de los vehículos que abandonan la calzada, circulan una corta distancia en la zona del CCI y que un bajo porcentaje de los vehículos, recorren una gran distancia. La relación entre la probabilidad y la distancia de invasión aún influye en la filosofía de diseño del CCI y del análisis de los estudios realizados se ha deducido la probabilidad que el 80% de los conductores recuperen el control de sus vehículos antes de los 10 m.

Estudios posteriores llevadas a cabo en EUA¹, determinaron que el comportamiento del vehículo depende en gran medida de las características del CCI, de la velocidad del vehículo, de las circunstancias que contribuyeron a la pérdida de control y de las características del vehículo. En terreno traspasable al CCI, el conductor podrá ser

¹ Estados Unidos de América

² Asociación Argentina de Carreteras

capaz de recuperar el control de su móvil después de reducir la velocidad y retornar a la calzada.

Los choques por despistes desde la calzada y su relevancia en el total de los accidentes ocurridos, quedaron de manifiesto en tres estudios de investigación desarrollados en caminos argentinos por la AAC⁽²⁾; se observó que la proporción de salidas de calzada era mayor que la indicada en la bibliografía internacional.

En la primera investigación se analizaron diversos tramos de la red vial nacional en una longitud de 3250 km (10% del total de la red) durante tres años consecutivos en los cuales se registraron un total de 5805 choques, con las siguientes características:

CONJUNTO DE RUTAS NACIONALES Y PROVINCIALES 3250km.
RELEVAMIENTO ACCIDENTOLÓGICO

2009/2011	Sobre la calzada				Fuera de la calzada		
Tipo de Accidente	Frontal	Alcance	Diagonal	c/animal	Vuelco	Otros	Total ACCID.
Totales	491	976	870	599	1471	1398	5805
Porcentajes	9%	17%	15%	10%	25%	24%	

Más del 70% de los accidentes, ocasionaron parte del total de las 5887 víctimas detalladas porcentualmente en cada tipología de choques. En cuanto a la morbilidad generada por dichos siniestros, el 45% de las víctimas corresponden a accidentes por salida de calzada

CONJUNTO DE RUTAS NACIONALES Y PROVINCIALES 3250km.
RELEVAMIENTO DE VÍCTIMAS INVOLUCRADAS

2009/2011	Sobre la calzada				Fuera de la calzada		
Tipo de Accidente	Frontal	Alcance	Diagonal	c/animal	Vuelco	Otros	Total VÍCTIMAS
Heridos leves	462	650	805	159	1093	758	3927
%	12%	17%	20%	4%	28%	19%	67%
Heridos Graves	307	163	253	33	241	248	1245
%	25%	13%	20%	3%	19%	20%	21%
Fallecidos	257	70	82	9	146	149	715
%	36%	11%	11%	1%	20%	21%	12%
Totales	1028	883	1140	201	1480	1155	5887
Porcentajes	17%	15%	19%	4%	25%	20%	

Los valores oportunamente extraídos, fueron coincidentes con las conclusiones del Sistema de Información de Accidentes de Tránsito SIAT – de la Dirección Nacional de Vialidad, que indicaba que el 49% de los choques son por salidas desde la calzada. Según el análisis, las pérdidas socio-económicas alcanzaron un valor actualizado del orden de ciento setenta y tres millones de pesos, exclusivamente para el conjunto de choques ocurridos fuera de la calzada, para dichos tramos y período, considerando que la incidencia de los costos por víctimas involucradas, es comparativamente 31% menor en relación al conjunto de los choques ocurridos sobre la calzada.

El segundo estudio que se realizó en el seno de la Asociación Argentina de Carreteras, fue verificar la mecánica accidentológica de los vehículos que estuvieron involucrados en forma solitaria en los diversos despistes, choques y vuelcos ocurridos por SDC a lo largo de los 292,3 km de Autopistas de Acceso a la Ciudad Autónoma de Buenos Aires entre los años 2007 y 2010, con un promedio de 4,35 accidentes por esas circunstancias / día.

SITUACIÓN ACCIDENTES	CONJUNTO DE ACCESOS CABA
SOLITARIOS 2007/2010	
VUELCOS	842
DESPISTES	819
	1661
CONTRA DEF. NEW JERSEY	1253 (26%)
CONTRA DEF. FLEX BEAM	1937 (41%)
CONTRA DEF. PLÁSTICO	24
CONTRA TAMBORES	45
CONTRA EXTREMO ISLETA	179 (3%)
CONTRA INST. CONCESIÓN	130 (2%)
CONTRA CARTELERÍA	207 (4%)
CONTRA COLUMNA ILUMINACIÓN.	718 (18%)
CONTRA ÁRBOL	42
CONTRA PUENTE PEATONAL	44
CAÍDA DE CARGA	32
CONTRA CARGA CAÍDA	88 (1%)
CAÍDA AL VACÍO	4
	4703

El tercer estudio recientemente desarrollado sobre el tramo de 506km de la R.N.14 “Autovía José Gervasio Artigas” que une la localidad de Ceibas (Entre Ríos) con Paso de los Libres (Corrientes) ha denotado, tras la intervención vial llevada a cabo (esquema de 2+2 con separador central), que durante los últimos tres años, la distribución de la tipología accidentológica se ha ido modificando en función del avance en la ejecución de la segunda calzada, reduciéndose sensiblemente los accidentes frontales, que son los más traumáticos y los que más víctimas generan, en detrimento de los accidentes por las salidas de calzada.

RUTA NACIONAL 14 "AUTOVÍA JOSÉ GERVASIO ARTIGAS" 506 km

RELEVAMIENTO ACCIDENTOLÓGICO

2012/2014	Sobre la calzada				Fuera de la Calzada		Total ACCID.
Tipo de Accidente	Frontal	Alcance	Diagonal	c/animal	Vuelco	Otros	
2012	32	48	19	5	172	106	382
2013	13	76	23	21	206	148	487
2014	2	69	11	11	197	188	478
Totales	47	193	53	37	575	442	1347
Porcentajes	3%	14%	3%	2%	42%	32%	

Si a los accidentes caracterizados como “Vuelcos” se le suma el 85% de los identificados como “Otros”, la cantidad de accidentes por salida de calzada se aproxima al 70% de las ocurrencias de crisis total, al darse las condiciones de segregación de las calzadas ascendente y descendente y su paulatina habilitación:

R.N.14 "AUTOVÍA JOSÉ GERVASIO ARTIGAS"

VÍCTIMAS POR TIPO DE ACCIDENTE

AÑO	AÑO	AÑO	AÑO	Sub-
TIPO ACC.	2012	2013	2014	Totales
VUELCOS				
Heridos	198	236	235	669
Muertos	10	16	7	33
Acc.c/ilesos	70	80	73	223
FRONTALES				
Heridos	45	18	6	69
Muertos	20	3	0	23
Acc.c/ilesos	11	4	0	15
ALCANCE				
Heridos	29	90	76	195
Muertos	4	3	7	14
Acc.c/ilesos	20	29	23	72
DIAGONAL				
Heridos	24	25	12	61
Muertos	1	10	1	12
Acc.c/ilesos	8	8	5	21
C/ANIMAL				
Heridos	1	5	3	9
Muertos	0	0	0	0
Acc.c/ilesos	4	21	10	35
OTROS				
Heridos	63	66	98	227
Muertos	4	9	12	25
Acc.c/ilesos	65	97	137	299
Totales				
Heridos	208	440	430	1078
Muertos	42	41	27	110
Acc.c/ilesos	108	239	248	595

El mejoramiento de los Índices de Serviciabilidad de las carreteras, conllevan, cuando no existen adecuados controles de tránsito, a elevar las velocidades de los usuarios por encima de las fijadas y señalizadas como máximas. Esta situación, eleva la factibilidad de generarse dos tipologías de accidentes: la SDC y potencial vuelco y el choque por alcance (cuando es alto el porcentaje de vehículos pesados, o se trata de carreteras de dos carriles indivisos).

Las eventuales salidas desde una calzada pueden ocurrir por multicausas relacionadas con el estado del camino, el ambiente, conductor, vehículo, u otras situaciones imprevistas.

Ejemplos:

Camino

- Mal estado de la superficie de rodamiento
- Acumulación de agua sobre la superficie de la calzada, efecto hidroplaneo,
- Demarcación vial horizontal y/o señalamiento deficiente,
- Falta de iluminación adecuada en horas de penumbra,
- Caída de elementos de la infraestructura vial sobre la calzada.

Conductor

- Excesos (velocidad, consumo drogas prohibidas o legales, etc.),
- Conducción temeraria,
- Maniobras inseguras o irresponsables,
- Distracción, confusión, duda o cansancio,
- Enfermedades, sorpresivos problemas de salud,
- Desestabilización.

Vehículo

- Fallas mecánicas del vehículo,
- Inconvenientes imprevistos en el sistema eléctrico,
- Dificultades en el sistema de frenos,
- Salida de una rueda, pinchadura o rotura de neumático.

Ambiente

- Falta de visibilidad debido a fenómenos atmosféricos (lluvia, niebla, granizo),
- Polvo en suspensión,
- Vientos intensos,
- Humo (Incendios, hornos de ladrillos próximos),
- Caída de especies forestales y ramas sobre la calzada.

Otras situaciones imprevistas

- Interferencia de otro usuario o tercero vulnerable,
- Frenado imprevisto del vehículo que circula adelante,
- Caída de carga sobre la calzada,
- Presencia de animales sobre la calzada,
- Choques de terceros (de alcance, lateral, etc.)
- Sorpresivas fallas, producto de movimientos sísmicos

Pautas para reducir los potenciales accidentes

Las pautas para reducir los accidentes por salida de la vía se enfocan en alguno de los siguientes objetivos:

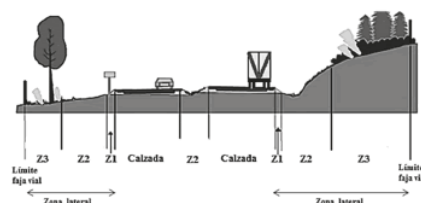
- Evitar que los vehículos salgan de la calzada.
- Proveer una zona lateral despejada para minimizar la probabilidad que un vehículo colisione con un objeto fijo peligroso, se vuelque si desciende por un talud empinado, o genere impactos fuertes que afecten a los ocupantes

- Reducir la severidad del accidente por medio de la instalación de DCRV: Barreras laterales, postes de servicios o señalamiento vial con bases frangibles, etc.
- Instalación de Dispositivos de Contención Vial certificados.

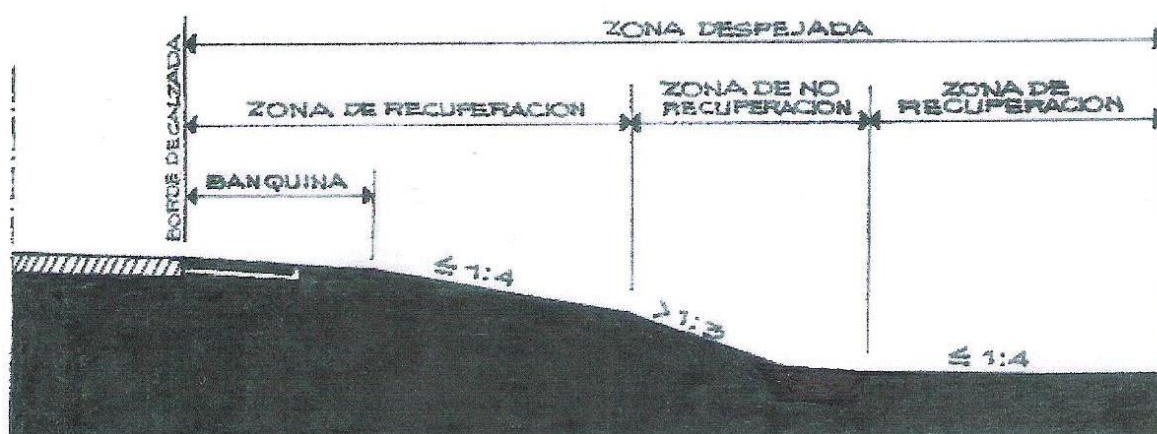
Costados de la Calzada (CDC)

Los CDC son áreas laterales a las calzadas, medidas desde su borde, hasta el límite de la zona de camino. Hacia el interior, en los casos que exista mediana, es el espacio de la misma mediana.

La ZD es el área adyacente a la calzada, medida desde los bordes normales de la calzada principal, disponible para un eventual desplazamiento seguro de los vehículos fuera de control; debe ser un área relativamente plana, suave, de superficie firme, sin peligros, que se extiende lateralmente y que permite al conductor recuperar el control si sale de la calzada (volviendo con su vehículo a la calzada o bien que se detenga) sin ocasionar un vuelco o un choque contra ningún objeto peligroso.



Zonas no despejadas a ambos lados



Zona Despejada Derecha a la calzada.

El diseño del camino debe mantener el vehículo en el carril de circulación y dar espacios seguros en las zonas laterales de los carriles de circulación, donde el conductor pueda detenerse o reducir la velocidad y recuperar el control sin impactar objetos o terceros vulnerables, incluyendo personas, elementos y equipos en zonas de obras.

Independientemente de la motivación, el conductor que deja sorpresivamente la calzada, circulará frecuentemente por una zona potencialmente peligrosa.

Si la zona lateral de la vía es una superficie suave plana y de forma regular, compacta y libre de objetos fijos, la probabilidad de accidentes se minimiza, ya que en la mayoría de los casos el conductor será capaz de detener el vehículo o reconducirlo de manera segura.



Las banquetas pavimentadas, las reducidas pendientes en los taludes, la ausencia de objetos rígidos próximos a la calzada y una correcta conservación y tratamiento de los espacios verdes, permiten evasiones seguras

Existen situaciones, donde la eliminación o desplazamiento de obstáculos resulta impracticable debido a la naturaleza y finalidad del elemento. Por ejemplo, el caso de los soportes de señales verticales, columnas de iluminación, elementos de la infraestructura de desagüe de aguas pluviales, pilares de puentes, etc.

Otras veces, el desplazamiento o eliminación de un obstáculo requiere elevadas inversiones o sencillamente la solución no se quiere asumir por motivos que nada tienen que ver con la seguridad vial, tal como la eliminación de árboles que afectaría las condiciones estéticas, ambientalistas y ecológicas.

Dadas las dificultades que ocasionan determinados elementos vegetales, nativos o forestados, ubicados próximos a las calzadas y que ameritan ser trasladados o por lo menos minimizada su peligrosidad, debe buscarse la complementación y compatibilidad con los aspectos ambientales, ecológicos y paisajísticos para lograr una mayor seguridad para los usuarios del camino.

La ampliación de la zona libre de obstáculos necesaria, no siempre resulta factible por distintas razones. Además, siempre existe la posibilidad que un vehículo impacte con algún objeto ubicado más allá del límite de la zona libre proyectada, establecida como un valor mínimo para garantizar un nivel de seguridad aceptable en la vía. En este sentido, la velocidad con que se desplaza el vehículo al momento de salir de la calzada, tiene una importancia fundamental.

Cualquier medida que se tome para mitigar los peligros, es siempre preferible a instalar un sistema de contención vehicular, siempre y cuando el tratamiento sea técnicamente posible.

Salida involuntaria desde calzada (SDC)

En caminos de diseño geométrico adecuado y pavimento en buen estado de conservación, los vehículos también pueden abandonar la calzada por diversas razones. En la década de 1960 se reconoció que aún los conductores más capacitados y experi-

mentados podían desplazarse fuera de la calzada. La razón primaria de estas sorpresas salidas o invasiones, estaba y está dada entre otras situaciones por la falibilidad humana.

Además de los excesos (velocidad, sueño, inexperiencia, distracción, consumo de drogas legales o ilegales, etc.) y las diversas combinaciones multicausales, un conductor puede dejar la calzada deliberadamente para evitar un choque de alcance o frontal con otro vehículo, o el atropello de personas, animales u objetos que se encuentren sobre la calzada.

El drenaje transversal deficiente de la calzada o la presencia de ahuellamientos proclive a la acumulación de agua y consecuentemente al efecto de “aquaplaning” aun con lloviznas que formen una capa de 2 mm y en sectores tan cortos como de 10 m. abundan en nuestras rutas troncales donde la existencia de un alto volumen de camiones excedidos en su carga, deterioran rápidamente las calzadas.

Una vez que un vehículo deja la calzada, la probabilidad que ocurra un accidente, dependerá de la velocidad y la trayectoria del vehículo y de lo que encuentre a su paso. Si se produce un accidente, su gravedad dependerá de varios factores, incluyendo además, la no utilización de los sistemas de sujeción de los ocupantes, el tipo de vehículo, la existencia de elementos sueltos en el habitáculo o en la caja y de la naturaleza de la calzada o entorno del costado de la misma, tal como la temible caída del borde de pavimento (banquina descalzada).

Dentro del criterio de un diseño seguro para reducir gran parte de los accidentes, si las invasiones accidentales son inevitables, los costados de la calzada deberán ser tan despejados y traspasables como razonablemente fuese posible para ofrecer a los vehículos, la oportunidad de recuperarse, detenerse con seguridad y retornar a la calzada o reducir la gravedad de la situación resultante.

La prioridad es buscar las medidas para que el conductor se mantenga en la calzada, es decir, mediante un diseño geométrico, distancia visual y peraltes y una, señalización, delineación montada en postes frangibles, marcas retrorreflectivas, bandas sonoras adecuados.

Peligros sobre la Calzada

Entre los conceptos conocidos para mejorar la seguridad de la calzada se destaca la “coherencia de diseño” o “consistencia”, para “evitarle sorpresas” al conductor, mediante un adecuado tratamiento de los alineamientos, horizontal, vertical y mixto de los caminos.

Además del Diseño Geométrico, coordinación plani altimétrica y coherencia de diseño, también es importante el:

- Drenaje,
- Delineación,
- Señalización vertical,
- Bandas sonoras longitudinales y transversales,
- Iluminación y

- Mantenimiento

Las deficiencias en el Drenaje o deformaciones de la calzada, traen aparejado acumulación de agua y pueden ser producto de:

- Ahuellamientos,
- Textura del pavimento,
- Grado de convexidad transversal y pendiente del camino,
- Ancho del camino,
- La existencia de demarcación continua central o de borde,
- La intensidad de la precipitación.

El exceso de cargas de los transportes pesados, incide en la formación de surcos longitudinales o ahuellamientos en el pavimento, facilitando la acumulación de agua e impactando negativamente en el drenaje del mismo.



En cuanto al grado de convexidad transversal y la pendiente del camino, se refiere al grado de pendiente que tiene en determinado punto. Los vehículos tienen menos tendencia al hidropneumático al transitar cuesta arriba y tienen más tendencia a hacerlo al desplazarse cuesta abajo entre dos colinas conectadas, donde el agua tiende a acumularse.

Si bien no hay una ecuación precisa que indique la velocidad a la que un vehículo entra en hidropneumático, en general, los autos entran en hidropneumático a velocidades superiores a 72 km/h, donde hay agua estancada con una profundidad de al menos 2,5 mm por una distancia de 9 metros o más.

Peligros al Costado del Camino

Los peligros al costado del camino son justamente los objetos fijos o condiciones del CDC, que en virtud de su magnitud, ubicación y frangibilidad, pueden llegar a producir lesiones o incluso la muerte de los ocupantes, en el caso de que un vehículo abandone la calzada.

Por la reducida capacidad de absorción de energía de muchos de los objetos del CDC, un impacto contra ellos podría resultar en serios daños para las personas y vehículos involucrados.

Los peligros al CDC pueden ser puntuales o continuos, naturales o artificiales.

Los objetos peligrosos fijos pueden ser:

- Árboles y tocones de árboles talados.
- Postes y columnas de iluminación
- Pasos a alto-nivel sobre camino, río, líneas de ferrocarril.
- Columnas, pilas y estribos de puentes.
- Dispositivos laterales de antiguo diseño o inadecuadamente instalados o mal conservados.
- Extremos peligrosos de barrera.
- Cabeceras de alcantarillas transversales y laterales.
- Rocas y cantos rodados.

Condiciones peligrosas:

- Taludes muy empinados.
- Cunetas con sus contrataludes.
- Cortes rugosos.
- Masas de agua, lagos, reservorios, mar, ríos corriendo paralelamente al camino.
- Bordes descalzados

No todos los taludes permiten a los vehículos transitar por su pendiente con seguridad en el caso de una SDC.

De acuerdo a la posibilidad de vuelco, los taludes se definen como:

- Recuperables: taludes 1:4 o más extendidos ($\text{talud} \leq 1:4$).
Son taludes traspasables en los que existe una alta probabilidad que los conductores puedan detener sus vehículos o disminuir su velocidad para volver a la calzada con seguridad.
- No recuperables: taludes entre 1:3 y 1:4 ($1:4 < \text{talud} < 1:3$)
Son taludes traspasables pero sobre los cuales los conductores serán incapaces de detener sus vehículos o de volver fácilmente a la calzada. Puede esperarse que los vehículos sobre estos taludes alcancen el fondo.
- Críticos: taludes 1:3 o más empinados ($\text{talud} \geq 1:3$)
Son taludes sobre los cuales posiblemente los vehículos vuelquen.

Los taludes críticos y los no recuperables constituyen una condición peligrosa, ya que en los críticos existe una alta probabilidad de vuelco y en los no recuperables el conductor no podrá retornar por sí solo, la calzada.

El nivel de riesgo y la gravedad de un posible accidente se determinan a partir del tipo de elemento potencialmente peligroso localizado al lado de la vía, y de las condiciones de operación de la carretera.

La siguiente Tabla muestra la clasificación de la gravedad de los accidentes de

acuerdo con las condiciones del peligro potencial

NIVEL DE RIESGO	GRAVEDAD DEL ACCIDENTE	SITUACIONES
Riesgo elevado	Muy Grave	Caídas en precipicios. Caídas desde la plataforma de puente u otra estructura similar. Colisiones con estructuras a nivel inferior, donde se presta un servicio o se concentren personas. Nudos e Intersecciones complejas
	Accidente grave para terceros	Invasión de otras vías paralelas (carreteras, líneas férreas, ciclovías, etc). Irrupción en zonas donde se localizan terceros vulnerables (Zonas comerciales, Parques recreativos, Escuelas, etc.) Caída de objetos de gran masa sobre la plataforma de la vía o puente.
	Accidente grave	Caídas en cursos y masas de agua. Choque con pilares de obras de arte o ingresos a túneles. Colisiones con laderas rocosas.
Riesgo normal	Accidente común	Choque con elementos como: Árboles. Postes o soportes de luminarias, señales, vigas, etc. Muros, paredes, muros de retención, muros de suelo reforzado muros de tierra armada, tablestacados, pantallas antirruído Estructuras del sistema de drenaje y desagües. Cunetas o canales de sección no traspasable. Taludes transversales. Vuelco (paso por taludes paralelos no traspasables).

Debe considerarse que las propias instalaciones de dispositivos de contención laterales, así como el tratamiento de sus extremos, pueden constituirse también en elementos peligrosos, si responden a antiguas concepciones o si no están bien instaladas y/o conservadas.

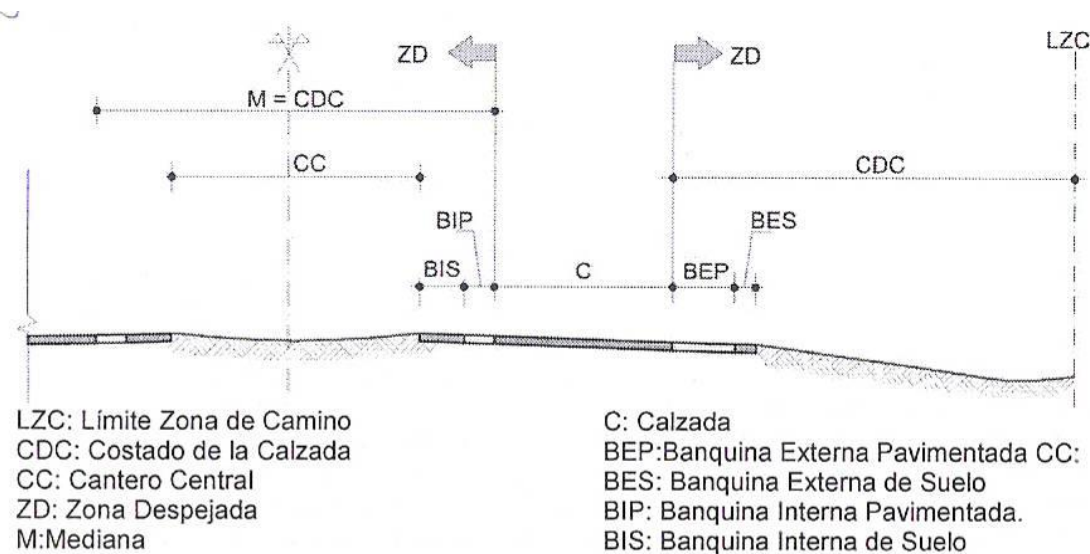
Para mejorar la seguridad a los costados del camino, es necesario contar con “Costados de Caminos Indulgentes”, libres de objetos fijos y condiciones peligrosas, donde el conductor errante tenga oportunidad de recuperar el control de su vehículo que sale de la calzada.

ZD al costado de la calzada

Aunque el ancho de la ZD es un intento de equilibrar los beneficios de seguridad contra las posibles limitaciones, la gran variedad de restricciones puede dar lugar a algunas situaciones donde el ancho completo de la ZD simplemente no es posible. En estos casos, primero se debe hacer un intento para superar las limitaciones, ya sea mediante la disponibilidad de espacios, los compromisos ambientales o de propiedad o la financiación, de modo de lograr una ZD adecuada.

Es de hacer notar que la efectividad de proveer zonas despejadas al CDC sigue la ley de rendimientos decrecientes; es decir manteniendo constantes todos los otros factores, incrementos unitarios de ancho de zona libre de peligros, resultan en incrementos de la seguridad cada vez menores; el primer metro de ZD tiene mayor beneficio sobre

la seguridad que el segundo y así sucesivamente. Con poco ancho de ZD que se consiga, los beneficios que se obtengan sobre la seguridad, serán considerables.

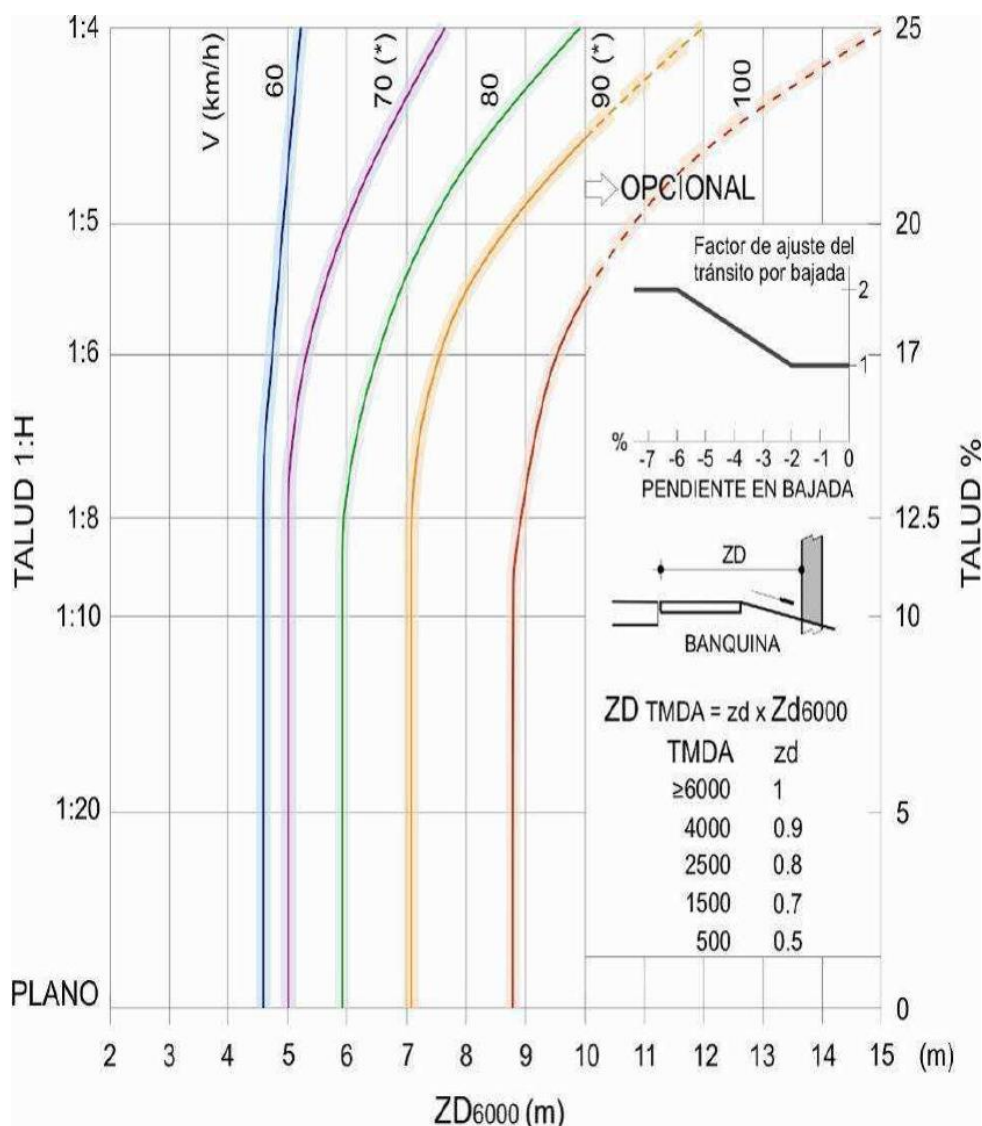


En la siguiente Tabla, se observa la reducción de accidentes prevista, con mayor ancho de ZD en las secciones rectas y curvas, según la experiencia en los EUA.

REDUCCIÓN DE ACCIDENTES POR INCREMENTO DE ZD		
Ancho de ZD (m)	Reducción de Accidentes (%)	
	Recta	Curva
1,5	13	9
2,4	21	14
3	25	17
3,6	29	19
6,6	29	19
4,6	35	23
6,1	44	29

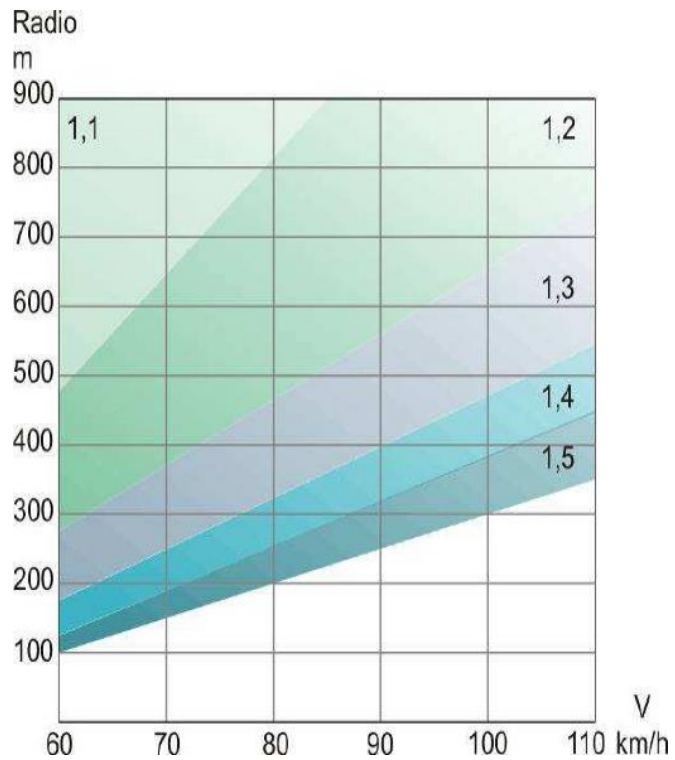
El ancho deseable de la ZD es función de la velocidad directriz, la pendiente del talud, el tránsito medio diario y la pendiente longitudinal. El ancho de la ZD no debe considerarse como la distancia libre máxima que debe preverse en un camino.

La consideración de los peligros más allá de la ZD se debe tener en cuenta siempre que sea posible y sobre todo cuando la combinación de curvatura horizontal, los antecedentes de accidentes y la gravedad del peligro pueden plantear problemas significativos si fueran alcanzados por un vehículo. Si en las autopistas se plantean carriles adicionales hacia el lado externo, la ZD debería determinarse desde el borde de la calzada en su condición final.

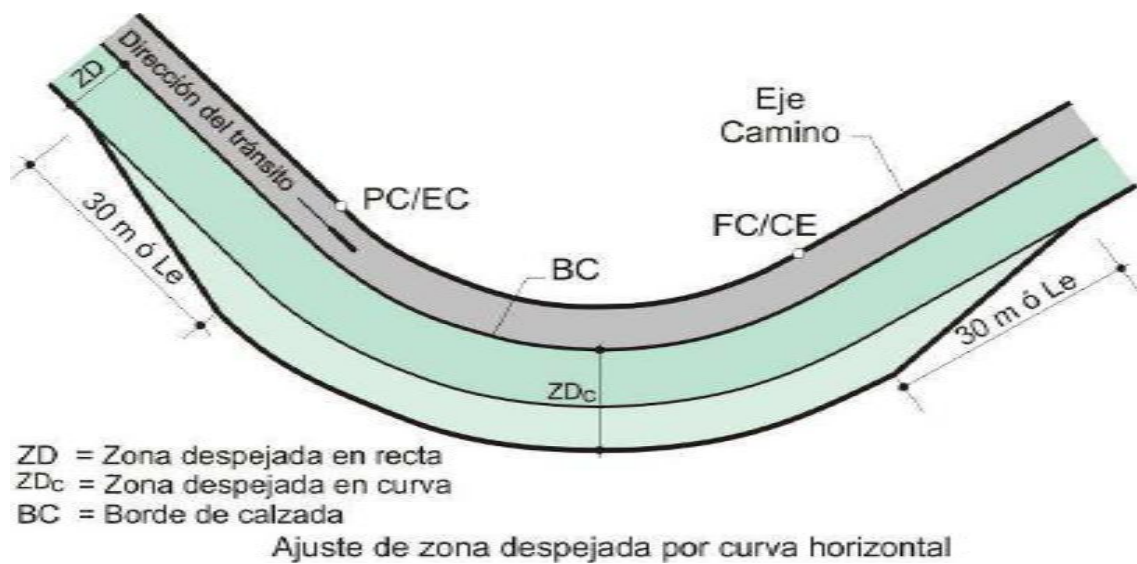


Ancho de ZD para secciones en rectas, Adaptado de Roadside Design Guide 2002 AASHTO
Ejemplos de ancho de ZD en recta.

La ZD, originalmente fue analizada para tramos rectos. Donde la probabilidad de accidentes sea baja o no existan datos históricos de accidentes y la experiencia con proyectos similares sea buena, se podrá reducir la ZD a 10,00m de ancho. Para las curvas horizontales la Gráfica próxima provee coeficientes de corrección en función de la velocidad y del radio de curva.



Factores de corrección por curva horizontal, adaptado de la Roadside Design Guide 2002 AASHTO



Ubicación o variación de ancho de ZD en curva horizontal

Tratamiento de los peligros potenciales

El diseño de un CDC Indulgente, debe proveer una zona libre de peligros (ZD) en la probable trayectoria del vehículo que sale de la calzada. Los CDC Indulgentes, respecto de los objetos fijos, son el resultado de proyectar en orden preferencial los siguientes tratamientos:

- **Eliminarlo**, si no se puede.
- **Desplazarlo**, si no se puede
- **Hacerlo frangible o proteger a los ocupantes del vehículo de ese objeto fijo mediante una defensa lateral o un dispositivo de seguridad que permita absorber la energía cinética del vehículo.**; si no es posible
- **Delinear o Señalizar** el obstáculo si las alternativas anteriores no son posible llevarse a cabo..

Sobre las condiciones peligrosas de talud y drenaje, las medidas recomendadas para obtener CDC Indulgente son:

- **Tender** los taludes iguales o mayores a 1:4.
- **Diseñar** cunetas de perfil traspasable evitando aristas.

Se debe recordar que los DCV no son una opción para resolver las problemáticas derivadas de la inseguridad vial en sí mismos, pueden ser peligrosos y sólo se justifican si las consecuencias para los ocupantes de un vehículo que los embista sean menos graves que chocar el obstáculo ubicado detrás, o transitar por una condición peligrosa, por ejemplo por un talud empinado. Se obliga entonces a que su instalación deba siempre realizarse adecuadamente y revisarse con espíritu crítico.

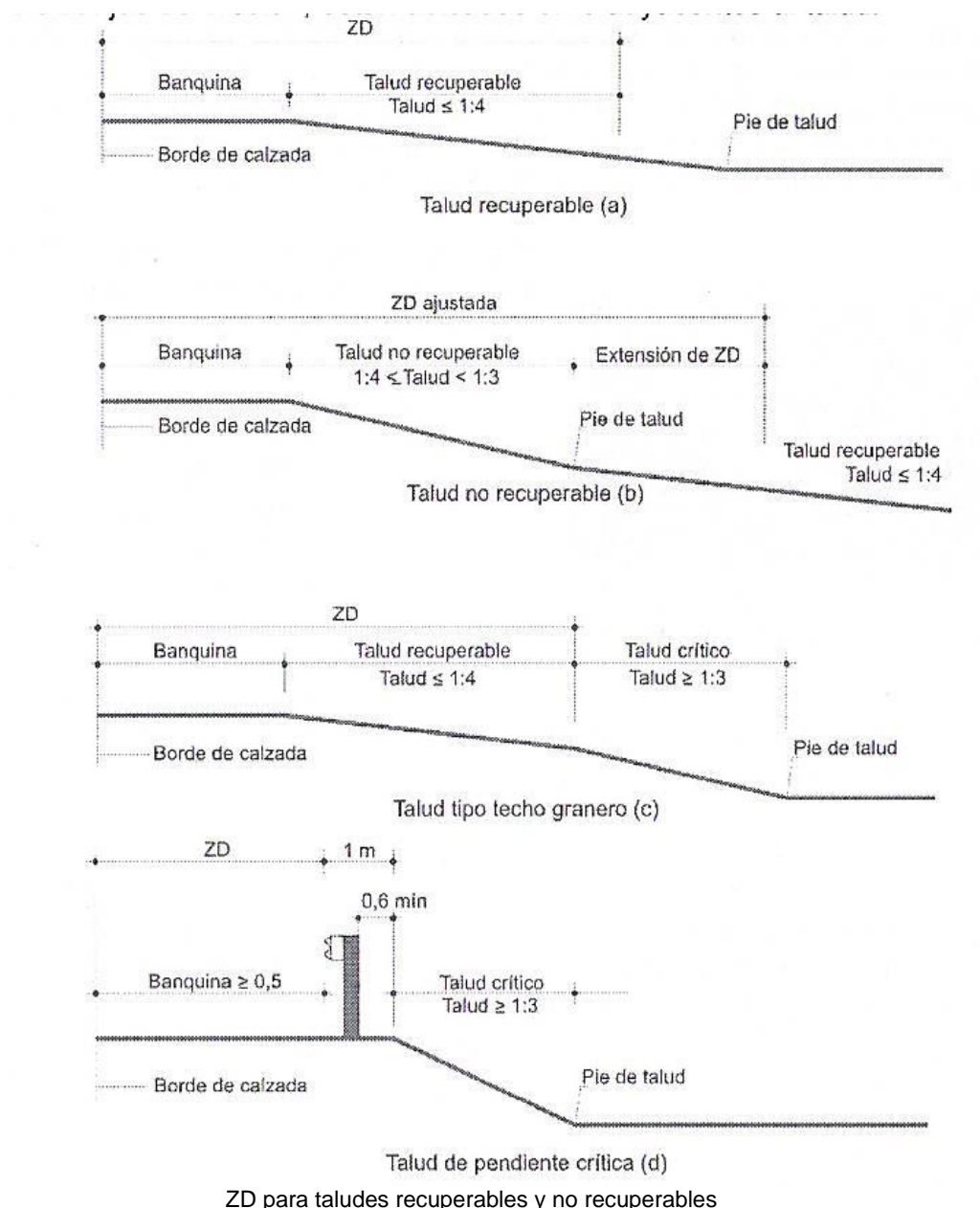
Deben hacerse todos los esfuerzos en las etapas de diseño y construcción para eliminar la necesidad de DCV y, al considerar las justificaciones, es imperativo recordar que su uso siempre debe ser atemperado por el juicio y la discreción.

En los últimos años, en los países líderes en seguridad vial, se ha abandonado la masiva instalación de DCV y la percepción previa de que estos sistemas eran la panacea para todas las situaciones negativas. Este enfoque que promueve una realista evaluación de los costos comunitarios y la investigación de tratamientos alternativos para eliminar los DCV donde fuere posible, es más saludable que el anterior.

Estudios realizados en los EUA determinaron que después de instalar un DCV longitudinal, aún justificado fehacientemente, la gravedad de los accidentes pueden disminuir, pero puede aumentar la frecuencia dado el menor espacio disponible para las maniobras que permitan recuperar el control y retomar al camino.

Incidencia de los taludes en ZC

La ZD debería poseer taludes laterales que no causen el vuelco de los vehículos y no contengan ningún otro peligro. Los proyectistas deberán esforzarse para proveer CDC lo más amplios e indulgentes posible considerando las restricciones físicas y económicas. Para la mayoría de los proyectos, habrá situaciones en lugares aislados o tramos longitudinales de camino donde este ideal no podrá lograrse. Los distintos factores físicos ya enunciados, a menudo determinarán la forma y el área del espacio libre de peligros disponible inmediatamente adyacente a la calzada.



En la anterior figura, se ilustra sobre las dimensiones de la ZD en taludes recuperables, no recuperables y críticos.

Cuando se determinan las pendientes de los taludes de los terraplenes, deberá tenerse en cuenta los siguientes criterios:

- Seguridad técnica y psicológica.
- Estabilidad.
- Facilidad para su mantenimiento y eventual desmalezado.
- Estética y economía.

Los vehículos que se desplacen por taludes de pendientes 1:4 o menor, tienen muy pocas probabilidades de volcar dado que proporcionan un alto grado de seguridad “técnica”.



Los taludes críticos y los no recuperables son una condición peligrosa; ya que en los críticos existe una alta probabilidad de vuelco y en los no recuperables el conductor no podrá retomar por cuenta propia el camino. Para el aplanamiento desde 1:2 hasta 1:3 la reducción de accidentes es pequeña. Son necesarios taludes laterales 1:5 o más extendidos para que la reducción de accidentes sea significativa, situación que puede apreciarse en la siguiente Tabla:

% DE REDUCCIÓN DE ACCIDENTES POR APLANAMIENTO DE TALUDES EN CURVAS				
Talud inicial	Talud modificado			
	1:4	1:5	1:6	1:7 o más
1:2	6	9	12	15
1:3	5	8	11	15
1:4		3	7	11
1:5			3	8
1:6				5

Fuente: Zegeer, Twomey, Heckman y Hayward (1992)

Estas consideraciones sobre taludes principalmente aplicables a obras nuevas, también pueden utilizarse para mejorar tramos peligrosos de caminos existentes, como por ejemplo curvas horizontales con antecedentes accidentológicos. Proveer terraplenes con taludes 1:4 o más extendidos en los límites de la ZD, o más allá si es posible, es una característica típica de los recientes diseños.

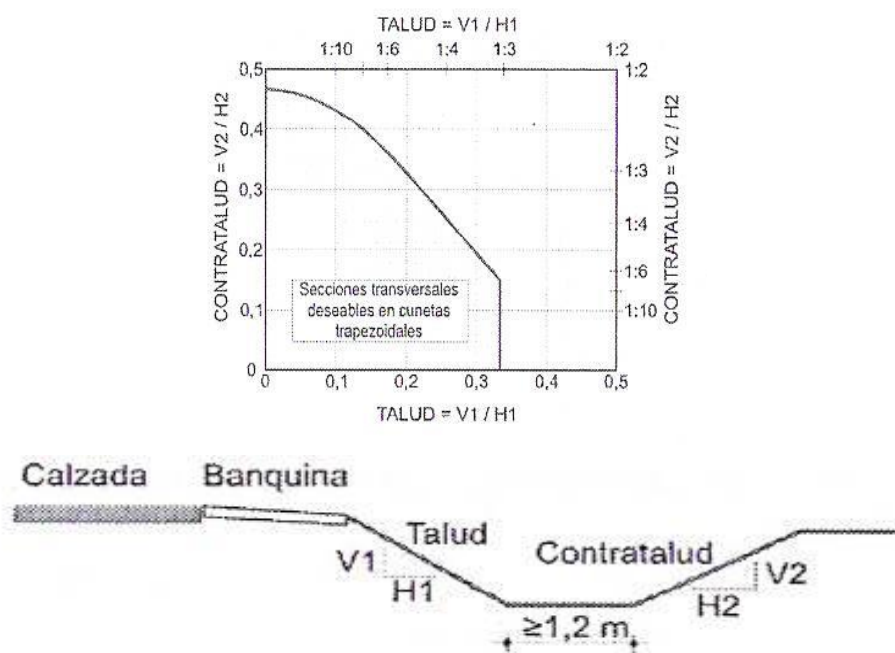
Cuando no pueda extenderse el talud más de 1:3 hasta alcanzar el ancho completo de ZD, se debe analizar la opción de instalar barrera

Presencia de Cunetas

Las cunetas, son parte fundamental del sistema de desagüe del camino, dada su función de coleccionar y conducir el agua superficial, paralelamente al camino, hasta los cauces naturales u obras de arte.

Por lo tanto, se deben diseñar, construir y conservar como traspasables, o atravesables, para que no presenten condiciones peligrosas del CDC.

Las cunetas traspasables se conforman con amplios y suaves lados y reducida profundidad, lo que permite a los vehículos atravesarlas sin ser violentamente redirigidos, volcados, o enganchados con una abrupta desaceleración.



Sección transversal recomendada en cunetas de cambio gradual de pendientes (redondeadas y trapezoidales)

La zona sombreada de la figura anterior establece la relación deseable entre talud y contra talud de la cuneta. Se consideran cunetas con cambios bruscos de pendiente o con cambios graduales de talud. La sección transversal recomendada en ocasión de un cambio gradual de pendientes, es aplicable a cunetas redondeadas con solera mayor de 2,4m y cunetas trapezoidales con solera mayor de 1,2m. Las configuraciones de taludes y contra taludes fuera de la zona sombreada no se consideran recomendables pero podrían aceptarse en proyectos que cumplan una o más de las siguientes consideraciones, siempre y cuando la solera y los contra taludes se encuentren libres de objetos fijos:

- Caminos de bajo volumen de tránsito,
- Caminos de baja velocidad,
- Zona de camino reducida,
- Terreno accidentado,
- Proyectos de repavimentación, reconstrucción o rehabilitación.



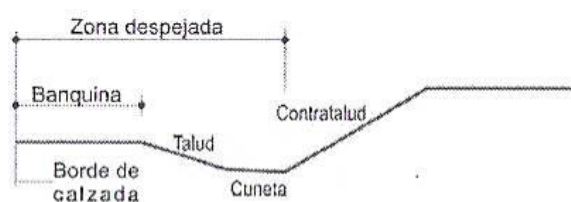
Los vehículos pueden invadir la cuneta y/o el contra talud por lo cual no deben colocarse objetos fijos en esos lugares, aun cuando cuneta y/o contra talud se hayan diseñado con pendiente traspasable.

Cuando no puedan proveerse cunetas traspasables, debería considerarse la reubicación de la cuneta fuera de la ZD, sistemas de drenaje subterráneos, o un sistema de barrera para impedir que un vehículo entre en una cuneta no traspasable.

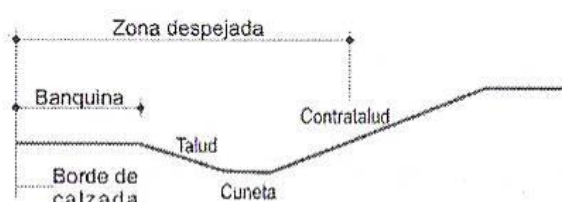
Contra taludes

Cuando se tiene una sección en corte, el contra talud puede ser traspasable o no según su pendiente y la presencia de objetos fijos. Si el contra talud es 1:3 o más extendido y está libre de objetos fijos, puede no ser un peligro significativo, independientemente de su distancia a la calzada.

El perfil transversal en corte se diseña con una cuneta entre la banquina y el contra talud que debe ser traspasable. También puede perfilarse el contra talud para que trabaje como una barrera rígida.



La zona despejada no alcanza el pie del contratalud (a)



El pie del contratalud está dentro de la zona despejada (b)

Aplicación de ZD en secciones en corte



Los cortes de roca rugosos son peligrosos para los vehículos porque la superficie rugosa puede provocar enganche y excesivos desgarros a la carrocería en lugar de proveer un redireccionamiento suave. Si el corte en roca es empinado y rugoso, debería estar ubicado fuera de la ZD.

A menudo por restricciones económicas y ambientales resultan cortes angostos que impiden la obtención de una adecuada ZD. En estos casos, los cortes deberían realizarse de modo que resulten caras suaves para actuar como una barrera rígida, que permita a los vehículos el redireccionamiento y la detención gradual.

La efectiva redirección de los vehículos requiere una superficie pareja, plana. Si no puede proveerse un frente suave, puede ser adecuado instalar una barrera.

En la base de los contra taludes de corte no deben proveerse cunetas profundas y desprotegidas.

Alcantarillas

Son obras de arte destinadas al drenaje transversal o longitudinal, que conducen el agua proveniente de lluvias o cursos de agua por debajo del coronamiento. Sus extremos comprenden muros de cabeceras y aletas de hormigón para las estructuras más grandes y secciones extremas rectas o biseladas para los conductos más pequeños.

Si bien los citados diseños de extremos sean hidráulicamente eficientes y minimicen los problemas de erosión, pueden representar un peligro para el vehículo que circula fuera de la calzada, sobre todo cuando dichas aletas producto de elevar cabezales, sobresalen del nivel de terreno natural.

Los extremos generan:

- Una discontinuidad en el talud, resultando objetos fijos sobresalientes en un terraplén -de otra forma traspasable-, y
- Una abertura en la cual un vehículo podría caer, causando una abrupta detención.



Las alcantarillas pequeñas, pueden producir el enganche de una rueda y causar la pérdida de control del vehículo. En las alcantarillas más grandes, pueden observarse choques directos contra los muros de ala, enganches o caídas.

Para tratar los peligros que representan los extremos de alcantarillas expuestos, se recomienda, en orden de prioridad:

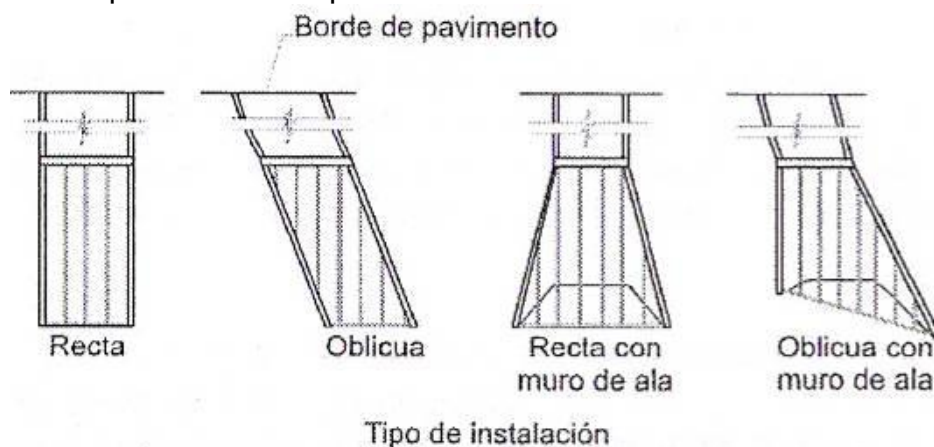
- Proyectar alcantarillas de modo que sus extremos queden más allá de la ZD de modo de evitar que sean embestidas. Esto parece, idealmente, una idea muy buena. En la práctica es costosa y de ejecución, en algunos casos, dificultosa.
- Proyectar extremos traspasables para las alcantarillas, pudiéndose incorporar rejas metálicas o de hormigón armado cubriendo las salidas y acompañando la pendiente del talud del terraplen (el histórico vandalismo que existe desalienta el uso de rejas metálicas).
- Proyectar DCRV.



Cuando en la mediana o distribuidores existan alcantarillas separadas en ambas calzadas, se recomienda darles continuidad para eliminar la abertura intermedia, pero probablemente resultará necesario incluir baranda para separar los flujos. El escurrimiento superficial se captará con sumideros, los cuales pueden ser de reja horizontal, de rejas inclinadas, o mixtas. En el caso de ingresos laterales deberán conformarse según el talud transversal para hacerlos traspasables.

Cuando no se pueda extender un extremo de alcantarilla fuera de la ZD, se recomienda dar continuidad a la pendiente del talud agregando una reja entre las alas.

La reja debe dimensionarse para soportar el paso circunstancial de un vehículo errante (camioneta de hasta 2,5 tn) y generalmente construidas con tubos de acero. Se mantiene el talud normal en la zona de la alcantarilla para lo cual se deben biselar las alcantarillas tipo caño, así como los muros de ala de las alcantarillas tipo cajón, siguiendo la pendiente del talud. La cabecera de la alcantarilla o cualquier otro elemento no debe superar los 10cm por sobre el nivel del terreno.



Conformación de rejillas destinadas a Alcantarillas

Las rejillas se ubican perpendicularmente a la dirección del tránsito y la separación varía entre 0,35 y 0,75m posibilitando estas últimas ser traspasadas por un vehículo a más de 60 km/hora.

Las dimensiones de los tubos de acero varían según la luz libre entre apoyos. Cuando las luces son importantes, se pueden utilizar apoyos intermedios. La reja no llega a la platea, se deja una luz de 0,60m de altura para permitir un escurrimiento de fondo sin restricciones, así como el pasaje de animales silvestres.

Cubrir los cabezales de una alcantarilla con una barrera, es la última opción cuando no se puede extender la alcantarilla más allá de la ZD y no es factible proyectarlas traspasables, con rejillas. La barrera se diseña según lo establecido en la Guía 3. Se recomienda no usar barreras rígidas para cubrir cabezales de alcantarillas dentro de la ZD.

Sumideros

En una construcción nueva, las embocaduras de sumideros de desagüe ubicados en la trayectoria del tránsito o en la potencial trayectoria de un vehículo deberían diseñarse para ser traspasables por el tránsito vulnerable. Los sumideros existentes que sobresalen más de 10 cm del terreno, pueden enganchar el chasis de un vehículo o causar la inestabilidad si las barras están instaladas inadecuadamente.

La marcación de una embocadura no reduce la gravedad de ningún choque que ocurra, pero puede ayudar para que el conductor evite chocarla.

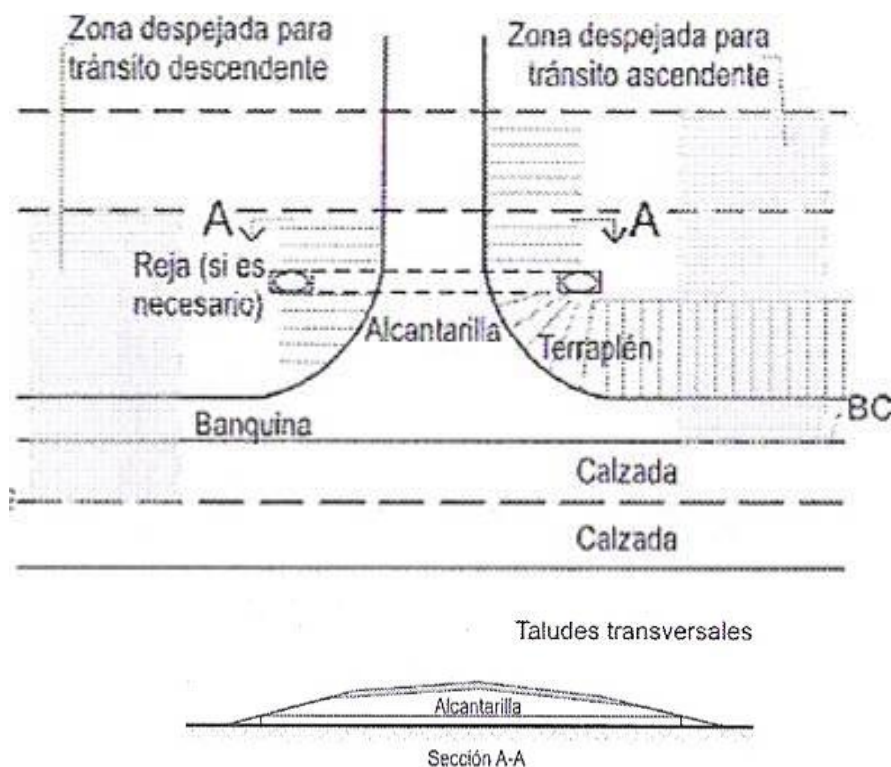
Taludes transversales

Son los que conforman la obra básica en cruces de mediana, accesos frentistas o cruces con otros caminos. Son más peligrosos que los taludes o contra taludes laterales porque la trayectoria de choque de los vehículos es casi frontal al obstáculo.

Se recomiendan taludes más tendidos que 1:6 para caminos de alta velocidad, siendo aceptable taludes más empinados que 1:6 para caminos de baja velocidad o áreas urbanas.



Las pendientes deseables y recomendadas de los taludes deben proyectarse en la ZDC. Fuera de ella se puede empinar el talud a valores usuales compatibles con la estabilidad de los terraplenes. Se muestra el diseño de los taludes y del extremo de alcantarilla en un acceso a propiedad o camino secundario.



Diseño de talud transversal y alcantarillas en acceso a propiedades

Objetos fijos no deletables

Cualquier objeto fijo no deletable ubicado en la ZDC, tal como árboles, postes, columnas de iluminación, etc. se consideran potencialmente peligrosos y deben eliminarse. Si no fuera posible su eliminación, deberá instalarse barreras de protección, siempre y cuando los beneficios de su empleo superen el peligro potencial, asociado a la barrera propiamente dicha y el tratamiento que se le de sus extremos.

Árboles

Los árboles y arbustos a lo largo de un camino incrementan su atractivo visual.

Particularmente, los arbustos pueden ayudar a proteger contra el encandilamiento de las luces delanteras del tránsito opuesto, así como proveer una barrera visual entre el camino y la propiedad lindera.

En algunos casos, donde la zona adyacente fuese desboscada para la agricultura, los árboles localizados en la zona de camino pueden ser ecológicamente importantes para la flora y fauna autóctona.

Son además considerados un bien comunitario por su belleza y beneficios ambientales y paisajísticos, en la medida que en su ámbito de implantación, no incida produciendo sombra permanente sobre la zona de banquetas.

Independientemente de todo esto, los árboles próximos a la calzada son un potencial peligro y pueden llegar a causar choques graves. Mientras más cerca de la calzada se ubiquen, mayor es el riesgo de un impacto y mayor el peligro que representan.



Según estadísticas de los EUA, los árboles son los objetos más comúnmente impactados; aproximadamente en un 30% y producen un mayor número de muertos que cualquier otro objeto fijo siendo aproximadamente, el 10% de todas las muertes por siniestro vial.



Los siniestros contra árboles son más frecuentes en caminos rurales.

De todos los accidentes mortales contra árboles, la gran mayoría se produjeron en caminos de dos carriles bidireccionales indivisos y en menor medida en los caminos de cuatro carriles y calzadas separadas.

Los árboles detienen abruptamente un vehículo cuando éste lo impacta si su tronco no es flexible, generando a los ocupantes del vehículo, fuerzas de desaceleración que superan lo tolerable por el ser humano.

A los fines de la seguridad vial, se considera que un árbol es peligroso cuando mide más de 0.10m de diámetro medido a 0,50m del nivel del suelo, altura que se asocia con la altura promedio de los paragolpes de los vehículos.

Los ejemplares que en su madurez alcancen diámetros mayores que 0,10m, así estuviesen aislados, son considerados peligrosos y deberían retirarse del lugar y transplantarse fuera de la ZD ($\geq 10,00\text{m}$).



La mayoría de los impactos contra árboles se producen por salidas de los vehículos a la derecha, circulando en curvas a la izquierda. El problema de los árboles ubicados en lugares peligrosos, puede tratarse de acuerdo a las siguientes estrategias:

- Impedir la plantación de árboles o arbustos que crecerán hasta un tamaño inseguro en la ZD.
- Evitar el crecimiento natural de árboles en la ZD.

- Evitar que los árboles se desarrollen y obstruyan la visual o se constituyan en un peligro.
- Seleccionar especies de árboles de troncos frangibles y de reducido crecimiento, para tramos de camino que fueran más propensos a accidentes por SDC.
- Identificar y remover o relocalizar aquellos árboles ubicados en lugares peligrosos, es decir árboles golpeados o que puedan ser golpeados.
- No dejar tocones de más de 10cm de altura al cortar los árboles para evitar problemas de enganche y tambaleo en el caso que un vehículo se desplace sobre la ZD
- Proteger con barrera aquellos los lugares donde haya muchos árboles creciendo cerca de la calzada de un camino de alta velocidad y volumen
- Proteger con una barrera semirrígida, donde el desbosque no fuese posible sobre bases ecológicas, ambientales o estéticas. . Los beneficios de este enfoque necesita ser considerado a la luz del peligro asociado con la barrera y su tratamiento, ya sea de sus extremos como del espacio de deflexión por el impacto, con el filo de los troncos de las especies. Este tipo de solución no puede ser posible donde existan frecuentes puntos de accesos.
- Delinear los árboles en aquellos lugares peligrosos si no hay otra opción, utilizando pintura o bandas de cinta reflectiva alrededor del tronco y marcadores de objetos o incorporando por delante, defensas vegetales conformadas por plantas de bajo y mediano crecimiento.



Postes y columnas

Los choques contra postes están entre los más frecuentes y graves que involucran a los objetos fijos.



En términos de seguridad vial, la solución en el diseño más deseable es usar tan pocos postes como sea posible ubicándolos donde sea menor la probabilidad de ser impactados por un vehículo desviado, desde la calzada.

Generalmente, el peligro crece con el volumen de tránsito, la densidad de los postes (número de postes por longitud de camino) y por la distancia al borde de calzada y es mayor para postes en el lado exterior de las curvas horizontales.

La frecuencia de los choques contra postes decrece al aumentar el ancho de banquina.



Entre las prácticas recomendadas para la ubicación segura de los postes en la ZC, podemos citar:

- Eliminar los postes ubicados en la ZD.
- Los postes que debiesen ir ubicados paralelos a un camino deberían ubicarse fuera de la ZD, preferentemente en el borde de la zona de camino.
- Utilizar los postes en forma conjunta por parte de servicios públicos diferentes (por ejemplo, suministro de energía eléctrica, iluminación pública, teléfono, videocable, etc.)

- Ubicar las líneas de servicios públicos bajo tierra en autopistas. En caminos indivisos de dos trochas se permite el cruce aéreo con los postes en la zona de seguridad.
- Incrementar el espaciamiento entre postes.
- Donde la ZD no se puede obtener, deberían ubicarse por lo menos a 3,00m desde el borde de la calzada, en lugares alternativos más seguros.
- Considerar la provisión de un pavimento de alta fricción donde el poste esté en curva.
- Utilizar postes intermedios para reemplazar un poste ubicado en un lugar particularmente peligroso.
- Los postes existentes pueden actuar como referencia de la ubicación de un nuevo camino, por ejemplo en duplicaciones de calzada. Sin embargo, a menudo esto puede resultar en que los postes estén muy cerca del borde de la nueva calzada. Considerar la reubicación de los postes en estos casos redundará en beneficios a la seguridad.
- Ubicar todos los postes a lo largo de un solo lado del camino.
- No ubicar postes en cunetas o en el lado exterior de las curvas horizontales o en medianas centrales o dentro del radio de esquina en intersecciones.
- Ubicar los postes detrás de las barreras existentes respetando las distancias de deflexión de las barreras semirrígidas.
- Los postes ubicados en la ZD deberían ser rompibles o frangibles; así se reduciría la gravedad de los choques. Son más seguros porque impiden la rápida desaceleración del vehículo.

Postes rompibles o traspasables pueden ser:

- Postes de base-deslizante que se rompan fuera de la base cuando se los impacta. No retardan el impacto del vehículo y pueden originar accidentes secundarios, especialmente en zonas de alta actividad peatonal o en medianas angostas. Por esta razón no se deben utilizar en zonas urbanas. Tampoco se deben emplear en estructuras de señalamiento aéreo.



Postes frangibles con incorporación de fusibles en el basamento

- Postes que absorban impactos, fallan progresivamente por flexión, entrampan- do al vehículo; son adecuados en zonas de alto tránsito peatonal.

Como criterio para determinar si un poste es considerado frangible se adoptan lo indicado en Standard Specifications for Structural Supports for Highway Signs, Luminaries and Traffic Signals de AASHTO y las Normas de Ensayo en el NCHRP 350.

Las columnas para ménsulas y pórticos de señalización aérea no se proyectan traspasables, por lo que deberían protegerse con un sistema de barrera. Las ubicaciones de postes y de barrera flexible o semirrígida deberían coordinarse para asegurar suficiente separación entre la misma y el poste e impedir que al flexionar durante un impacto, la misma no golpee contra el poste.

Los Semáforos constituyen un caso especial donde puede ser indeseable que sus postes sean frangibles. Tal como con los postes de iluminación, debe considerarse el peligro inmediato creado por un poste de señal caído como también el potencial peligro generado por una temporaria pérdida de toda la señalización en una intersección. Cuando los semáforos se instalan en caminos de más de 80km/h, los soportes deberían ubicarse tan lejos del coronamiento como sea práctico. Debe considerarse la protección de los soportes si están en la ZD.

Los Postes de pedido de ayuda (SOS), que subsistan al Código abreviado mediante telefonía celular, se deben tratar como peligros laterales.

En cuanto a los Aparatos de alarma ferroviaria, los funcionarios viales y ferroviarios deben decidir en forma conjunta, sobre el tipo de aparato de alarma necesario en un cruce particular sean éstas cruces de San Andrés, señales de luces titilantes o barreras. Las barreras longitudinales no suelen recomendarse porque rara vez hay suficiente espacio para el adecuado tratamiento de los extremos, al peligro más largo que se crea ya que un vehículo que la choca cuando un tren ocupa el cruce puede ser redirigido hacia el mismo.

Pilares y Estribos de Puentes

Las pilas y estribos de los puentes son objetos fijos muy rígidos. Cuando un vehículo errante los impacta usualmente el accidente resultante es muy grave. En las estructuras de paso superior, las pilas y estribos deberán mantenerse tan lejos del coronamiento como sea posible. Se prefieren las estructuras de dos luces con columnas en el centro de la mediana, evitando las columnas cerca del borde de banquina. En autopistas con medianas angostas, se recomiendan las estructuras de una sola luz.

Los puentes de luces más largas sobre autopistas reducen la necesidad de columnas en el borde de banquina o permiten que las mismas se ubiquen a una suficiente distancia de los carriles, para reducir la probabilidad de accidentes.

Generalmente, desde el punto de vista de la seguridad, es deseable ubicarlas fuera de la ZD. Cuando no sea posible ubicar las pilas de mediana y/o costado fuera de la ZD, deberá usarse un adecuado dispositivo de contención.



Los estribos de puente también pueden ser peligrosos. Es usual que se utilice un dispositivo de contención para proteger a los usuarios de embestir parte de las estructuras. Del mismo modo, deberán tener suficiente longitud para impedir que un vehículo errante circule sobre los taludes y sea redirigido hacia la calzada.

Pasos Alto Nivel

Si los puentes alto-nivel de autopistas y autovías, por debajo de los cuales cruzan otros caminos, líneas de ferrocarril o cursos de agua, se proyectan con estructuras independientes para cada calzada, el hueco entre las estructuras, el terraplén y muro de alas representan un peligro para los vehículos errantes, debiéndose prever los dispositivos necesarios para evitar la caída de un vehículo en el vano.

Masas de agua

Las masas de agua deben evaluarse considerando el peligro potencial en cada caso.

Esto será una combinación de la profundidad y su accesibilidad.

La profundidad se clasifica según si:

- Un vehículo puede sumergirse completamente, resultando los ocupantes lesionados, ya sea no nadadores, enfermos, ancianos, o niños.
- El agua podría inundar completamente un automóvil hasta un punto donde un conductor o pasajero inconsciente o herido, podría ahogarse. Se supone una profundidad de 0,80 m.
- Un vuelco lateral con 0,60 m de profundidad, o una vuelta de “campana” con 0,10 m de profundidad, supone que una persona inconsciente se ahogue.
- Las corrientes de agua deben considerarse más peligrosas que las masas de agua quietas.



El riesgo asociado con masas de agua de más de 0,60 m de profundidad, o cursos de agua con una profundidad normal de caudal de base superior podrían causar que un ocupante aturdido, atrapado, o herido, se ahogue.

El proyectista debe visualizar la posibilidad que un vehículo errante alcance el agua; si es elevada, debiendo prever una protección con barrera.

Aplicación de Sistemas de Contención Vehicular

En los casos en que no pueda implementarse una ZD adecuada o eliminarse un obstáculo o peligro, se deberá instalar sistemas de contención vehicular que reduzcan la severidad del accidente. Las estrategias surgen del siguiente esquema:

ESTRATEGIAS APLICADAS A CADA OBJETIVO PARA EVITAR RIESGOS Y DAÑOS, POR EVENTUALES SALIDAS DE LA VÍA	
OBJETIVOS	FACTIBLES ESTRATEGIAS
Evitar que los vehículos se salgan de la calzada	<p>Ensanchar los carriles de circulación</p> <p>Garantizar un adecuado mantenimiento de las calzadas pavimentadas, verificándose la correcta fricción entre Neumáticos y pavimento.</p> <p>Pavimentar banquetas.</p> <p>Ampliar banquetas.</p> <p>Proveer demarcación y señalización adecuada.</p> <p>Aplicar bandas sonoras en bordes y eje de la camino.</p> <p>Mejorar el alineamiento horizontal y la coherencia.</p> <p>Eliminar desniveles entre banquetas y carriles de circulación.</p>
Minimizar la probabilidad de que un vehículo choque con un objeto fijo peligroso o vuelque si desciende por un talud.	<p>Retirar o reubicar los objetos potencialmente peligrosos.</p> <p>Diseñar e implementar elementos traspasables, deletables y seguros.</p> <p>Delinear los obstáculos y zonas peligrosas.</p>
Reducir la severidad del choque por medio de la disposición de sistema de contención lateral u otras tecnologías.	<p>Proveer el equipamiento vial adecuado, como postes fusibles o quebradizos deletables.</p> <p>Disponer de sistemas de contención vehicular, si no es posible eliminar, mitigar o modificar el peligro debido a razones técnicas, económicas o ambientales.</p>

Fuente: NCHRP Report 500 Volumen 6

En un elevado porcentaje de situaciones, la única solución es la implantación de un sistema de contención vehicular, especialmente en carreteras existentes. Debe aclararse que la instalación de estos dispositivos en las márgenes de la carretera representa, en la gran mayoría de los casos, un obstáculo más, motivo por el cual no se recomienda su uso a menos que se haya demostrado la imprescindible necesidad de utilizarlo, más allá de otras posibles soluciones. En ese caso, será preciso establecer el tipo de dispositivo (nivel de contención) y su ubicación (longitud del sistema y posición con respecto al obstáculo y el borde de la calzada).

Las pautas para reducir los muertos en choques por abandono de la calzada se enfocan en alguno de los siguientes objetivos:

- Medidas sobre el diseño geométrico, la señalización, la construcción y mantenimiento adecuado de la superficie de rodamiento y alertas por abandono de calzada, p.e. la demarcación horizontal de bordes con resaltos o bandas sonoras.
- Proveer una zona lateral despejada
- Reducir la severidad del accidente por medio de la instalación de dispositivos de seguridad.

Clasificación de los DCRV según su función y ubicación:

Los Dispositivos de Contención y Redirección de Vehículos (DCRV) solamente deben usarse en aquellos casos en los que no se pueda proveer una adecuada ZD.





Los DCRV son dispositivos instalados en las zonas laterales de las calzadas. Su principal función es proteger a los usuarios del camino, reduciendo el número de víctimas fatales y/o la gravedad de las lesiones, ante accidentes por abandono de la calzada, conteniendo, re direccionando o deteniendo en forma controlada a los vehículos y consecuentemente, reduciendo el número de víctimas mortales y la gravedad de las lesiones de las personas involucradas.

Por su función y ubicación, los dispositivos de contención y redirección de vehículos se clasifican en:

a. **Barreras laterales:** se instalan en los costados de las calzadas o en las medianas como separadores físicos de los sentidos de circulación. Evitan que los vehículos que abandonan la calzada choquen contra obstáculos fijos peligrosos, vuelquen o caigan por los desniveles existentes en las márgenes o choquen frontalmente con el tránsito que circula en sentido opuesto. Estas pueden ser rígidas, semirrígidas o flexibles.



Barrera Rígida (de hormigón),



Barrera Semirrígida (metálica flexible)



Barrera Flexible (de cables de acero)

b. **Barreras de puentes:** son un tipo específico de barrera lateral que se diseña para instalar en los bordes de los tableros de las obras de arte, coronamientos de muros de contención y otras situaciones similares.

c. **Lechos de Frenado:** Situados en los costados de la carretera, habitualmente al final de zonas de pendientes prolongadas. Consisten en un desvío de la calzada donde la misma se reemplaza por una caja cubierta de materiales mono granulares sueltos, que proporcionan un elevado rozamiento y buscan detener los vehículos que han tenido problemas de frenado.

d. **Amortiguadores de Impacto:** Diseñados para soportar un impacto frontal absorbiendo la energía cinética del vehículo, mediante un proceso de deformación controlada.

lada. Existen sistemas que soportan también choques laterales, comportándose como barreras laterales.

Los DCRV son dispositivos que *no evitan los accidentes*, pero si reducen sus consecuencias. El choque con un sistema de contención de vehículos constituye un accidente sustitutivo del que tendría lugar en caso de no existir este mecanismo, y con consecuencias predecibles y menos graves; pero esto no significa que los ocupantes del vehículo estén totalmente exentos de riesgos.

Usualmente, el sistema más adecuado será uno que cumpla con los requerimientos básicos y además tenga a lo largo de su vida útil una relación costo/beneficio menor. La evaluación de costos y beneficios no se encuentra establecida de manera objetiva, sin embargo, el análisis de los riesgos asociados, las condiciones de operación, la geometría y cualquier otro aspecto relevante permitirán establecer criterios de jerarquización adecuados para una valoración técnica del especialista.

Los países líderes en seguridad vial han desarrollado metodologías para evaluar los peligros del abandono de la calzada y en caso necesario, seleccionar e instalar un adecuado sistema de contención vehicular. En este último caso, la selección se basa en criterios técnicos fundamentales en la etapa de diseño, en la calidad de los materiales, en los ensayos a escala real y en la adecuada instalación y seguimiento del sistema para una correcta operación.

En los Capítulos y Guías que complementan a la presente publicación, se detalla con más precisión técnica los diversos sistemas existentes, así como las diferencias sustanciales que poseen unos en relación a los otros, a efectos de poder establecer cuál es el sistema más adecuado de acuerdo a las necesidades.

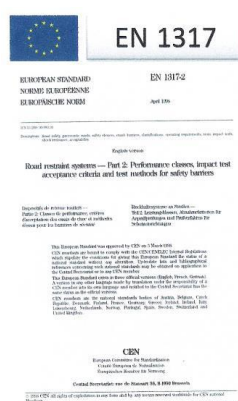
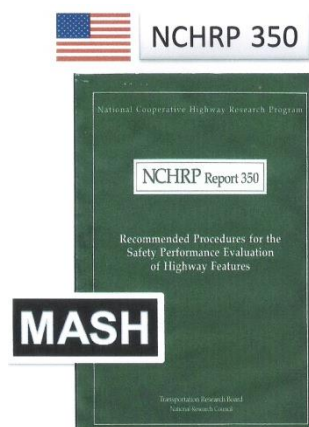
Comentarios de las investigaciones y ensayos Internacionales.

Las pautas técnicas internacionales, toman como referencia para la selección y justificación de los DCRV, las Normas EN 1317 Sistemas de Contención para Carreteras (Comité Europeo de Normalización) y las Normas NCHRP Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features actualmente remplazada por la Norma MASH (American Association of State Highway and Transportation Officials en cooperación con la Federal Highway Administration – USA) Estas normas certifican y regulan los ensayos de impacto a escala real, al cual son sometidos los diferentes dispositivos, con el fin de categorizarlos mediante un nivel de contención por capacidad de absorción de energía en impactos de diferentes vehículos, velocidades y ángulos de impacto, sin causar la muerte de sus ocupantes.

La Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transporte (AASHTO) es una organización integrada por los principales funcionarios y muchos otros miembros de todos los Departamentos Estatales de Transporte de E.U.A.. Las primeras pautas para la instalación de dispositivos comenzaron con el Informe Especial 81 en 1964 del Highway Research Board; posteriormente actualizado en un Programa Nacional Cooperativo de Investigación de Carreteras (NCHRP) Informes 36, 54 y 118; y luego revisado y publicado como el 1977 Guía AASHTO referido a Barreras.

Dicha Guía de Dispositivos fue reemplazada en los años 1989, 1996, 2002 y 2006 RDG. Una rama de la organización AASHTO es el Comité Técnico de Seguridad vial (TCR) que actualiza periódicamente y revisa la AASHTO RDG 1996). La primera versión de RDG se publicó en 1989, con actualizaciones en 1996, 2002 y 2006.

La mayoría de los Estados adoptan las recomendaciones del RDG y las incorporan a sus propias normas estatales. Los Estados suelen adoptar políticas más estrictas que el RDG, en un esfuerzo para dar un mayor nivel de seguridad y responder a las específicas preocupaciones locales.



Las barreras están divididas en tres grupos, basados en los niveles de deflexión al ser embestidas por un vehículo y en el mecanismo que utilizan para absorber las fuerzas del impacto. En los E.U.A., las barreras de tránsito se probaron y clasificaron de acuerdo con el Manual de AASHTO para la evaluación de los dispositivos de seguridad (MASH), normas que recientemente superaron el NCHRP Report 350 de la FHWA.



Experiencias en Irlanda: Sistemas combinados de Barreras Flexibles, Semirrígidas y Rígidas conjuntas.



Ocurrencias de crisis

Con este término, define la Organización Panamericana de la Salud los choques de tránsito, los cuales en muchas ocasiones tienen como involucrados a los dispositivos, básicamente porque se los instala para proteger a los usuarios de un potencial choque con mayores consecuencias.

De allí la necesidad de asegurar que la presencia de estos recursos, no sea generador de mayores inconvenientes que los que pudiesen ocurrir si no estuviesen instalados.



Debe quedar muy internalizado en aquellos que intervienen en todas las etapas de la vida de un camino, que siempre hay que agotar todos los recursos y técnicas de simple resolución (tal como el retiro de elementos factibles de ser embestidos, perfilado de préstamos y taludes, eliminación de coronamientos de alcantarillas, etc.), antes de optar por la instalación de un dispositivo.



Al analizarse en la citada Autovía RN14, cuáles han sido los ámbitos de emplazamiento de los dispositivos contra los cuales se produjeron choques, se puede observar que más de la mitad ocurrieron como consecuencia de salidas de calzada en tramos rectos.

RUTA NACIONAL 14 "AUTOVÍA JOSÉ GERVASIO ARTIGAS"
ACCIDENTES CONTRA BARRERAS DE CONTENCIÓN

Lugar	2012	2013	2014	SUBTOTAL	OBSERV.
RECTA	21	33	57	111	56% (7 Rígidas)
CURVA	8	10	16	34	17%
PUENTE	4	7	9	20	10%
RETORNOS	0	1	12	13	6%
ACCESOS	2	2	3	7	3%
EST. DE PEAJE	0	2	3	5	2%
INTERSEC.	1	0	3	4	2%
OBRA	0	2	0	2	1%
Totales	36	57	103	196	

RUTA NACIONAL 14 "AUTOVÍA JOSÉ GERVASIO ARTIGAS"
VÍCTIMAS POR ACCIDENTES CONTRA BARRERAS DE CONTENCIÓN

AÑO	Muertos	Heridos	Total Víctimas
2012	0	26	26
2013	3	40	43
2014	4	61	65
Totales	7	127	134



Falencias que se observan en la instalación de dispositivos de seguridad, en nuestro país

Cuando no se garantizan las condiciones de instalación y mantenimiento, seguramente existirán respuestas diferentes, no respondiendo el sistema a los ensayos llevados a cabo por los fabricantes y verificados por las autoridades viales.

El “Manual de Prácticas Inadecuadas” de la D.N.V. pone de manifiesto las situaciones no deseables y las soluciones u otras opciones de solución que se encuentran en los documentos más recientes. Sin embargo, se observa el uso inadecuado de dispositivos, desde su selección, diseño, instalación y mantenimiento, inclusive en obras de reciente habilitación. Muchas de esas situaciones se pueden atribuir a la carencia de conservación rutinaria. No obstante, existen situaciones recurrentes que indican desconocimiento o falta de responsabilidad por parte de los encargados de la instalación o mantenimiento de las instalaciones.

Los dispositivos están diseñados para que todos sus elementos componentes trabajen en conjunto al ser impactados. En el caso de las barreras metálicas tipo bi-onda resulta indispensable que las vigas se encuentren correctamente abulonadas entre sí para asegurar la continuidad. 8 bulones, correctamente solapados, montados en dirección al tránsito e instalados adecuadamente al poste de sostenimiento.

Los postes deben tener una longitud necesaria para lograr la altura correcta de la viga metálica y estar correctamente hincados en un suelo según sus características de resistencia.

Por último, la pendiente transversal mínima del ámbito donde se instala la barrera, debe ser aquella para la cual la defensa fue diseñada y ensayada. Si no se cumplen todas las recomendaciones, no se tendrá la certeza que la barrera funcione como ha sido ensayada.

En las siguientes imágenes se pueden ver deficiencias observadas en la instalación de barreras de diversos tipos.



En barreras rígidas se observan situaciones de discontinuidad grave por la desaceleración extrema que causan al ser chocadas. Las barreras de hormigón prefabricadas, que no son correctamente vinculadas entre sí también se escalonan durante el choque, generando desaceleraciones extremas.



Las barreras no son útiles en el 100% de su longitud y requieren de un tramo de empotramiento que asegure el trabajo en conjunto de todo el sistema. Es usual observar longitudes inadecuadas de barreras bi-onda o barreras rígidas que no han sido correctamente empotradas al suelo; en este caso, las barreras podrán volcarse durante el impacto.



Por el comportamiento de los extremos de barreras durante los choques contra ellos, se ha prohibido el uso de las terminales tipo “Cola de pez” en el sentido del tránsito. Sin embargo, se siguen utilizando como elementos decorativos al final de la barrera en caminos de calzadas divididas.



En las barreras de hormigón, se suelen observar extremos de barrera tipo rampa o el perfil transversal totalmente expuesto al tránsito. Ambas situaciones son peligrosas, pudiendo utilizarse al final de las barreras en tramos de caminos con velocidad máxima de hasta 60 km/hora.



En las barreras flexibles de cables, debe tenerse en cuenta el correcto abocinamiento de los extremos y que los anclajes queden por fuera de la ZD.



Se recomienda la instalación de soluciones de uso libre o patentado, según cada situación, siempre y cuando hayan sido probadas en ensayos de impacto a escala real.

En aquellas situaciones en las que se utilicen en forma consecutiva dos sistemas de barrera diferente, se debe evitar dichas discontinuidades proveyendo una zona de transición de rigideces adecuadas. Si bien este tema se tratará con más detalles en el capítulo respectivo, vale mostrar algunos ejemplos de los conflictos que se presentan.



La exposición de los extremos de barreras no tratados hacia el tránsito que se aproxima, los espacios libres entre distintos tipos de barreras; la falta de continuidad de capacidad de deformaciones a efectos de evitar la generación de bolsones que redirigen los vehículos hacia los extremos rígidos, sumado a la existencia de filos de vere-

das anticipados en relación a los filos de barreras, además de la correcta instalación, son básicamente los elementos que se deben tener en cuenta para evitar accidentes traumáticos.





En el proceso de selección de una barrera se debe tener en cuenta cual es la deformación lateral esperada para el sistema, es decir, cuánto se desplaza la cara en contacto con el vehículo y también cual es el movimiento del vehículo avanzando por sobre la defensa. Estas dos medidas son importantes porque indican a que distancia se debe colocar la barrera del objeto fijo peligroso para no chocarlo. En las fotografías siguientes se muestran algunos ejemplos en los que no se ha dejado espacio suficiente.





Cuando se monta una barrera próxima a un elemento rígido (pilar de un puente, columna, especie forestal, etc.), si no se deja el espacio para que la barrera flexione libremente, la misma no cumplirá la función para la cual fue instalada.





Para los casos de barreras que operan como separadores físicos centrales, entre corrientes de tránsito bidireccionales, éstas deberían ser del tipo rígido ya que un proceso de deflexión podría repercutir negativamente contra el tránsito que se moviliza en sentido contrario.

De estar implantadas en una mediana con tratamiento verde, las barreras a utilizar podrían ser de tipo flexible o semirrígidas, según las circunstancias, por tener más espacio para flexionar.

Se podrían utilizar barreras flexibles para separar carriles de igual sentido de circulación siempre y cuando se provean anchos de banquina adecuados.

Las barreras-mediana de cable, por poseer grandes deflexiones en zonas de alto costo del terreno; deben compararse económicamente con las rígidas y semirrígidas, ya que a las de cable habría que sumarle el costo de la mayor superficie de zona de camino.

El grado de afectación de cada sistema está directamente ligado a su rigidez, en general mientras sean más flexibles sufren más daño que los sistemas rígidos.



Después de un impacto, las vigas de las barreras metálicas de doble o triple onda deformadas deben ser reemplazadas ya que enderezándolas simplemente, dejan de cumplir con las condiciones mecánicas para la que se han diseñado. Su recuperación, solo podrá tener garantía de re-perfilarse en un taller autorizado.



En cuanto al mantenimiento de las barreras no impactadas, se debe recordar que los distintos sistemas fueron proyectados y ensayados para trabajar en determinadas condiciones de pendiente del talud, altura útil de la barrera, forma del perfil, espesores, tipo de materiales, etc. Si se cambian estas condiciones, no se tendrá certeza si las barreras funcionarán como fueron proyectadas e instaladas.

A modo de ejemplo, en las barreras metálicas se suele observar que los despejes no son adecuados por acumulación de suelo, por un incorrecto desagüe o porque de igual manera se produjo erosión. En esas condiciones un vehículo, podría pasar sobre o por debajo de la barrera.



Se ha visto últimamente la aplicación de defensas semirrígidas sobre barreras rígidas. Si bien a primera vista y estéticamente pareciera favorable, esta condición invalida la función de ambas.



Por otra parte, se corre el peligro de desprendimiento de los flejes, al estar tomados con simples bulones cada 3 m ó 4 m de distancia, convirtiéndose el desprendimiento, en un potencial peligro para el tránsito. La transición que se verifica en la imagen, es sumamente traumática, por estar expuesto el extremo de la defensa semirrígida.

Revisión de diversos DCRV deteriorados o chocados

Otra de las situaciones que llegan a causar serios inconvenientes a los usuarios de las carreteras, es la demora en repararse los tramos de aquellos componentes que han sufrido impactos o depredación.



Lo antedicho, se debe a que:

- Si un vehículo chocó un DCRV, probablemente exista otro que lo vuelva a chocar en el mismo lugar.
- Las partes sueltas de las barreras tras un choque, se convierten en un peligro potencial para los vehículos pasantes, cuando los escombros quedan esparcidos o expuestos.



Los tramos de barreras deterioradas que se muestran, han cumplido más de un año en esas condiciones, ameritando que se reparen o retiren, por ser más peligrosos que se encuentren como están, que si no estuviesen

- Se debe proceder al retiro inmediato de los restos, sobre todo cuando los DCRV no cumplen con las condiciones de diseño.
- Ambientalmente estas debilidades en las condiciones de conservación de los DCRV, causan una sensación de desorden e insensibilidad por parte de los responsables del mantenimiento y seguridad de las carreteras.



Para la remediación de los DCRV:

- No se necesitan elevados conocimientos para su implementación. Sino cumplir con las normas de diseño.
- Proporcionalmente a los costos de un camino, los recursos necesarios para remediación son mínimos.
- No implica un presupuesto vial anual oneroso. Sino una reducida inversión en mantenimiento rutinario.
- Tomar conciencia y responsabilidad de la importancia de la función de dichos DCRV.
- Justificar su presencia, selección y asegurar que cómo todo sistema pasivo de Seguridad Vial, funcione correctamente.

Bibliografía

MANUAL DE DISEÑO VIAL SEGURO, DNV – Argentina, 2007.

MANUAL DE PRÁCTICAS INADECUADAS DE SEGURIDAD VIAL – Propuesta de Mejoras DNV – Argentina, 2007.

RECOMENDACIONES SOBRE SISTEMAS DE CONTENCIÓN DE VEHÍCULOS, Sección Amortiguadores de Impacto, Resolución 423/02, DNV – Argentina 2002. .

PELIGROS EN LA CALZADA Y COSTADOS DEL CAMINO, ANI – Argentina, 2001.

BARRERAS DE TRÁNSITO, Wikipedia – recopilación Ing. Francisco Sierra.
MoDOT EngineerinG – Barreras de Tránsito y Tratamiento de Extremos, Ing. Francisco Sierra
DNV – Argentina 2010 Normas y Recomendaciones de Diseño Geométrico y Seguridad Vial, C.7. Ingros. Francisco Sierra y otros, 2010

MANUAL Std Pub Guidelines for traffic Barrier

SISTEMAS DE CONTENCIÓN VIAL, Conceptos y Últimas Tecnologías, Escuela de Graduados de Ingeniería Caminos, FI UBA, Ing. Gregory Speier, 2001

DISEÑO DE COSTADOS DE CALZADA, BARANDAS Y ACCESORIOS, Abril 2012 – Revisión 64 1 INTRODUCCIÓN, NUEVOS PROYECTOS, RECONSTRUCCIÓN Y AUTOPISTA 2R/3R 2.1 Zonas-despejadas 2.2 Parámetros de diseño de barrera 2.3 Tipos de barrera 2.4 Barreras-de-mediana 2.5 Terminales de barrera

EXISTING FACILITIES, CONSTRUCTION ZONA GUIDANCE SPECIAL TOPICS
REFERENCES APPENDIX A – SPOT EVALUATION OF DESIRABLE CREEP ZONE WIDTHS 3 BARRERAS DE CABLE EN LOS EUA p88 Experiencia con Barreras-de-Mediana de Cable en los EUA: Normas, Políticas y Desempeño.

REVISIÓN DE LOS DISPOSITIVOS DE CONTENCIÓN VEHICULAR Y PROPUESTA DE REMEDIACIÓN, Arq. Eduardo Lavecchia, XXX Concurso de Temas Viales de la DVBA, (2015)

Antecedentes y Enlaces

COORDINADORES DE LA PRESENTE GUÍA

Víctor Arturo Garcete Martínez

Ingeniero Civil UNLP
Proyectista Vial
Director CONSULBAIRES Ingenieros Consultores SA
Ex Docente de grado Faculta de Ingeniería UNLP
Docente Escuela de Graduado de Ingeniería de Caminos, Facultad Ingeniería UBA
Docente Magister Vial Universidad Nacional Rosario
Docente Magister Vial Universidad Nacional Cuyo
Integrante de la Comisión de S.V. de la AAC.

Eduardo José Lavecchia

Arquitecto, UNLP
Consultor y Auditor Seguridad Vial .ivia.utn.aac
Traffic Safety Management. VTI
Master en Protección Ambiental. IAS
Ex Docente Titular de la UNLP, UTN, UM.
Integrante de la Comisión de S.V. de la AAC.
Consultor Honorario del COSETRAN

COLABORARON EN CARÁCTER DE ASESORES TÉCNICOS:

Ing. Mario Jorge Leiderman

Ing. Jorge Lafage

Ing. Adriana Garrido

Ing. Jorge Santos

Ing. Guillermo Balzi

A partir de la edición de la presente Guía 1 (01/Marzo/2016) y por el término de un año, se requiere de la comunidad a modo de discusión pública y aporte desinteresado, la colaboración de todos aquellos técnicos o profesionales que deseen hacer llegar al seno de la Comisión de Seguridad Vial de la Asociación Argentina de Carreteras, inquietudes, correcciones y/o contenidos actualizados e innovadores sobre la temática tratada, con el objeto de optimizar esta publicación.