

“BARRERAS LONGITUDINALES. ESTADO DEL ARTE EN ARGENTINA. PRINCIPALES ANOMALIAS ENCONTRADAS, Y SU ENCUADRE DENTRO DE AUDITORIAS DE SEGURIDAD VIAL”

Becario: María Valeriana Galone ⁽¹⁾

Director: Ing. Luis Ricci ⁽²⁾

Proyecto de I+D+i de pertenencia:

“Desarrollo de Metodología para confección de Auditorías de Seguridad Vial en redes viales urbanas”
Código UTN: UT11331 Código de Incentivos 25/I049

1. Resumen

El becario ha desarrollado las tareas de aprendizaje y conocimiento de los lineamientos fundamentales sobre Seguridad Vial en los Costados de Calzada, enfocándose con mayor detenimiento en el estudio de barreras de contención longitudinales. Ha integrado dichos conceptos ahondado en la auscultación de los defectos de dichos elementos y sus posibles soluciones. Esta tarea se efectuó integrando los conocimientos volcados en la temática de Auditorías de Seguridad Vial, y basándose en el estudio de bibliografía nacional e internacional. Como resultado sustancial de la misma se elaboraron fichas de relevamiento donde se vuelcan los distintos defectos encontrados y sus posibles soluciones.

2. Abstract

The student has developed learning tasks and knowledge of the basic guidelines on Road Safety in the Sides of Lane, focusing more closely on the study of longitudinal barriers. She has integrated these concepts deepened on auscultation of the shortcomings of these elements and their possible solutions. This task is performed by integrating the knowledge dumped on the topic of Road Safety Audits, and based on the study of national and international literature. As a result substantially the same survey sheets were developed which are turning the various defects found and their possible solutions.

3. Fundamentos

La presente Tesis se encuentra inmersa en el marco del Proyecto de I+D **Desarrollo de Metodología para confección de Auditorías de Seguridad Vial en redes viales urbanas**, en tal sentido se propuso como objetivo nutrir a este proyecto mediante el análisis de los Costados de Calzada, enfocándose con mayor detenimiento en el estudio de barreras de contención longitudinales. Como objetivo específico se estipuló confeccionar una guía de relevamiento de defectos de Costado del Camino, Barreras y/o donde se encuentren registros de accidentes por salidas fuera de calzada.

3.1 Marco Teórico:

Teniendo presente los altos costos sociales y económicos producidos por los accidentes de tránsito, se hace necesario entender que el concepto de Seguridad

(1) Becario de investigación del Centro de Investigaciones Viales LEMaC Depto. de Ing. Civil

(2) Director de Beca, Integrante del proyecto, Profesor Adjunto Dedicación Exclusiva Vías de Comunicación I - Depto. de Ing. Civil

Vial debería estar en toda consideración relativa a la ingeniería vial. Esto dado que la vida humana e integridad física de los usuarios de los caminos o carreteras, debieran ser resguardadas más allá de cualquier otro aspecto, pudiendo ser éstos económicos, ambientales u otros.

Es importante sensibilizar a los usuarios de los caminos respecto a que la Seguridad Vial es un concepto que abarca más que el diseño e instalación de señalización de tránsito o los sistemas de contención. Este concepto debe ser incorporado desde los primeros niveles de estudio del proyecto vial, con el fin de no incurrir en costos en medidas de mitigación.

Por otra parte, cuando países, donde el parque automotor y la infraestructura son mayores a la realidad nacional, se esmeran en disminuir la siniestralidad mediante el aumento de medidas de seguridad, se revela que la seguridad en los caminos es un tema plenamente vigente y en constante tratamiento y mejora.

En el camino el usuario, es aquella persona que por diferentes motivos está en contacto con el camino o calle, es por ello, que peatones y ciclistas son tan usuarios de un camino como lo es el conductor.

El riesgo de accidentes de tránsito nunca será cero. Sin embargo, se deben hacer esfuerzos para disminuirlo al máximo, dotando a la carretera de características intrínsecas y de obras y equipamientos que conjuntamente formen un sistema armónico concebido para disminuir el riesgo de accidentes a niveles aceptables y amortiguando las consecuencias derivadas de los accidentes imposibles de evitar.

3.2 Auditorías de Seguridad Vial (ASV):

Una ASV es un proceso reglado y formal de revisión de un proyecto de carreteras, en el que un experto o equipo de expertos calificado e independiente identifica los riesgos potenciales para la seguridad, y formula unas recomendaciones para mejorar el proyecto desde esta perspectiva. El objetivo es identificar los eventuales problemas de seguridad, para que se consideren las factibles, medidas para eliminar o reducir esos problemas, de forma que si es posible se adopten antes de la construcción.

Las etapas de la obra en las que se realizan ASV son las de, proyecto, construcción, y seguimiento de la actuación tras la puesta en servicio.

Las ASV no se centran en la comprobación del cumplimiento de la normativa, sino que los auditores deben colaborar con los responsables del proyecto, prestándoles el asesoramiento que requieran para conseguir que el camino alcance las mejores características de seguridad posibles.

Las barreras longitudinales constituyen un elemento más del camino que debe ser analizado en una ASV, su función cobra mucha importancia dado que están diseñadas para evitar mayores consecuencias ante un siniestro vial, por lo tanto sus defectos deben ser detectados en forma rápida y ser solucionados lo antes posible.

3.2 Costado de Calzada (CDC):

Los accidentes por salir fuera de una calle o camino constituyen la tipología más frecuente entre los siniestros de tránsito en rutas interurbanas y, también, generalmente, uno de los que peores consecuencia conllevan. En el ámbito urbano esto se agrava dado que el costado del “camino” o calle lo constituyen las veredas por donde transitan los peatones. Los costados de la calzada (CDC) comprenden las superficies desde los bordes de calzada o cordón hasta los límites de la zona de camino o línea municipal.

Para reducir el número de heridos graves y víctimas fatales, el objetivo debe ser mantener a los vehículos en la calzada, y evitar que invadan los costados. Donde esto ocurra, el diseño debe esforzarse por reducir al mínimo el riesgo de choques contra objetos peligrosos en los costados y/o el vuelco del vehículo, y por reducir la gravedad de los accidentes que se produzcan.

Dentro de los CDC es importante la definición de una zona despejada (ZD), cuya configuración es una franja paralela al eje de la calzada, a contar del borde de ésta hacia el exterior, la cual en caso de perder el control del vehículo, le permite al conductor retornar a la vía o detenerse sin riesgo de sufrir daños de importancia.

4. Desarrollo

4.1 Barreras longitudinales:

Las barreras longitudinales se utilizan para proteger a los conductores de los peligros naturales o artificiales al costado del camino. Ocasionalmente se usan para separar al tránsito de peatones, ciclistas. El propósito primario de todas las barreras es impedir que un vehículo que deja la calzada golpee un objeto fijo o transite por veredas o terrenos con características más peligrosas que la barrera misma.

Principio básico: “Solo se debe instalar barreras cuando el daño esperado en los usuarios y vehículos, al colisionar con estas, sea menor al daño que la ocurrida si la barrera no estuviera”.

Las barreras longitudinales están compuestas por tres zonas:

- Sección normal
- Transición
- Extremos de barrera

La longitud necesaria de una barrera es la suma de sección normal y transición.

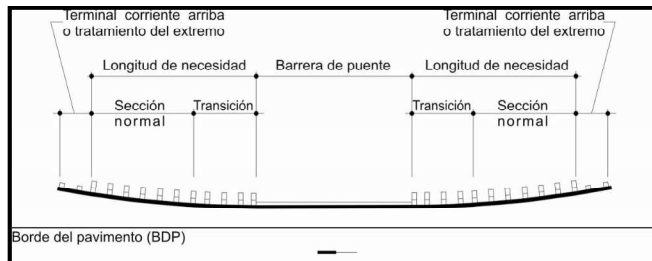


Figura Nº: 1 – PARTES DE UNA BARRERA LONGITUDINAL

Los tipos usuales de barreras longitudinales, según su capacidad de deformación durante un choque, se clasifican en: barreras flexibles, semirígidas y rígidas. Esta clasificación es con la terminología adoptada por la Dirección Nacional de Vialidad.

Sistemas Flexibles		Sistemas Semi-Rígidos (metálica)		
Deflexión de 1.2 – 5.5 m	Barreras Flexibles con Postes Débiles	Cable de acero	Deflexión de 0.5 – 2.5 m	Doble - Onda, poste rígido con separador
		Doble Onda		Triple – onda, poste rígido con separador
	Triple Onda	Triple – onda, poste rígido con separador modificado		
	Cable Pretensado	Triple – onda, poste rígido con separador europeo		
Barrera de cables con Postes Débiles		Cable Pretensado	Acero revestido de madera	
Sistemas Rígidos (hormigón)				
Deflexión de 0 – 0.7 m	General Motors, GM			
	New Jersey			
	Sección "F"			
	Muro Vertical			
	Quickchange			
Otras Formas				

Tabla Nº: 1 – CLASIFICACION DE BARRERAS LONGITUDINALES

4.2 Grados de contención:

Existen dos procedimientos Internacionales para confirmar la aceptabilidad de un

sistema de barreras y que definen su nivel o grado de contención: EN1317 (la Norma Europea EN 1317, que adopta conceptos del NCHRP Report 350 adecuados a sus propias características, e incorpora resultados de investigaciones de los países miembros) y NCHRP 350 (Report 350 Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features)

Estos dos procedimientos: son comparables, no son intercambiables, establecen ensayos uniformes, facilitan la comparación entre elementos, se ensayan bajo condiciones severas.

La energía de impacto o energía cinética transversal (E_c), corresponde a la energía cinética del móvil que impacta contra un elemento fijo, referido a la componente ortogonal de la velocidad de desplazamiento con respecto al eje de la barrera, expresada en kilo joule y cuya fórmula es:

$$E_c = \frac{1}{2} * (W / g) * (v * \sin \alpha)^2 \text{ (KJ)}$$

W = Peso del vehículo (KN)

v = Vel. de desplazamiento antes del impacto (m/s)

g = Aceleración de gravedad (m/s²)

α = Ángulo de impacto (°)



Figura Nº: 2 – ESQUEMA COMPARATIVO DE NORMAS

5. Fichas de Relevamiento

Si bien cada problema es particular, y cada problema tiene una solución específica, en las fichas confeccionadas como objetivo de la presente tesis, se hace referencia a los puntos que no son seguros para la circulación de vehículos en el camino, que están plenamente relacionados con la colocación o no de barreras y sus posibles soluciones que abarca un amplio rango desde quitar los obstáculos hasta que tipo de barrera es el más conveniente de acuerdo al tipo de camino, diseño, topografía, etc.

El siguiente listado refleja las fichas elaboradas que quedarán como documentación del LEMaC:

Peligro de costado de calzada:

- | | |
|--|--|
| 1- Barreras laterales inadecuadas | 7- Cabeceras de alcantarillas y alcantarillas transversales y longitudinales |
| 2- Apoyos de puentes, estribos y extremos peligrosos | 8- Taludes y terraplén |
| 3- Árboles y tacones de árboles | 9- Taludes y desmonte |
| 4- Postes | 10- Soleras y cunetas |
| 5- Pasos alto nivel | |
| 6- Extremos de barreras | |

Defectos propios de las barreras

- 11- Enganchamiento

- 12- Embolsamiento
- 13- Discontinuidad y transiciones

- 14- Delineación reflectiva
- 15- Curvas
- 16- Interrupción de mediana

Defectos de diseño

FICHAS DE RELEVAMIENTO		Nº: 1
PELIGROS DE COSTADO DE CALZADA (CDC) BARRERAS LATERALES INADECUADAS		
A)- IDENTIFICACION DEL PELIGRO: Barreras laterales inadecuadas Se observa que en los sistemas de barrera de uso en Latinoamérica • Se realizan escasos labores de mantenimiento y reparación • Falta de reparación adecuada después de un accidente (FOTO Nº 2 y Nº 3) • Se instalan barreras inadecuadas • Barreras laterales de diseños viejos • Se desconocen su capacidad real de funcionamiento • Se proyectan, muchas veces, sin estudiar alternativas para eliminar la fuente de riesgo • No se cuenta con un instructivo que aborde este tema en forma integral • No existen programas de capacitación para la instalación y mantenimiento (FOTO Nº 1) • No se han incorporado dispositivos modernos		
FOTO Nº: 1	FOTO Nº: 2	FOTO Nº: 3
B)- RECOMENDACIONES DE POSIBLES TRATAMIENTOS: Para que el estado del arte de sistemas de contención vial sea adecuado: • Se debe utilizar sistemas cuyo funcionamiento haya sido probado con anterioridad • Se deben usar solo donde se justifiquen y después de investigar otras opciones para evitar su uso • Como las normas se actualizan con frecuencia se debe realizar un seguimiento • En las vías importantes se debe mantener actualizados los sistemas de contención según los resultados y los avances tecnológicos • Se debe capacitar formalmente a los responsables para la instalación, conservación y reposición de sistemas de contención (FOTO Nº 4) • Deben aplicarse los programas de investigación estatales • Debe existir una instancia importante, en la investigación y desarrollo, para mejorar los sistemas de contención vial • Las entidades viales responsables deben contar con un mecanismo administrativo para cobrar los costos de reparación a la empresa aseguradora, o al responsable del accidente • Los beneficios de usar sistemas certificados: • Cumplir con la norma • Mayor seguridad para sus clientes • Mejor imagen • Más facilidad de defender en el caso de una demanda judicial • FOTO Nº 5 Sistema certificado: cable de acero TL-2 • FOTO Nº 6 Sistema certificado: doble onda TL-2		
FOTO Nº: 4	FOTO Nº: 5	FOTO Nº: 6

FICHAS DE RELEVAMIENTO		Nº: 6
PELIGROS DE COSTADO DE CALZADA (CDC) EXTREMOS DE BARRERAS		
A)- IDENTIFICACION DEL PELIGRO: Los extremos de barrera son peligrosos: • Cuando están pobremente diseñados o ubicados de manera que no cumplen los requerimientos de la norma. • El choque de un vehículo contra un extremo de barrera no tratado o un objeto fijo resultará en serias consecuencias para los ocupantes porque los vehículos se detienen abruptamente, y los extremos tienen una sección transversal pequeña y rígida, que fácilmente puede penetrar el habitáculo de un vehículo durante el choque o causar inestabilidad con probabilidades de vuelco. (FOTO Nº 1 y FOTO Nº 2) • Uno de los terminales de barrera más usados en Argentina es el llamado "cola de pez" que no está en la normativa y tampoco esta ensayado, y es de una peligrosidad importante (FOTO Nº 3)		
FOTO Nº: 1	FOTO Nº: 2	FOTO Nº: 3
B)- RECOMENDACIONES DE POSIBLES TRATAMIENTOS: • Los tratamientos de extremo de barrera y amortiguadores de impacto son recomendados para prevenir este tipo de situaciones mediante la desaceleración gradual del vehículo hasta la detención o por redireccionamiento evitando el choque con el objeto fijo. • Los tratamientos de extremos o terminales de barreras se recomiendan para los extremos de una barrera lateral donde el tránsito circula de un solo lado de la barrera y en la dirección que se analiza. • La resolución DNV 432/02 de la Dirección Nacional de Vialidad contiene las recomendaciones antecedentes sobre amortiguadores de impacto y procedimiento administrativo para que los dispositivos sean aceptados para su uso en la Red Nacional de Caminos bajo la competencia de la Dirección Nacional de Vialidad. • No se podrán instalar amortiguadores de impacto y terminales de barreras comerciales que no se encuentren homologados por Carta de Aceptación de la Dirección Nacional de Vialidad en un todo según lo indicado en la resolución DNV 423/02. • Los tratamientos de extremo y amortiguadores de impacto son sistemas de contención con patentes y certificados. Cualquiera que sea su tipo, deberán cumplir con los requerimientos del Reporte 350 de la NCI/PPD o la Norma EN-1317 según se indica en la resolución DNV 432/02. • FOTO Nº 4 Terminal amortiguador EURO-ET-7-A CHILE / BRASIL • FOTO Nº 5 Terminal doble onda abalado y ensayado EE.UU. • FOTO Nº 6 Terminales de hormigón abalado España		
FOTO Nº: 4	FOTO Nº: 5	FOTO Nº: 6

FICHAS DE RELEVAMIENTO		Nº: 7
PELIGROS DE COSTADO DE CALZADA (CDC) CABECERAS DE ALCANTARILLAS Y ALCANTARILLAS TRANSVERSALES Y LATERALES		
A)- IDENTIFICACION DEL PELIGRO: Cabeceras de alcantarillas y alcantarillas transversales y laterales (Sus extremos (entrada y salida) comprenden muros de cabeceras y alas de hormigón para las estructuras más grandes y secciones externas rectas o biseladas para los conductos más pequeños. Aunque estos tipos de diseños de extremos sean hidráulicamente eficientes y mitigan los problemas de erosión, pueden representar un peligro para el vehículo que circula fuera de la calzada. Los extremos generan: • Una discontinuidad en el talud, reduciendo objetos tipo sobresalientes en un terrapién (FOTO Nº 2 y FOTO Nº 3) • Una abertura con la cual un vehículo podría caer, causando una abrupta detención. • Las alcantarillas más pequeñas pueden producir el enganche de una rueda y causar que el vehículo se descontrola (FIGURA Nº 1). • En las alcantarillas más grandes pueden observarse choques directos contra los muros de al, anchos o caídas.		
FIGURA Nº: 1	FOTO Nº: 2	FOTO Nº: 3
B)- RECOMENDACIONES DE POSIBLES TRATAMIENTOS: • Cuando en mediana o distribuidores existen alcantarillas separadas en ambas calzadas, se recomienda tales continuidad para eliminar la abertura intermedia. • Cuando no se pueda extender un extremo de alcantarilla fuera de la ZD, se recomienda dar continuidad a la pendiente del talud agregando una raja entre las alas. La raja debe dimensionarse como para soportar el peso de un vehículo desviado. (FOTO Nº 4, FOTO Nº 5 y FOTO Nº 6) • Postes guía y delineadores montados en postes se usan para mostrar el borde del camino y realizar la delimitación de la trayectoria o los conductores. • Proyectar barrera. • Cuando en mediana o distribuidores existen alcantarillas separadas en ambas calzadas, se recomienda tales continuidad para eliminar la abertura intermedia. El escurrimiento superficial se captará con sumideros, los cuales pueden ser de raja horizontal o laterales de rejillas inclinadas, o mallas. En el caso de ingresos laterales deberán conformarse según el talud transversal para hacerlos traslapables.		
FOTO Nº: 4	FOTO Nº: 5	FOTO Nº: 6

6. Conclusiones

Se logro estudiar los sistemas de contención, identificando los defectos más relevantes y recomendando posibles soluciones en la confección de las fichas de relevamiento, las cuales pretender ser una herramienta para la confección de las ASV. Teniendo siempre en cuenta el criterio fundamental de que la barrera protege al usuario de la vía, y no al obstáculo, y que esta se colocara como última instancia si el conflicto no se puede resolver de otra manera.

Se observo que las principales deficiencias en Argentina provienen de utilizar barreras que no se encuentran dentro de la normativa de ensayo lo que conlleva a desconocer su capacidad real de funcionamiento, que no se contempla el bloque separador, que en la mayoría de los casos soluciona el problema del enganchamiento, y que se usan terminales de barreras tipo cola de pescado que resulta por demás peligroso para el usuario, por lo tanto deberían ser remplazadas por terminales redondeados que cumplan las normativas, entre otras.

7. Bibliografía

- DIRECCION NACIONAL DE VIALIDAD. (2002). "Recomendaciones sobre sistemas de contención en vehiculos sección amortiguadores de impacto", Resolución 423/02; Editorial: Dirección Nacional de Vialidad. Argentina.
- ESCUELA DE INGENIERIA DE CAMINOS DE MONTAÑA (EICAM). (2010) "Normas y recomendaciones de diseño geométrico y seguridad vial" (En revisión), Editorial: Dirección Nacional de Vialidad. Argentina.
- MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS. (2005) "Seguridad Vial", Manual de Carreteras – Volumen 6, Editorial: Ministerio de Obras Publicas. Chile.
- SPEIER Gregory. (2010). "Curso: Sistemas de Contención Vial, conceptos y últimas tecnologías". Argentina.

