

**INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
DE SEGURIDAD VIAL**

LM-PI-PV-AT-29-05

**ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL DE LOS GUARDAVÍAS
EN CARRETERAS NACIONALES**

NOVIEMBRE DEL 2005

RESUMEN EJECUTIVO

**INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
DE SEGURIDAD VIAL**

**ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL DE LOS GUARDAVÍAS EN
CARRETERAS NACIONALES**

AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA DE SEGURIDAD VIAL

ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL DE LOS GUARDAVÍAS EN CARRETERAS NACIONALES

RESUMEN EJECUTIVO

Descripción de la Auditoría Técnica realizada

En vista de la importancia que para la seguridad vial tienen las obras de contención lateral en las carreteras, se realizó una auditoría técnica que incluyera aspectos relativos a la pertinencia y forma de construcción de este tipo de infraestructura.

Adicionalmente, se evaluó el grado de mantenimiento del que son objeto los sistemas de contención lateral, comúnmente conocidos como guardavías.

Es importante, como punto de partida para la realización de esta auditoría técnica, entender la función que cumplen los guardavías. Al respecto se puede mencionar que son barreras laterales colocadas según criterios técnicos, con la finalidad de contener y redireccionar al vehículo que, habiendo perdido el control, abandone la vía. Así, el objetivo final de la instalación de un guardavía no es evitar los accidentes, sino minimizar sus consecuencias.

A manera de ilustración, se presenta a continuación la foto de un guardavía



instalado sobre la Ruta 209 que comunica Aserrí con Tarbaca, en una sección curva con cierto grado de riesgo para los conductores. Sus principales componentes son los postes verticales, la viga de acero horizontal y los separadores de estos dos elementos recién citados.

Resumen de hallazgos

En términos generales, para la mayoría de guardavías analizados en campo, se encontraron múltiples deficiencias, todas las cuales implican que los vehículos y sus conductores están expuestos a una serie de riesgos, la mayoría de los cuales no son percibidos por ellos mismos.

El aspecto principal de fondo, se concentra en la ausencia de estudios y diseños específicos en la instalación de barreras de contención. Contrario a la evolución técnica experimentada en países vanguardistas en materia de guardavías, en nuestro país se sigue una “receta” para la construcción de esta infraestructura, con el agravante de que se están utilizando en muchos casos, materiales no aptos, sobre todo en lo tocante a los postes usados para “rigidizar” las vigas que sirven como barrera de contención para los autos fuera de control.

El resultado final es que estos sistemas no cumplen con su función prioritaria de protección para los vehículos que fuera de control, se salgan de la vía. Por los tipos de fallas observados, los vehículos que en su momento colisionaron con los guardavías, no fueron ni redireccionados, ni contenidos de tal forma que se mitigaran los posibles efectos de una colisión o de un vuelco. La ironía en todo esto es que los usuarios transitan por las carreteras creyendo que ante alguna fatal eventualidad, estos sistemas de contención les darán una segunda oportunidad para no sufrir cuantiosas pérdidas materiales, o aún peor, personales.

Otro hallazgo encontrado consiste en la ausencia casi total de mantenimiento para este tipo de infraestructura vial. Se podría indicar que son muy pocos los tramos de guardavías que son sustituidos o reparados, una vez que han sido colisionados por un vehículo. En la gran mayoría de los casos esta situación se mantiene aún con el paso de los años, por lo que los usuarios han tenido que transitar desprotegidos ante el riesgo que en algún momento se intentó minimizar con la presencia de la barrera.

Adicionalmente, en múltiples tramos viales de nuestro país, se notó la ausencia de barreras de contención lateral, bajo condiciones de la carretera y el tránsito que demandan la colocación inmediata de este tipo de estructuras.

A estas deficiencias expuestas, habría que adicionarles la ausencia típica de captaluces, los que en forma optativa son colocados a lo largo de las ondulaciones de la viga, con el fin de que los conductores perciban la presencia de la barrera en circunstancias de poca visibilidad o bien durante la conducción nocturna.

**INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
DE SEGURIDAD VIAL**

**ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL DE LOS GUARDAVÍAS EN
CARRETERAS NACIONALES**

CONTENIDO

1.POTESTADES	1
2. JUSTIFICACIÓN	1
3 - NORMATIVA VIGENTE	1
4- MARCO TEÓRICO DE ACTUACIÓN	2
5 – HALLAZGOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.....	6
6 – CONCLUSIONES	26
7 – RECOMENDACIONES.	27
ANEXO.....	30

AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA DE SEGURIDAD VIAL ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL DE LOS GUARDAVÍAS EN CARRETERAS NACIONALES

1.POTESTADES

La auditoría técnica de obras viales que desarrolla el Lanamme-UCR sobre obras viales, laboratorios, oficinas y contratos de concesión, se realiza por mandato de la Ley No. 8114, de Simplificación y Eficiencia Tributarias, en los artículos 5 y 6, para garantizar la máxima eficiencia en la construcción y la conservación de vías nacionales pavimentadas.

Con esta Ley, la Asamblea Legislativa encomendó al Lanamme-UCR, como ente especializado en ingeniería de materiales y obra vial, la tarea de fiscalizar la planificación y el desarrollo de proyectos viales con la finalidad de procurar el mejor uso de los fondos públicos que se utilizan para desarrollar las obras públicas viales. Dentro de este marco de actuación, se considera relevante la evaluación de la seguridad vial, identificando así múltiples aspectos que puedan atentar contra ella, con el fin de dar recomendaciones que ayuden a mejorar los niveles de servicio que prestan las carreteras a sus usuarios.

2. JUSTIFICACIÓN

En vista de la importancia que para la seguridad vial de las carreteras tienen las obras de contención lateral, se consideró necesario una evaluación de la construcción y colocación de esta infraestructura, encontrándose una serie de deficiencias en campo, todas las cuales implican que los vehículos y sus conductores están expuestos a una serie de riesgos, la mayoría de los cuales no son percibidos por ellos.

De esta manera, se realizó una Auditoría Técnica de Seguridad Vial a las obras de colocación de guardavías en varias de las vías nacionales, actividad que típicamente es ejecutada por contratistas bajo supervisión del MOPT-CONAVI.

3 - NORMATIVA VIGENTE

Con relación a la colocación de barreras de contención lateral en nuestras carreteras, es muy poca la información existente en cuanto al grado de eficiencia que este tipo de infraestructura ofrece durante su vida útil, por lo que no se

acumula experiencia que sirva para desarrollar normativa referida a la planificación, diseño y construcción de guardavías.

Los guardavías existentes han sido, en el mejor de los casos, construidos bajo las indicaciones del manual “Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras” del MOPT, en ediciones que datan desde 1964 o aún más viejas.

También es posible encontrar en el documento denominado simplemente como CR-77 (Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos Carreteras y Puentes, MOPT, 1978) algunos detalles generales sobre este tipo de infraestructura, pero sin entrar en detalles específicos sobre su diseño y colocación adecuada en campo.

En uno de los pocos aspectos técnicos abordados en el CR-77, se indica que el material de los postes de las barreras de contención puede ser madera, acero o precolado. También se agrega que los postes y vigas recomendadas serán en la sección y en el largo *“que se hubiese especificado o como lo muestran los planos”*, sin ahondar en este particular. En cuanto a los materiales, se citan algunos requisitos de la AASHO y de ASTM.

Posteriormente, el manual de especificaciones CR-77 fue actualizado y conocido como CR-2002. No obstante, los aportes en materia de guardavías son escuetos, insistiendo en que deberán colocarse según indicaciones de los planos constructivos, sin definir mayores criterios de diseño y colocación. No obstante, sí deja clara la necesidad de que existan planos que incluyan información referida a los guardavías.

4- MARCO TEÓRICO DE ACTUACIÓN

La función primordial de cualquier barrera de seguridad es contener y redireccionar un vehículo que, por cualquier razón, pierda el control y abandone la calzada. De esta manera se evitará que golpee un objeto fijo o que caiga por algún talud con pendiente tal que provoque su “volcamiento”, disminuyendo con ello la gravedad del accidente.

Como corolario, no se instala una barrera para evitar un accidente sino para disminuir sus consecuencias.

Para mejor comprensión de los criterios expuestos en este apartado, se describen a continuación los principales elementos que componen un guardavía, la mayoría de los cuales pueden ser visualizados en la Fotografía 1 adjunta.

- Poste: elemento vertical que soporta y da continuidad a la viga del sistema. Puede ser considerado como débil o fuerte, dependiendo de cuanto debe ceder a la hora de una colisión.
- Viga: Elemento longitudinal del sistema de barrera cuya función es contener y redirigir aquellos vehículos que fuera de control colisionen con la barrera.
- Separador: Elemento opcional que se ubica entre el poste y la viga con el fin de evitar el contacto entre el vehículo y el poste.
- Tornillería: Accesorios que fijan y unen la viga con los postes, y a los separadores en el caso de que la barrera dispusiera de ellos.
- Terminal: Elemento del mismo material que la viga que se dispone al final de la misma con el fin de atenuar cualquier colisión de un vehículo con la parte final de la barrera.
- Área de trabajo: espacio lateral de la carretera, ubicado en la parte posterior de la barrera y disponible para ser traspasado por los vehículos.



Fotografía 1: Principales elementos asociados a la colocación de un guardavía.

En el Anexo de este informe, se presentan algunas definiciones más técnicas de los principales elementos componentes de un sistema de guardavía, extraídas del sitio en internet de uno de los principales fabricantes de Europa.

Como producto de la ausencia de normativas específicas relacionadas con el diseño e instalación de barreras de contención, en nuestro país es frecuente encontrar soluciones que corresponden a un estándar tipo “receta”, el cual es aplicado sin distinción de cada situación particular. Un ejemplo que ilustra esta situación, consiste en la práctica extendida de cimentar los postes en un “dado” de concreto, sin considerar que este sistema puede “rigidizar” una barrera que en principio fue concebida como flexible, o bien no se toma en cuenta los diferentes tipos de suelos que puedan encontrarse, para muchos de los cuales sería suficiente “hincar” el poste, sin necesidad del concreto.

A la luz de una reciente y mejor comprensión del comportamiento de los sistemas de contención, se determina, al nivel internacional, toda una teoría de diseño e instalación de las barreras de contención, cuyo desconocimiento por parte de los encargados de estos sistemas en nuestro país, queda de manifiesto al evaluar las formas inadecuadas en que se ubican y se colocan este tipo de infraestructura.

Como punto de partida en el tema de barreras de contención, la tendencia de países vanguardistas en este campo, es más bien la de evitar su instalación, procurando construir vías más seguras, sin obstáculos laterales a la superficie de rodamiento de los vehículos de la carretera, y con franjas laterales “traspasables” por los vehículos en el caso de que perdieran el control, lo que se logra con pendientes transversales moderadas. Sin embargo, cuando no existe la posibilidad razonable de resolver situaciones de riesgo que ameritan la instalación de barreras de seguridad y amortiguadores de impacto, se recomienda la instalación de elementos de contención **seguros y ensayados**.

En primera instancia, hay que establecer que para la recomendación e implementación de una barrera de seguridad, debería existir un estudio específico del área en donde se pretende la colocación de una barrera, de tal forma que se justifique técnicamente dicha actuación.

Como segundo punto y en caso de que se demuestre la necesidad de colocar una barrera de contención, el estudio detallado del área y las condiciones de operación de la vía (geometría, cantidad y tipo de tránsito, etc.) deberán establecer cuál es el tipo adecuado de sistema de contención, de entre tres posibles opciones, a saber: flexible, semi-rígido o rígido. Para esta decisión es determinante el concepto de área o zona “despejada” (franja detrás de la barrera y libre de obstáculos), cuyo ancho orienta en cuanto al tipo de barrera por colocar.

El estudio continúa con la definición de la forma en que se debe colocar la barrera de contención, tanto longitudinal como lateral a los carriles de circulación del tránsito, ya que estos aspectos no obedecen a criterios estándar, sino que son el producto de un estudio técnico muy particular del área en donde se emplazará la barrera. Asimismo, y siempre de conformidad con los criterios del fabricante de los elementos de contención, se debe establecer la altura de la barrera, con el fin de brindar el máximo posible de seguridad para todos los usuarios de la vía.

En resumen, para todo proyecto vial que necesite de barreras de seguridad, deberán mediar de previo a su colocación, tanto un estudio técnico como un diseño específico, tales que garanticen la necesidad, el tipo, la configuración y forma de emplazamiento del sistema de contención propuesto para que su funcionamiento sea el deseable, siempre en función de mejorar la seguridad vial.

La responsabilidad del fabricante del producto colocado como barrera, es fundamental en todo proyecto. El material del sistema de contención por colocar deberá estar certificado por la empresa que lo fabricó, así como la rigidez de los elementos, la separación de los postes, el tipo de viga y su altura, aspectos todos los cuales debieron ser establecidos de conformidad con pruebas típicamente de impacto real de vehículos (en inglés "crash test"), que consisten en pruebas estandarizadas a nivel internacional, con el fin de poder comparar entre diversos sistemas probados en condiciones similares.

En el marco de lo anteriormente descrito, existen pruebas de conformidad con la normativa norteamericana, tal como el llamado Reporte 350 de la NCHRP (National Cooperative Highway Research Program). Pruebas equivalentes son establecidas en la normativa europea EN-1317. Estas pruebas de aceptación se realizan en laboratorios calificados y el costo de la misma es asumido, de manera íntegra, por el fabricante, el cual al vender su producto, brinda la certificación correspondiente. Es por esta razón que cualquier modificación al sistema de contención, tal y como el fabricante lo recomienda, deberá ser plenamente justificada, y por cuyo cambio, alguien deberá asumir la responsabilidad correspondiente.

Los elementos hasta aquí señalados, hacen inaceptable la colocación, bajo ninguna circunstancia, de barreras de contención, típicamente guardavías, sin el debido estudio de la zona de emplazamiento y posterior diseño detallado de los elementos componentes del guardavías.

La función que cumple un sistema de estos es básica en la seguridad de la vía, y de ella dependen las vidas de todos aquellos usuarios que, por diversos motivos, tuvieron que valerse de las barreras de contención para evitar accidentes trágicos, incluyendo sus vidas.

Las barreras de contención o guardavías, no son sustitutos o complementos de algún plan de señalamiento vial, no cumplen la función delineadora que a manera de ejemplo, brindan los llamados delineadores tipo “Chevron”. Su función es otra, consistente en mitigar los efectos de un posible abandono de la vía de un vehículo fuera de control.

5 – HALLAZGOS DE LA AUDITORÍA TÉCNICA.

- Hallazgo 1: Ausencia de estudios y diseños específicos en la instalación de barreras de contención existentes.

La instalación de guardavías u otros sistemas de contención, sobre la base de algún mecanismo administrativo que no requiera de estudios y diseños completos y previos a su instalación, se constituye en una pésima práctica, tal el caso de contratos ejecutados para el CONAVI bajo el amparo del ítem 109.04 del CR-77, para los cuales no se exigen los documentos mencionados anteriormente, o bien, se presentan dibujos apenas esquemáticos y/o diseños que obedecen a láminas “estandar” que adolecen de los análisis particulares necesarios para cada situación específica.

El problema esencial aquí estriba en que, sin documentos que especifiquen claramente cuáles son los aspectos geométricos, así como los materiales y calidades que deben cumplir los elementos componentes de las barreras de contención por colocar, queda la incertidumbre de si lo colocado en la realidad cumple con los requerimientos necesarios para solventar las necesidades de seguridad que demandan los usuarios de la vía, ante una eventual pérdida de control de su vehículo, y posterior colisión con la barrera.

Por otro lado, desde el punto de vista administrativo, surgen otro tipo de inquietudes ante la no confección de documentos y planos completos. Así por ejemplo, no quedaría establecido el tipo de pruebas o los procedimientos por realizar a la hora de aprobar y recibir las obras, ni cómo verificar la calidad del trabajo realizado.

Contrario a esta práctica, se insiste en la necesidad de particularizar los estudios para cada una de las actividades de colocación de guardavías, ya que las circunstancias del terreno y la topografía varían para cada sitio, así como las condiciones del tránsito vehicular, geometría y visibilidad.

En la actualidad y con los desarrollos tecnológicos en materia de seguridad vial, no se considera técnicamente correcto el uso de un único diseño de

guardavía para cualquier condición particular, ni siquiera se considera conveniente que la administración disponga de unos pocos planos “prototipo” para escoger, propiciado así la ausencia de estudios básicos preliminares al diseño mismo.

A manera de ejemplo, en la Ruta N° 209, que comunica Aserri con Tarbaca, existen guardavías en varias de las curvas horizontales que componen su trazado, los cuales se colocaron siguiendo patrones típicos referidos a aspectos como la nula distancia de retiro existente entre la barrera y el carril externo de circulación de los vehículos, el empotramiento en concreto de los postes, la separación de éstos, el tipo y forma del extremo terminal de la viga, etc. (Ver Fotografías 2 a 4).

Surgen entonces múltiples cuestionamientos referidos a la adecuada colocación de estas barreras, tal que cumplan con su objetivo de brindar seguridad a los usuarios de la vía. Así por ejemplo, no se toma en cuenta el desnivel existente entre la superficie de rodamiento y la franja inmediatamente aledaña, sobre la cual se colocan los guardavías, con lo cual se resta altura efectiva a la viga de la barrera (Ver Fotografía 2).

Por otro lado, no existe una distancia de retiro entre el carril de circulación y la viga de la barrera de contención. Si estos dos aspectos no se respetaron según las indicaciones y estándares del fabricante de la barrera, el sistema no funcionará según las premisas usadas en su evaluación y posterior certificación internacional.



Fotografía 2: La altura efectiva de la barrera con respecto a la calzada se ve reducida por el desnivel existente con el borde de la carretera.



Fotografía 3: Entre el carril externo de la vía y la barrera no existe una franja de retiro, no obstante el área lateral despejada existente.



Fotografía 4: En nuestro país, es típico que los extremos terminales de las barreras de contención concluyan con un accesorio metálico en forma de “cola de pez”, sin ningún tipo de tratamiento adicional, dejando una condición de riesgo para los usuarios de la vía.

Otra prueba de la ausencia de estudios preliminares del suelo y del diseño mismo de los guardavías, es el hecho de que prácticamente todos los postes observados son objeto de un empotramiento en concreto, cimiento que rigidiza el sistema como un todo, no dejando opción al comportamiento flexible esperado bajo ciertas circunstancias del tránsito y de la franja de terreno lateral a la calzada.

Un ejemplo de esta situación se muestra en la Fotografía 5, en donde el tipo de poste usado pareciera débil, sin embargo su empotramiento en un cimiento de concreto lo “rigidizaría”, quedando en duda cuál diseño corresponde a la barrera usada, si uno flexible (postes débiles) o uno semi-rígido.

En países como España, Chile y Estados Unidos, es común ver la hincada de postes como solución básica, y sólo bajo la presencia de ciertas condiciones desfavorables en el suelo, se acepta el empotramiento de estas piezas en concreto, previo análisis y confección de planos constructivos del sistema, con los detalles pertinentes.



Fotografía 5: Solución típica de empotramiento de los postes de la barrera metálica en un cimiento de concreto (Costa Rica).

- Hallazgo 2: Ausencia de barreras laterales de contención bajo condiciones de absoluta necesidad para los usuarios de la vía.

Diversas giras al campo por parte de la Auditoría Técnica han dejado en evidencia la gran cantidad de tramos de carretera, incluyendo puentes y alcantarillas, que no disponen de sistemas de contención laterales, siendo evidente su necesidad. Estos tramos de carretera presentan, de forma permanente, un alto riesgo para los usuarios de la vía, quienes viajan, en muchos casos, totalmente ignorantes de esos riesgos, ya que la administración no ha colocado ni siquiera algún tipo de señal de aviso referida a la condición peligrosa existente en la carretera.

En otros casos, señales aisladas, y por ende insuficientes, advierten o pretenden guiar al usuario en condiciones de alto riesgo evidente, tal el caso mostrado en la Fotografía 6, sobre la carretera que comunica Aserrí con Tarbaca.



Fotografía 6: Sobre la carretera Aserrí-Tarbaca se presentan tramos con riesgo evidente para los usuarios, sin protección lateral ni el señalamiento adecuado.

Las Fotografías 7 y 8 muestran un tramo de la carretera entre Paraíso y Juan Viñas (Ruta 10), en donde se han construido elementos viales tales como alcantarillas y muros de gaviones, pero sin la colocación de barreras de contención laterales, bajo condiciones en donde es evidente su necesidad.

Las Fotografías 9 y 10 muestran tramos de la Autopista General Cañas con taludes laterales de importancia, y no obstante la alta velocidad con la que circulan los vehículos en esta vía, a la fecha de mayo de 2005, no se habían colocado guardavías que mejoren la seguridad de la autopista.

También es evidente que no existen criterios uniformes de diseño de barreras laterales, ya que en el campo se comprobó la existencia de secciones de carretera a las cuales se les colocó guardavías, sin embargo, en secciones posteriores de la misma carretera, se encontraron otros tramos bajo condiciones de riesgo muy similares o incluso peores a las anteriores, pero sin barreras de contención, por lo que surge la duda de cuáles son las políticas o criterios que privan para la selección de los sitios en donde se colocan estos dispositivos viales.



Fotografías 7 y 8: La colocación de alcantarillas y muros de retención en carreteras suburbanas y rurales, típicamente no incluyen la colocación de barreras de contención, incluso bajo condiciones de alto riesgo para los usuarios de la vía, tal y como sucede en el tramo entre Paraíso y Juan Viñas, sobre la Ruta 10.



Fotografías 9 y 10: Taludes con pendiente a los lados de la Autopista General Cañas, incluso con la presencia de árboles contiguo a la calzada.

- Hallazgo 3: Deficiencias en la colocación y emplazamiento de los guardavías.

Un aspecto que preocupa mucho es la deficiente colocación de guardavías a los lados de la carretera, debido a que en múltiples casos y no obstante la importante función que cumplen, éstos se constituyen más bien en otro obstáculo más para el tránsito, ante su incorrecto emplazamiento. A manera de ilustración, la Fotografía 11 muestra el caso de un guardavía colocado al lado del carril externo de circulación de un tramo de la Carretera Bernardo Soto, y en donde la parte extrema y terminal de la barrera se constituye en un peligroso obstáculo, ante la ausencia de tratamientos típicos como el de esviaje y el de abatimiento, muy usados en otros países, según se describe a continuación.

Típicamente estas terminales de barrera son retiradas gradualmente de la carretera (efecto de esviaje), y son enterradas en el suelo o empotradas en los taludes cuando son de corte, de tal forma que se elimina casi por completo la posibilidad de que se convierta en un peligroso obstáculo para el tránsito. A manera de ejemplo, la Fotografía 12 presenta una barrera que se ha colocado según los criterios explicados anteriormente (ilustración tomada de otro país).

También hay que decir que, típicamente, para estos casos de terminales de guardavías, se complementa la estructura con dispositivos conocidos como amortiguadores de impacto, así como captaluces colocados a lo largo de las ondulaciones de la viga horizontal, con el fin de mejorar su visualización cuando se presentan condiciones climatológicas que propician poca visibilidad, o durante la conducción nocturna de los usuarios de la vía.

Otro aspecto técnico que tiene que ver con deficiencias en la colocación de los guardavías, lo constituye su retiro lateral con respecto al carril externo de circulación de la vía, ya que su excesiva cercanía podría traer consecuencias para el conductor que, al perder el control del vehículo por cualquier motivo, podría colisionar lateralmente con él, de forma innecesaria.

A manera de ejemplo, sobre una sección de la Carretera Bernardo Soto, se conjugan varios aspectos que han provocado múltiples colisiones de los vehículos con las barreras laterales, entre ellos la colocación de estas estructuras en la franja inmediatamente contigua a la calzada, sin que exista un adecuado retiro entre la estructura y el flujo de vehículos. Si a esta situación se le suman aspectos como carriles angostos y altas velocidades permitidas a los vehículos, las consecuencias son las colisiones entre vehículos, y entre éstos y los guardavías, tal y como lo evidencian la serie de fotografías adjuntas (Fotografías 13 a 16).



Fotografía 11: Extremo terminal de un guardavía al lado de la calzada, en una sección de la Carretera Bernardo Soto.



Fotografía 12: Extremo terminal de un guardavías que ha sido objeto de esviaje y de abatimiento.

Fotografías 13 a 16: Guardavías golpeados en un tramo vial sobre la Carretera Bernardo Soto.



Una ilustración de la posible gravedad con que un accidente puede acontecer, a raíz de deficiencias en el emplazamiento de un guardavías, se encuentra en la noticia que diferentes diarios nacionales presentaron el día 26 de octubre del 2005, cuando destacaron el hecho de que la viga metálica de una barrera lateral atravesó, literalmente, un vehículo que se salió de la vía, sobre la Autopista General Cañas. (Ver Fotografía 17, tomada del Diario La Nación).

Un percance de tal naturaleza no podría ocurrir, bajo la premisa de un correcto emplazamiento de la barrera de contención, principalmente en lo relativo al extremo terminal de la viga.



Baranda atravesó vehículo

El estadounidense David Stoken, conductor de este Hyundai Elantra, solo resultó con heridas leves ayer, cuando un aparente fallo en la dirección provocó que su vehículo se incrustara contra una baranda de seguridad en la autopista General Cañas. Stoken no quiso ser trasladado a un hospital. P. 13

Fotografía 17: Extraída del Diario La Nación del día 26 de octubre del 2005.

Existen otras deficiencias en el emplazamiento de una barrera lateral, producto del desconocimiento de la función que deben cumplir, o simplemente por errores conceptuales. A continuación se citan varias de estas deficiencias encontradas en campo.

a- Colocación de barreras en secciones parciales e insuficientes de la vía:

Por no cubrir toda el área de riesgo existente, básicamente en curvas horizontales de la carretera, cuando lo correcto es que la barrera se extienda a lo largo de toda la curva, e incluso, continúe por un tramo adicional más allá de la curva (Ref.1), con el fin de brindar la óptima seguridad a los usuarios de la vía. La Fotografía 18 fue tomada sobre la vía a Cartago, y en ella se muestra el “corte” abrupto de la barrera lateral, cuando aún no ha finalizado totalmente la curvatura presente en la carretera.



Fotografía 18: Curva horizontal de la carretera a Cartago, protegida parcialmente por una barrera lateral.

b- Discontinuidad en el sistema de contención usado: bajo la misma condición de riesgo existente en la vía, se utilizan diferentes sistemas de contención. El caso típico se encuentra cuando se usa un sistema rígido (barrera en concreto) al cual se le añade un sistema de viga metálica de mayor flexibilidad.

A manera de ejemplo, sobre la carretera a Cartago, en el paso a desnivel de entrada al desarrollo comercial Terramall, se encuentra un pretil de concreto en el puente construido, al cual se añadió una viga metálica que pretende proteger de un potencial accidente, según el cual un vehículo sin control podría salirse de la vía hacia la rampa de acceso al Mall (Ver Fotografía 19).



Fotografía 19: Cambio repentino en el tipo de “pretil” de protección lateral usado sobre la Carretera a Cartago, en el intercambio de entrada al desarrollo comercial Terramall.

c- Presencia de otras estructuras viales que interfieren con los guardavías: Otro típico error conceptual asociado a la colocación de una barrera se sucede cuando se construye algún otro tipo de infraestructura vial entre la barrera y el carril exterior de circulación, tal el caso de bordillos o cunetas con sección no “traspasable” para los vehículos, perdiéndose así la efectividad de la barrera.

Algunos ejemplos específicos de lo descrito anteriormente se presentan en las Fotografías 20 y 21.



Fotografía 20: En la vialidad de acceso al desarrollo comercial Terramall, se construyó un bordillo en la franja inmediata anterior a la ubicación de un guardavía.



Fotografía 21: En un tramo vial de la Ruta 3 a Cartago, se ubica una barrera lateral antecedida por una cuneta, de tal forma que su efectividad se ha disminuido.

- Hallazgo 4: Falta de mantenimiento de las barreras de contención.

En múltiples secciones de distintas carreteras se encontraron guardavías en pésimo estado o simplemente, nunca se repusieron cuando fueron golpeados, por lo que no estarían cumpliendo la función para la cual fueron colocados, dejando expuestos a los usuarios a los riesgos que precisamente se pretendían evitar.

Resulta evidente que no existe un plan de mantenimiento de este tipo de infraestructura vial, sin el cual no es posible brindar a los usuarios de las carreteras del nivel mínimo de seguridad requerido.

Especial mención ameritan los puentes construidos en los cruces de carreteras por ríos, particularmente en zonas rurales del país. A manera de ejemplo, en un recorrido hecho por la zona norte del país, en el tramo entre La Fortuna y Upala (Ruta 4), se encontraron abundantes casos de puentes con pretilos en pésimo estado, tal y como lo demuestran las Fotografías 22 a 24.

También, sobre la misma Ruta 4, pero para el tramo vial entre Upala y el cruce con la Ruta 1, continuó la falta de mantenimiento de los pretilos de los puentes, lo que provoca un permanente riesgo para los usuarios de estos tramos de carretera (Ver Fotografías 25 a 28).

Otro caso digno de mención lo constituye la Ruta 32, cuyo tramo montañoso ubicado en el Parque Nacional Braulio Carrillo, presenta múltiples secciones con guardavías a los lados del camino, pero en pésimo estado, por lo que dichos elementos de contención no están cumpliendo su función de manera efectiva (Ver Anexo correspondiente).

Las causas por las cuales gran cantidad de guardavías están en pésimo estado pueden ser múltiples, pero independientemente de ellas, el MOPT-CONAVI está en la obligación de reponerlas inmediatamente después de su impacto, de lo contrario los usuarios quedarán expuestos a los riesgos que precisamente evitaban dichas estructuras.



Fotografía 22: Punte sobre el Río Las Delicias (Tramo La Fortuna-Upala, sobre la Ruta 4).



Fotografía 23: Punte sobre el Río La Muerte. (Tramo La Fortuna-Upala, sobre la Ruta 4).



Fotografía 24: Punte sobre el Río Rijo (Tramo La Fortuna-Upala, sobre la Ruta 4).



Fotografías 25 y 26: Puente sin un pretil (Tramo sobre la Ruta 4, entre Upala y el cruce con la Ruta 1)



Fotografía 27: Puente sin mantenimiento en sus barreras laterales (Tramo sobre la Ruta 4, entre Upala y el cruce con la Ruta 1).



Fotografía 28: Puente sin mantenimiento en sus barreras laterales (Tramo sobre la Ruta 4, entre Upala y el cruce con la Ruta 1).

- Hallazgo 5: Uso de materiales inadecuados y distintos criterios usados en el montaje de los componentes de los guardavías.

Se ha detectado en algunas secciones de carretera, la colocación de guardavías con materiales no aptos para tal efecto, sobre todo en lo que respecta a los postes verticales usados. Incluso en algunos casos se han usado secciones "RT" -mal llamados "perling"- como postes, material comercial usado para múltiples propósitos en la industria de la construcción, pero sin ningún tipo de garantía que demuestre su idoneidad para ser usado en las barreras de contención.

Esta condición recién descrita no asegura la efectividad de la barrera de contención, y por el contrario, la forma en que muchas vigas y postes fueron literalmente "arrancados" cuando fueron impactados, demuestra la mala calidad de esos materiales, cuya función de redireccionar los vehículos fuera de control, nunca se cumplió.

Ya en la parte introductoria de este documento se estableció la importancia de cada elemento de los guardavías, de tal manera que hasta la "tornillería" debe satisfacer ciertos requerimientos, todo de conformidad con pruebas y normativas desarrolladas internacionalmente.

El uso de diferentes secciones de los postes usados en los guardavías, tal el caso de secciones tipo "C" y tipo "I", bajo similares condiciones de las vías, plantea la duda sobre cuáles son los criterios de diseño usados en uno u otro caso, o si los materiales usados constan de algún tipo de certificación que les acredite como materiales adecuados para ser usados como postes de los guardavías.

Los separadores (piezas del mismo material de la barrera que separan los postes de la viga), son colocados de diversas formas, dejando dudas en cuanto al criterio usado por los funcionarios de la administración a la hora de recibir las obras y darlas por aceptadas. A manera de ejemplo, en las Fotografías 29 a 31 se muestran tres criterios diferentes encontrados para sujetar los separadores a los postes y a las vigas mismas.

El criterio válido debería surgir de las recomendaciones dadas por el fabricante, quien es el que acredita su producto según pruebas elaboradas siguiendo estándares internacionales, y para las cuales debió usar una configuración específica de anclaje entre los distintos componentes de la barrera. Esta configuración específica se debería respetar siempre que se use su producto.

Fotografías 29 a 31: Diferentes criterios usados en la colocación de los separadores de los guardavías.



De igual forma, surgen muchos cuestionamientos al observar el tipo de desprendimiento que sufren los postes usados en distintas secciones de guardavías, de donde fácilmente se concluye que su empotramiento fue deficiente, tanto en su proceso de colocación (tipo de empotramiento y profundidad), como en el material de concreto usado para cimentar los postes.

Las Fotografías presentadas a continuación ilustran las deficiencias comentadas anteriormente, resumidas en inadecuados materiales para la construcción de guardavías, así como deficiencias en la colocación y empotramiento de los postes.



Fotografía 25: Uso de secciones “RT” de Metalco, más conocidos como “perling”, en lugar de la colocación de postes fabricados especialmente para su uso en guardavías, tal que cumplan con requerimientos específicos de resistencia.



Fotografías 26 y 27: Deficiencias en el diseño y los materiales usados para la fijación de las vigas a los postes (por ejemplo la tornillería), provocan desprendimientos de la barrera cuando es impactada por un vehículo, por lo que es evidente que no cumplió con su función de redireccionamiento de vehículos.



Fotografía 28: El uso de materiales no adecuados para la colocación de postes se evidencia al notar como se ha perdido el recubrimiento del poste de esta barrera, exponiendo el material a un rápido deterioro, básicamente por efecto de las lluvias.



Fotografía 29: Deficiente cimentación de un poste de guardavía, por lo que ya no se espera un adecuado comportamiento del sistema.

6 – CONCLUSIONES

Una carretera debe estar provista con todos los elementos necesarios para garantizar la seguridad de sus usuarios, la cual no se circunscribe únicamente a mejorar la superficie de rodamiento.

No obstante, una evaluación más detallada de las condiciones prevalecientes a los lados de la carreteras nacionales, sobre todo en las vías rurales y sub-urbanas, logró determinar condiciones de alto riesgo en múltiples secciones que, por su condición topográfica específica, presentan taludes laterales con pendientes fuertes contiguo a la superficie de rodamiento, pero sin protección alguna para los vehículos que circulan por ellas.

Se encontró que para el caso de varios puentes y alcantarillas ubicadas transversalmente a la carretera, no se colocaron pretiles o sistemas de contención lateral que aseguren el paso normal de los vehículos, o que ante la pérdida del control de un vehículo, se minimicen las consecuencias de un posible accidente.

A la fecha de elaboración de esta informe de auditoría, no existía claridad en las normas para diseño y colocación de los guardavías, hecho que se refleja en la serie de hallazgos encontrados y enmarcados como deficiencias de diseño y colocación.

Las deficiencias surgen desde la etapa misma de diseño, ya que no se realizan en forma adecuada estudios que justifiquen, en primer término, el uso de guardavías como una solución adecuada a los problemas de seguridad de la vía, y en segundo lugar, no se evalúa tampoco, mediante un proceso de estudio del suelo y de las condiciones locales geométricas y del tránsito vehicular, cuál sistema de barrera de contención es el más apropiado, ya que para este tipo de infraestructura, no es válido el uso de planos prototipo.

No obstante, lo comúnmente encontrado en campo y construido en los últimos años, obedece a un tipo de diseño o plano estándar, el cuál obviamente no toma en cuenta las particularidades propias de cada proyecto.

Por el contrario, en aspectos aparentemente de menor relevancia, como los representa el sistema de anclaje de la viga metálica a los separadores y a los postes, se encontraron múltiples variantes en su sistema de fijación, lo que denota un desconocimiento de la forma específica en que se deben emplazar los componentes del sistema de contención, los cuales obedecen a criterios muy específicos del fabricante, según ensayos estandarizados realizados a su producto.

La conclusión evidente es que al no existir planos detallados, ni estudios específicos del sistema de contención por emplazar, priva entonces el criterio subjetivo del profesional responsable del guardavía por colocar, o bien del constructor de turno, sin una adecuada supervisión profesional.

Se detectó el uso de materiales inapropiados para la colocación de guardavías, así como deficientes formas en su emplazamiento, con ausencia de medidas como el esviaje y el abatimiento de los extremos terminales de las vigas de los guardavías, formas de emplazamiento muy en boga en otros países.

Por este motivo, muchas de las terminales de los sistemas de contención analizados, representan más un peligro para los usuarios de la vía, que una solución efectiva al riesgo de la carretera.

A estas deficiencias expuestas anteriormente, habría que adicionarles la ausencia típica de señalamiento vial, como forma de advertencia a los riesgos presentes en la vía, así como la ausencia casi generalizada de iluminación en los tramos viales críticos.

7 – RECOMENDACIONES.

En materia de construcción y colocación de barreras de contención, la administración deberá reorientar sus políticas de diseño y construcción, ya que son múltiples las deficiencias encontradas, y todas enmarcadas en un ámbito muy delicado de la seguridad vial. Nos referimos a los dispositivos usados para salvar vidas humanas en zonas críticas de las carreteras, en aquellos casos en que los conductores pierdan el control de sus vehículos. Asimismo, la correcta definición y diseño de las barreras de contención pueden minimizar las pérdidas materiales en casos de colisiones fuertes, o aún más relevante, salvar vidas humanas.

Urge una definición de normativa que oriente a los diseñadores y a los constructores en cuanto al correcto diseño y colocación de estos dispositivos, de tal forma que se brinden condiciones de seguridad comprobadas para los usuarios de la vía.

Hasta tanto el MOPT no defina o elabore una guía actualizada para el diseño e implementación de guardavías, se debe exigir rigurosidad en los procesos de contratación para la colocación de guardavías, solicitando estudios y planos de previo a su colocación, así como incrementar los controles en el proceso de colocación de estos sistemas, y finalmente, implementar criterios

técnicos para la verificación de la calidad de los materiales, a fin de garantizar el producto colocado.

El MOPT, a través de las instancias correspondientes, deberá realizar un estudio de las zonas más críticas, en términos de estadísticas de vehículos que al salirse de la vía sufren aparatosas colisiones o se vuelcan a los lados del camino. Con base en este estudio, se deberá empezar con un plan de provisionamiento de guardavías, cuando se haya demostrado plenamente su necesidad.

En función de los hallazgos encontrados, sería conveniente que el MOPT-CONAVI empezara un programa de revisión de los guardavías colocados en los últimos años, con el fin de corroborar su cumplimiento a los distintos requerimientos expuestos en este informe. Caso contrario, el usuario de la vía sufrirá las consecuencias de las deficiencias presentes en los guardavías que, descuidadamente y sin control, fueron colocados en sitios de alto riesgo, bajo la premisa falsa de que ellos garantizan la seguridad del usuario ante el surgimiento de algún imprevisto que le provoque salirse de la vía.

De forma similar, el MOPT-CONAVI debería empezar un programa para sustitución y reparación de todos aquellos tramos de guardavías en mal estado, priorizando según las necesidades percibidas, de conformidad con el tipo e importancia de las rutas.

Firmas del equipo auditor:

Ing. Jorge Picado Abarca

Ing. Marcos E. Rodríguez; MSc.

REFERENCIAS

1- Instructivo para Proyectos de Contención Vial. Departamento de Seguridad Vial, Dirección de Vialidad, Ministerio de Obras Públicas, Chile.

2- Novedades tecnológicas y normativas en el campo de los sistemas de contención de vehículos. Sergio Corredor Peña. Comunicación Libre del Centro de Transferencia de Tecnología de Obras para el Transporte. Cuba.

3- Ingeniería de Carreteras. Carlos Kraemer y otros. Tomos I y II. Editorial McGraw-Hill. España, 2003.

4- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos Carreteras y Puentes (CR-77). Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Costa Rica, 1978.

5- Normas y Diseños para la Construcción de Carreteras. Documento técnico elaborado por el MOPT. Costa Rica. 1964 y posteriores ediciones.

6- Sistemas de Barrera de Contención Vial. Conceptos y últimas Tecnologías. Curso de actualización impartido por el LANAMME, Universidad de Costa Rica. 2002.

7- Consideraciones sobre Sistemas de Contención de Vehículos. Artículo de la Revista Rutas, Asociación Técnica de Carreteras, España. 1991.

ANEXO

**SECUENCIA FOTOGRÁFICA DE LOS GUARDAVÍAS EN
EL TRAMO MONTAÑOSO DE LA CARRETERA BRAULIO
CARRILLO (RUTA 32 A GUÁPILES).**





**DEFINICIONES DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES
DE UNA BARRERA LATERAL METÁLICA**

Definición de los principales componentes de una barrera metálica, extraídas del sitio en Internet de las Industrias Duero (www.duerogalva.es/productos.htm).

Valla: la función de la valla es contener y reconducir un vehículo mediante la absorción de la energía desprendida en un impacto.

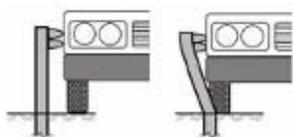
Al ser objeto de impacto por un vehículo, la valla se deforma plásticamente manteniendo el contacto, reconduciendo al vehículo y absorbiendo de manera controlada parte importante de la energía cinética del impacto. Las deformaciones deben estar concebidas para lograr que el impacto sea lo menos elástico posible, de manera que la energía absorbida no sea devuelta al vehículo, haciéndolo rebotar hacia la carretera. El objetivo es mantenerlo en contacto con la barrera durante el mayor tiempo posible. Es importante señalar que como objetivo prioritario también se encuentra el de contener el vehículo errante, impidiendo que éste sobrepase el sistema.

Poste: el poste actúa como soporte de la barrera y elemento de inserción en el terreno.

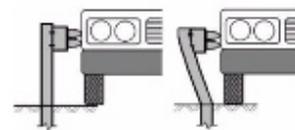
Es un elemento capaz de deformarse a medida que el sistema absorbe energía. Salvo en condiciones especiales de terrenos muy duros o muy blandos, para los cuales debe definirse un procedimiento de instalación, los postes deben hincarse. La distancia entre postes define el ángulo de reinserción del vehículo, de forma que cuanto más cercanos se encuentren éstos, menor será el ángulo de rebote y el vehículo se redireccionará en una trayectoria paralela a la línea de contención.

Separadores: los separadores son el elemento de unión entre la barrera y el poste de sujeción.

Su función principal es separar las ruedas del vehículo del poste durante el impacto, evitando que el vehículo gire sobre sí mismo. Permite además mantener la barrera a una altura casi constante y en contacto con el vehículo, a medida que los postes se van inclinando, disminuyendo el riesgo de que el vehículo supere la valla.



Postes sin separadores
(Efecto Snagging)



Postes con separadores