



Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LM-AT-144-10



INFORME DE
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
LM-AT-144-10

**Evaluación de Seguridad Vial
Proyecto Costanera Sur, Ruta Nacional N° 34
Sección: Quepos - Barú**

Licitación No. LI-0002-2005 y
Licitación No. LPI-003-2007

DICIEMBRE 2010

TABLA DE CONTENIDO

Página

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 POTESTADES	1
1.2 OBJETIVO DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS	1
1.3 OBJETIVOS DEL INFORME	2
1.4 ALCANCE DEL INFORME	2
1.5 ANTECEDENTES	3
1.6 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO VIAL	5
1.7 METODOLOGÍA	7
2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL	7
2.1 SOBRE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR	8
2.2 SOBRE FACILIDADES PARA USUARIOS VULNERABLES	27
2.3 SOBRE LAS CONDICIONES DE ESTANCAMIENTO DE AGUA	30
2.4 SOBRE LOS ACCESOS Y LAS INTERSECCIONES DEL PROYECTO	32
2.5 SOBRE LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y DEMARCACIÓN HORIZONTAL	35
3. CONCLUSIONES	39
4. RECOMENDACIONES	40
5. REFERENCIAS	42



RESUMEN EJECUTIVO
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
LM-AT-144-10

**Evaluación de Seguridad Vial
Proyecto Costanera Sur, Ruta Nacional N° 34
Sección: Quepos - Barú**

Licitación No. LI-0002-2005 y
Licitación No. LPI-003-2007

DICIEMBRE 2010



LanammeUCR

Laboratorio Nacional de
Materiales y Modelos Estructurales

LM-AT-144-10

INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA

Evaluación de Seguridad Vial Costanera Sur (Ruta N° 34), Sección: Quepos - Barú
Licitación No. LI-0002-2005 y Licitación No. LPI-003-2007

Informe de Auditoría Técnica Externa LM-AT-144-10

Potestades

La auditoría técnica externa a los procesos, controles, laboratorios, proyectos e instituciones públicas que efectúan sus labores en las rutas nacionales, se realiza de conformidad con la disposición del artículo 6 de la Ley N° 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributaria y su reforma mediante la Ley N° 8603, dentro del Programa de Fiscalización de la Calidad de la Red Vial del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR).

Objetivo

Ejecutar una evaluación de Seguridad Vial en la etapa de post-construcción en la Costanera Sur, sección Quepos-Barú que permita identificar los elementos de esta carretera que podrían generar problemas de seguridad vial.

Alcance

La evaluación de seguridad vial se realiza con base en las observaciones recopiladas en visitas a la zona de estudio. Una limitación importante es que no se cuenta con información de las estadísticas de accidentes en el tramo de estudio.

Localización



**Proyecto Costanera Sur,
Sección: Quepos - Barú**

Ruta Nacional N° 34

Longitud aproximada: 42.1km.

Ubicación del proyecto:

Provincia: Puntarenas

Cantón: Aguirre

Distritos: 1. Quepos, 2. Savegre

Figura N° 1. Ubicación del proyecto Costanera Sur,
Sección Quepos – Barú. Ruta Nacional No.34.



INFORME DE
AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
LM-AT-144-10

Evaluación de Seguridad Vial
Proyecto Costanera Sur, Ruta Nacional N° 34
Sección: Quepos - Barú

Licitación No. LI-0002-2005 y
Licitación No. LPI-003-2007

DICIEMBRE 2010



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA
Evaluación de Seguridad Vial Costanera Sur (Ruta N° 34), Sección: Quepos - Barú
Licitación No. LI-0002-2005 y Licitación No. LPI-003-2007

Dirección encargada del proyecto: Unidad Ejecutora Costanera Sur.

	LI-0002-2005	LPI-003-2007	
Monto original del contrato	\$17.669.706,09 US	Línea 1	\$16.379.790,02 US
		Línea 2	\$18.925.421,70 US
Fecha de inicio de la obra	18 de julio 2006	15 de enero 2009	
Plazo original de ejecución	720 d.c.	Línea 1	300 d.c.
		Línea 2	240 d.c.
Longitud del proyecto	42,1 Km.		

Licitación No. LI-0002-2005: Drenajes y Terraplenes de la Carretera Costanera Sur, Ruta Nacional No.34, Sección: Quepos – Savegre – Barú.

Licitación No. LPI-003-2007: Construcción del pavimento y obras complementarias de la carretera Costanera Sur, Ruta Nacional No.34 sección: “Quepos – Savegre – Barú”.

Coordinador de Programa de Infraestructura de Transporte, PITRA:

- Ing. Luís Guillermo Loría Salazar, MSc.

Coordinadora de Auditoría Técnica:

- Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc. Eng

Auditores: Ing. Diana Jiménez Romero, MSc., MBA.

- Ing. Mauricio Salas Chaves
- Ing. Wendy Sequeira Rojas, MSc.
- Ing. Erick Acosta Hernández
- Ing. Ana Elena Hidalgo Arroyo

Asesor legal externo:

- Lic. Miguel Chacón Alvarado

Alcance del informe:

La Evaluación de seguridad vial se realiza con base en los estudios de las características físicas del proyecto, para lo cual se realizaron visitas de inspección a la zona de estudio.

Referencias:

- Fechas de visitas:
 - 13 y 14 de mayo del 2010.
 - 10 y 11 de agosto del 2010.
 - 16 y 17 de septiembre del 2010.



INFORME DE AUDITORÍA TÉCNICA EXTERNA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL COSTANERA SUR RUTA N°34, SECCIÓN QUEPOS-BARÚ

1. INTRODUCCIÓN

1.1 POTESTADES

Las auditorías técnicas externas a proyectos en ejecución del sector vial se realizan de conformidad con las disposiciones del artículo 6 de la Ley 8114 de Simplificación y Eficiencia Tributarias y su reforma mediante la Ley 8603, como parte del Programa de Fiscalización de la Calidad del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales (LanammeUCR) de la Universidad de Costa Rica (UCR).

El proceso de auditoría igualmente se respalda en el pronunciamiento C-087-2002 del 4 de abril del 2002, de la Procuraduría General de la República, que indica:

“...la fiscalización que realiza la Universidad a través del Laboratorio es una fiscalización externa, que trasciende los contratos de mérito, y por ende, obras específicas, para abarcar la totalidad de la red nacional pavimentada (por ende, proyectos ya finiquitados) y que incluso podría considerarse “superior”, en el sentido en que debe fiscalizar también los laboratorios que realizan análisis de calidad, auditar proyectos en ejecución, entre otros aspectos, evaluar la capacidad estructural y determinar los problemas de vulnerabilidad y riesgos de esa red. Lo cual implica una fiscalización a quienes podrían estar fiscalizando proyectos concretos.”

1.2 OBJETIVO DE LAS AUDITORÍAS TÉCNICAS

El propósito de las auditorías técnicas que realiza el LanammeUCR en cumplimiento de las tareas asignadas en la Ley de Simplificación y Eficiencia Tributaria”, Ley N° 8114, es el de emitir informes que permitan a las autoridades del país, indicadas en dicha ley, conocer la situación técnica, administrativa y financiera de los proyectos viales durante todas o cada una de las etapas de ejecución: planificación, diseño y especificaciones; cartel y proceso licitatorio; ejecución y finiquito. Asimismo, la finalidad de estas auditorías consiste en que la Administración, de manera oportuna, tome decisiones correctivas y ejerza una adecuada comprobación, monitoreo y control de los contratos de obra, mediante un análisis comprensivo desde la fase de planificación hasta el finiquito del contrato.



Uno de los campos de trabajo lo componen las auditorías técnicas de seguridad vial, que ayudan a asegurar que los aspectos de seguridad vial estén considerados en todas las etapas de un proyecto vial.

Para el caso de carreteras en servicio, se realizan Evaluaciones de Seguridad Vial, que corresponden a un examen formal de un proyecto vial, mediante el cual se identifican problemas de seguridad vial que pudieron no ser tan evidentes en las etapas de factibilidad, diseño o construcción. De este modo, se brinda a la Administración insumos para la mejora continua de la seguridad vial en las carreteras.

En las Evaluaciones de Seguridad Vial que se ejecuta el LanammeUCR, se comparan las prácticas constructivas que se realizan en Costa Rica con respecto a las mejores prácticas internacionales en el tema de seguridad vial y a la normativa existente, con el propósito de emitir recomendaciones para mejorar la Ingeniería de Carreteras en Costa Rica en torno a la seguridad vial.

1.3 OBJETIVOS DEL INFORME

El objetivo general de este informe de auditoría técnica es ejecutar una Evaluación de Seguridad Vial en la etapa post-construcción de la carretera Costanera Sur, Ruta Nacional N° 34, sección: Quepos-Barú que permita identificar los elementos de la carretera que podrían generar problemas de seguridad vial.

Los Objetivos Específicos son:

- Determinar aspectos relevantes en los sistemas de contención con respecto a su instalación y ubicación.
- Determinar si el tramo evaluado brinda seguridad para peatones y ciclistas.
- Realizar una auscultación de los accesos e intersecciones en la vía.

1.4 ALCANCE DEL INFORME

La Evaluación de Seguridad Vial se realiza con base en las observaciones recopiladas en visitas a la zona de estudio, localizada en la Ruta Nacional N° 34, Costanera Sur, sección: Quepos-Barú.



La Evaluación de Seguridad Vial se enfoca en la colocación e instalación de los sistemas de contención vehicular, la existencia y calidad de las facilidades peatonales y el control de accesos vehiculares.

Una limitación importante es que no se cuenta con información de las estadísticas de accidentes en el tramo de estudio.

1.5 ANTECEDENTES

Para la realización del presente informe de Auditoría Técnica se cuenta con la información relacionada a los planos del diseño geométrico de la carretera y el finiquito del proyecto.

Con respecto al tema de sistemas de contención, el LanammeUCR ha impartido cursos y ha entregado al MOPT y al CONAVI informes de Auditoría Técnica Externa, en el área de Seguridad Vial, sobre el tema de sistemas de contención vehicular, tal como se describe a continuación:

En el mes de abril del 2001 se impartió el curso “Sistemas de Contención Vial. Conceptos y últimas Tecnologías”.

En el informe de Auditoría Técnica externa número LM-PI-PV-AT-29-05, titulado “Análisis de la Seguridad Vial de los Guardavías en Carreteras Nacionales”, emitido por el LanammeUCR y entregado al MOPT y CONAVI en noviembre de 2005, se consignaron un total de cinco (5) hallazgos relacionados con deficiencias en el diseño, colocación, mantenimiento y uso de materiales en los sistemas de contención.

Como parte de las labores de seguimiento, la Contraloría General de la República, mediante oficio FOE-OP-42 del Área de Servicios de Obra Pública y Transporte, con fecha 18 de enero de 2006, le solicitó al Ministro de Obras Públicas y Transportes, Lic. Randall Quirós Bustamante, un informe detallado sobre las acciones concretas y efectivas realizadas por el MOPT y el CONAVI para atender todas y cada una de las recomendaciones contenidas en el informe LM-PI-PV-AT-29-05.

Relacionado con lo anterior, el Director Ejecutivo de CONAVI, Ing. Alejandro Molina Solís, solicitó mediante oficio DE06-0486 con fecha 22 de febrero del 2006, que el LanammeUCR ofreciera un curso sobre el tema. Atendiendo dicha solicitud, el LanammeUCR realizó el curso “Diseño y Colocación de Sistemas de Contención



Vial” en agosto del 2006, en el cual participaron 34 funcionarios del CONAVI y 3 del MOPT.

Adicionalmente, el Director Ejecutivo del CONAVI, mediante oficio DE06-0528 del 24 de febrero de 2006, presenta a la Contraloría General de la República el detalle de las gestiones realizadas a esa fecha atendiendo el informe LM-PI-PV-AT-29-05. En dicho oficio se indica que el CONAVI, ha solicitado a la Dirección de Ingeniería de Tránsito la identificación y priorización de necesidades de instalación de sistemas de contención lateral en las rutas nacionales, así como los detalles de diseño y colocación de este tipo de dispositivos de acuerdo con un estudio técnico; se señala además, que los nuevos contratos de conservación vial deben corregir las deficiencias reportadas en el informe de auditoría técnica realizado por el LanammeUCR.

Otro de los antecedentes de esta evaluación es el oficio FOE-OP-335 del día 16 de junio del 2006, emitido por el Ing. Álvaro Vargas Solís, Gerente de Área de la Contraloría General de la República, dirigido a la Lic. Karla González Carvajal, Ministra de Obras Públicas y Transportes (MOPT). Este oficio es un comunicado de los resultados de la investigación que llevó a cabo este ente fiscalizador, en torno a los procedimientos utilizados en el MOPT para el diseño y la contratación de guardavías en las carreteras nacionales. En el punto 3 de este documento se emitió la disposición de elaborar un documento oficial que sirva como guía del diseño y emplazamiento de los sistemas de contención vehicular en Costa Rica, incluyendo las normas y las especificaciones necesarias para asegurar la adecuada instalación de estos sistemas. Como resultado de la solicitud de la Contraloría General de la República, se desarrolló la Disposición MN-06-2006, la cual fue presentada en noviembre del 2006 ante el Órgano Contralor.

En el mes de abril del año 2007, el LanammeUCR emite el informe LM-AT-034-07: “Análisis de las Barreras de Seguridad de la Ruta Nacional No 32”, en el cual reiteradamente se identifican deficiencias relacionadas con el diseño y colocación de los sistemas de contención vehicular. En este mismo año, en el mes de noviembre, el LanammeUCR impartió el curso “Diseño y colocación de sistemas de contención vial”.

En el mes de diciembre del año 2008, el LanammeUCR emitió el informe LM-AT-116-08: “Normativas de Diseño de Sistemas de Contención Vehicular Proyecto de Mejoramiento de Las Rutas Nacionales No. 160, Sección: Puerto Carrillo – Estrada y No. 158, Sección: Estrada – Lajas”. En dicho informe se evidenció que para los



proyectos auditados, no se llevaron a cabo diseños específicos de los sistemas de contención vehicular, ni los estudios técnicos previos al diseño. Tampoco se definieron políticas y procedimientos que permitieran verificar la calidad de los sistemas colocados.

Posteriormente, en junio del 2010, el LanammeUCR impartió el curso “Accidentes de Tránsito por Salida de Vía y Sistemas de Contención en Carreteras”.

Por otro lado, en el tema de facilidades peatonales, el LanammeUCR ha entregado al MOPT y al CONAVI los informes de Auditoría Técnica Externa descritos a continuación:

- LM-PI-PV-AT-150-03: Ausencia de facilidades peatonales en carreteras primarias y secundarias, emitido en el año 2003.
- LM-AT-55-09: Análisis de facilidades peatonales en autopistas: Autopista General Cañas (Ruta Nacional N° 1) y Autopista Florencio del Castillo (Ruta Nacional N° 2), emitido en el año 2009.

1.6 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO VIAL

El proyecto se ubica en la provincia de Puntarenas y recorre los cantones de Aguirre, Distritos 1: Quepos y 2: Savegre.

La carretera conocida como “Costanera” es el corredor que conecta desde la Carretera Interamericana Norte del país (Ruta Nacional N° 1) en el poblado de Barranca hasta intersecar la Carretera Interamericana Sur (Ruta Nacional N° 2) en el poblado de Palmar Norte. La Costanera bordea la costa pacífica del país por la Ruta Nacional No.23 que une el poblado de Barranca con el puerto de Caldera, con una longitud de 12,7 kilómetros, es seguida por el tramo 16,5 kilómetros entre el puerto de Caldera hasta la localidad de Coyolar, correspondiente a la ruta nacional N° 27 y continúa por la Ruta Nacional N° 34, hasta la localidad de Palmar Norte con un tramo de 204,5 kilómetros. Estos tres tramos conforman una longitud total de casi 234 kilómetros.

La Evaluación de Seguridad Vial se enfoca en el tramo llamado “Costanera Sur”, entre la localidad de Quepos (aproximadamente en el kilómetro 130 de todo el corredor) y Barú (aproximadamente en el kilómetro 172), conformando una longitud total de tramo de más de 42 kilómetros. Se ubica en un entorno rural donde la

principal actividad económica está relacionada con la agricultura y turismo. En la Figura N° 2 se muestra la ubicación del proyecto.

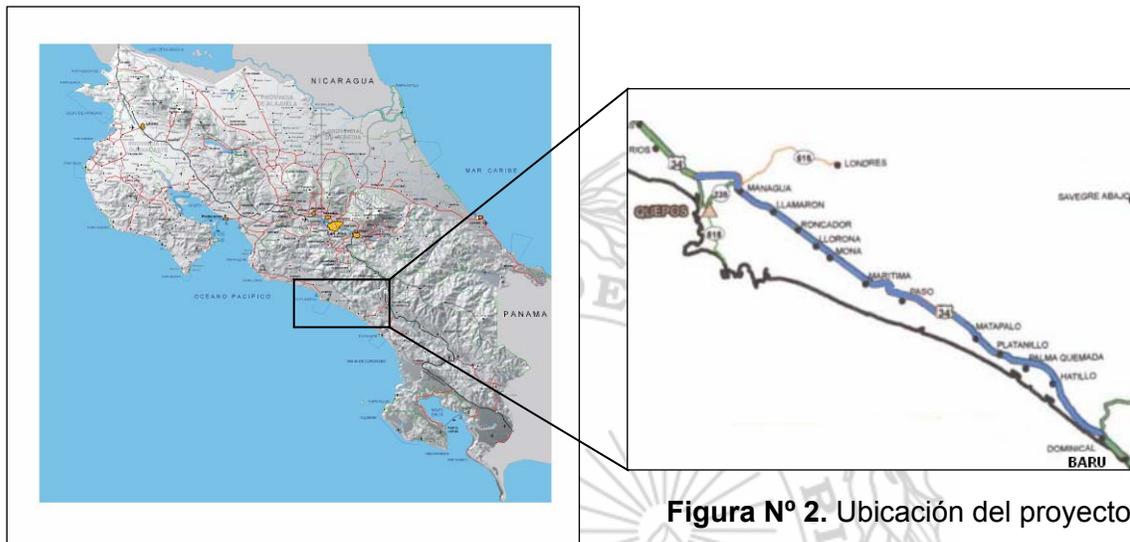


Figura N° 2. Ubicación del proyecto.

El tramo evaluado tiene la particularidad de que estuvo abierto al tránsito local durante muchos años, con una superficie de ruedo en tierra y grava, razón que llevó a los poblados adyacentes a desarrollar sus actividades cotidianas bajo estas condiciones de tránsito local. Luego de finalizada la construcción de la Costanera, la carretera se convirtió en una importante vía por la cual se puede atravesar el país de frontera a frontera sin necesidad de atravesar la zona metropolitana, reduciendo el tiempo de viaje y mejorando la condición de confort de los usuarios debido a la condición llana del trayecto.

Al haber sometido a una transformación importante el tramo Quepos-Barú, de camino de grava con características de zona rural, a una carretera principal de alta velocidad y tránsito pesado, es que resulta importante considerar el factor de seguridad vial, de manera que se puedan analizar las circunstancias que imperan luego de la puesta en operación, para lograr determinar situaciones de mejora.

1.7 METODOLOGÍA

Las actividades que fueron desarrolladas por el equipo auditor consistieron en visitar el proyecto y hacer una revisión del finiquito del proyecto.

En las visitas realizadas al proyecto se identificaron los principales elementos que atentan contra la seguridad vial, realizando una inspección detallada, recopilando la información necesaria en formularios diseñados para tal fin (listas de chequeo). Además, se tomaron registros fotográficos que corresponden a casos puntuales, que muestran situaciones de riesgo para los usuarios de la vía.

Para la emisión de este informe, se consideraron factores tales como: colocación e instalación de los sistemas de contención vehicular, existencia y calidad de las facilidades peatonales y control de accesos vehiculares a la carretera.

2. RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN DE SEGURIDAD VIAL

En esta sección, se detalla sobre los hallazgos y observaciones que se detectaron durante el proceso de ejecución de esta Auditoría Técnica. Las giras de campo fueron llevadas a cabo en los meses de mayo, agosto y septiembre del 2010, donde se realizaron auscultaciones visuales de la vía.

Todos los hallazgos y observaciones declarados por el equipo auditor en este informe de auditoría se fundamentan en evidencias representativas, veraces y objetivas, respaldados en la experiencia técnica de los profesionales de auditoría, el propio testimonio del auditado, el estudio de los resultados de las muestras extraídas y la recolección y análisis de evidencias.

Se entiende como hallazgo de auditoría un hecho que hace referencia a una normativa o bien, a algún documento contractual; ya sea por su cumplimiento o su incumplimiento.

Por otra parte, las observaciones se fundamentan en normativas o especificaciones que no son documentos contractuales, pero que obedecen a las buenas prácticas de la ingeniería y a la experiencia internacional. Además tienen la misma relevancia técnica que un hallazgo.



Las recomendaciones que se derivan del análisis de los hallazgos y observaciones deben ser atendidas planteando acciones correctivas y preventivas. Es competencia de la Administración realizar los estudios respectivos, que incluyan análisis beneficio – costo para encontrar la solución técnica más apropiada en beneficio de todos los usuarios de la vía.

2.1 SOBRE LOS SISTEMAS DE CONTENCIÓN VEHICULAR

La función primordial de cualquier barrera de seguridad es contener y redireccionar un vehículo que, por cualquier razón, pierde 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 las consecuencias.

Para una mejor comprensión de los criterios expuestos en este apartado, es importante considerar que debido a la ausencia de normativas específicas relacionadas con el diseño e instalación de barreras de contención en nuestro país; es frecuente encontrar soluciones estándar, las cuales son aplicadas sin distinción de cada situación particular. Sin embargo, a nivel internacional, existe toda una teoría de diseño e instalación de las barreras de contención que puede ser aplicado en nuestro país.

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 y con “franjas 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, se recomienda la instalación de sistemas 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 y rígido. Para esta decisión es determinante el concepto de área o zona libre. La zona libre corresponde al “espacio transversal comprendido entre el borde exterior de la vía y el obstáculo, desnivel u objeto vulnerable más próximo a ella. Esta zona libre es el área en la que, después de salirse de la vía, un conductor podría reconducir o detener su vehículo de manera segura, sin interferir con ningún peligro” (LanammeUCR, 2007). El ancho de la zona libre orienta en cuanto al tipo de barrera por colocar (ver Figura N° 3).

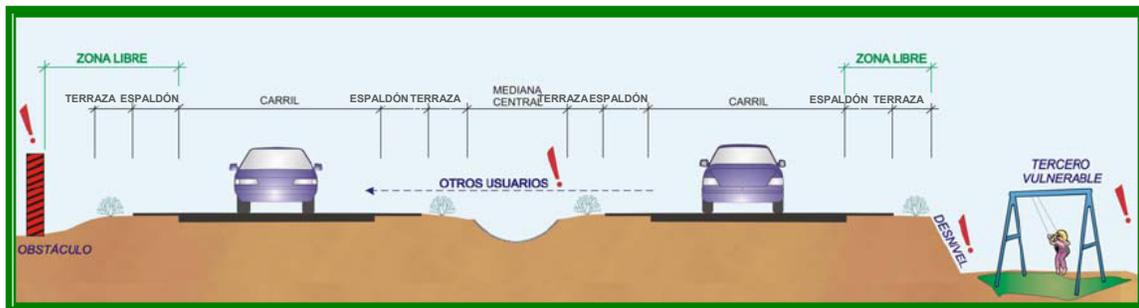


Figura N° 3. Disposición de peligros en un accidente con salida de vía.

Fuente: Curso de Diseño y Colocación de Sistemas de Contención Vial (HIASA, curso LanammeUCR 2007).

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. Todos estos aspectos deben 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 el 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 detallado de los elementos componentes del guardavía.

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, tuvieran que valerse de las barreras de contención para evitar accidentes trágicos, incluyendo sus vidas.

A lo largo del proyecto se observaron diseños y colocación inadecuados en los sistemas de contención lateral y en las barreras medianeras, tanto en su diseño como en su colocación. A continuación se detallan estas situaciones.



LanammeUCR

Observación N° 1: Inadecuados diseños de los sistemas de contención del proyecto, de conformidad con las normas internacionales y las buenas prácticas de la ingeniería.

En las visitas que se realizaron a dicho proyecto se pudo observar que en algunos tramos existe la presencia de obstáculos en el margen de la vía y por consiguiente, una zona libre limitada para que un conductor le sea posible maniobrar y recuperar el control o detener del vehículo de manera segura. Diversos estudios (AASTHO, 2002) han indicado que en carreteras de alta velocidad; una zona libre de 9m o más, ha permitido al 80% de los vehículos que se han salido de la vía, recuperar el control. Sin embargo, en el proyecto se encontraron zonas libres con un ancho de 1,8m (que corresponde al ancho del espaldón).

Adicionalmente, se observó que en los tramos donde existen peligros al lado de la vía no hay ningún tipo de protección para los vehículos que eventualmente salgan sin control del camino y puedan colisionar contra elementos rígidos (ver Fotografías N° 1, N° 2, y N° 3).

Fotografía N° 1.

Ausencia de sistemas de contención en sitios con obstáculos cercanos al borde de la calzada (Mayo, 2010).



Fotografía N° 2.

Discontinuidad de barreras de seguridad en curvas con talud de pendiente pronunciada (Agosto, 2010).

Fotografía N° 3.

Discontinuidad de barreras de seguridad en tramos con postes de alumbrado cercanos al borde de la calzada (Agosto, 2010).



Para mitigar esta situación, existen diversas soluciones que se pueden implementar. Entre ellas se encuentra aplanar el terreno a una pendiente segura si existen taludes transversales con pendientes mayores o iguales a 1V:2H. También reubicar o eliminar los obstáculos como postes o en su defecto, colocar postes colapsables que son estructuras de soporte que han sido diseñadas o bien modificadas de manera que al ser impactadas por un vehículo se rompan de una forma controlada, generalmente por una o varias secciones debilitadas al efecto (ver Fotografías N° 4, N° 5 y N° 6).



Fotografías N° 4, N° 5 y N° 6. Ejemplos de postes colapsables.

Fuente: Curso de Diseño y Colocación de Sistemas de Contención Vial (HIASA, curso LanammeUCR 2007).

Adicionalmente, una solución muy utilizada en diversos países consiste en la colocación de bandas sonoras (rumble strips), tal como se muestra en la Fotografía N° 7). Las bandas sonoras son elementos rugosos que se extienden al lado del espaldón, cerca del carril de circulación, y cuya rugosidad produce un sonido y una vibración fuerte al vehículo que pase sobre ellos, de modo que alerta y llama la atención de los conductores que se salgan de la vía.

Fotografía N° 7.

Ejemplo de bandas sonoras
Fuente: Curso Introducción a la
Ingeniería de la Seguridad Vial
(Hildebrand, curso LanammeUCR 2007).



Como complemento a las medidas de mitigación para accidentes con salida de la vía, se pueden delinear los obstáculos como se puede observar en la Fotografía N° 8. Para ello se utilizan delineadores que son postes retroreflectivos que ayudan a delimitar la geometría de la carretera y a la vez mantener al usuario alerta sobre los obstáculos de la vía. Esta es una medida muy efectiva a bajo costo.



Fotografía N° 8.

Ejemplo de delineadores.
Fuente: <http://safety.fhwa.dot.gov>

Cuando no es posible remover o reubicar el obstáculo más allá de la zona libre del proyecto o implementar alguna de las recomendaciones planteadas anteriormente; la acción a ejecutar es colocar barreras de seguridad que protejan al usuario de la vía.



La velocidad de circulación permitida en la carretera está entre 40km/h y 80km/h, excepto en zonas escolares cuya velocidad reglamentaria es de 25km/h con escolares presentes. En este rango de velocidad, algunos elementos de la carretera constituyen un peligro para los vehículos que eventualmente se salgan incontroladamente de la vía, provocando un accidente.

A más de 80km/h, las cunetas con más de 15cm de profundidad (cuyo diseño no sea traspasable), así como los terraplenes con una pendiente de 2:1 o más pronunciada, se consideran riesgosos porque los conductores que se salen de la vía no pueden recuperar el control del vehículo (ITE, 1999). Otros elementos como árboles, postes de alumbrado y obras de drenaje, también representan un peligro cuando se transita a más de 60km/h.

En la Guía de Diseño de Márgenes de la Carretera (Roadside Design Guide, AASHTO 2006) se indica que las barreras de seguridad flexibles deben instalarse si existe al menos alguna de las siguientes condiciones:

- Cuando la relación pendiente-altura lo requiera.
- Cuando la “zona libre” sea inferior a las distancias recomendadas dependiendo de diversas variables como lo son la velocidad de diseño, el TPDA de diseño y la pendiente del talud.
- Cuando en la zona libre exista alguno de los siguientes obstáculos: postes, cajas de registro, cunetas profundas, etc.
- Cuando se requiera proteger a peatones y ciclistas en zonas calificadas de “alto riesgo”, tales como hospitales y clínicas, centros educativos y hogares de ancianos. En cada caso se valorarán las condiciones particulares del sitio y su entorno.

Es importante identificar y eliminar aquellos obstáculos o situaciones riesgosas que pongan en peligro la seguridad de los usuarios de la vía. En caso de que algunos obstáculos no puedan ser removidos, se debe considerar el uso de sistemas de contención vehicular para minimizar la severidad ante un posible accidente.

En síntesis, de la condición observada en el proyecto y otras prácticas recomendadas por la literatura internacional; se determina que en el proyecto sí existen tramos de la vía donde es necesario evaluar la necesidad de colocar un sistema de contención vehicular para reducir la severidad de accidente por salida de la calzada de un vehículo ante la colisión con un obstáculo que lo detenga



LanammeUCR

violentamente, que se deslice por el borde del terraplén, o que provoque daños a terceros; y de esta forma reducir las consecuencias del accidente.

Observación N° 2: Inadecuada colocación de las barreras de seguridad y emplazamiento de conformidad con las normas internacionales y las buenas prácticas de la ingeniería.

Durante las giras realizadas los días 13 y 14 de mayo, 10 y 11 de agosto, 16 y 17 de septiembre del 2010 al proyecto; se pudo observar que la instalación de los sistemas de contención lateral no es consistente con las prácticas internacionales y presenta una serie de debilidades. Estos aspectos podrían reducir la efectividad del sistema, modificando sus propiedades de contención y re-direccionamiento de un vehículo que está fuera de control.

A continuación se describen algunas de las debilidades en la instalación de las barreras de seguridad observadas por el equipo auditor:

- Los empalmes de las vigas se realizaron dejando expuestas las juntas en el sentido de circulación como se puede observar en la Fotografía N° 9, lo que podría ser contraproducente en el momento en que algún vehículo al colisionar, deforme la viga y dicho extremo de la viga siguiente se incruste en el vehículo aumentando la severidad del accidente.

Fotografía N° 9.

Empalme de las vigas de la barrera de seguridad en sentido contrario de la dirección del flujo vehicular (Mayo, 2010).



- En algunas uniones de vigas hacen falta los tornillos, lo cual impide que en un eventual choque, el sistema no cumpla sus funciones de contención y re-direccionamiento del vehículo. Una vez que las barreras de contención son colocados en la vía en operación, se debe asegurar que se haga una instalación completa de todo el sistema; ya que en un caso como el mostrado en la Fotografía N° 10, el guardavía se convierte en un obstáculo para los vehículos que se salgan de la vía.



Fotografía N° 10.

Empalme de las vigas sin tornillos
(Mayo, 2010).

- En muchos casos se protege del cauce de quebradas de forma inadecuada, ya que se colocan barreras de contención con un ángulo tal que al ser impactadas por un vehículo se incrustarían en éste aumentando la severidad del accidente. Se observó además que en las esquinas de la estructura no hay conexión y se colocaron elementos terminales sumamente agresivos como la llamada “cola de pez” (ver Fotografías N° 11 y N° 12).

Fotografía N° 11.

Protección de Quebrada
(Mayo 2010).



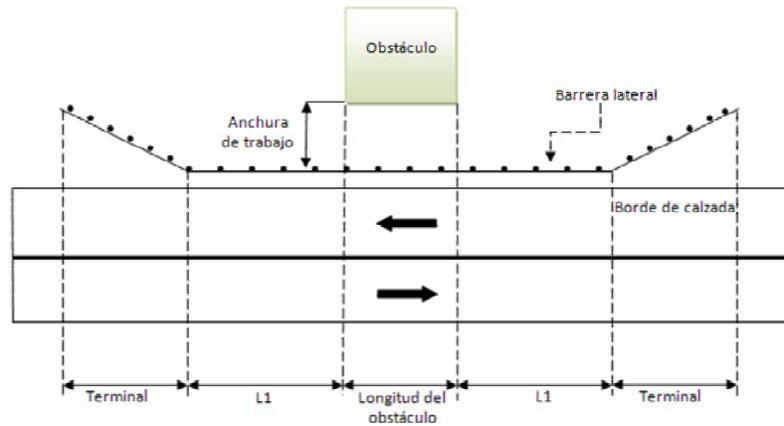
Fotografías N° 12.

Terminal tipo “cola de pez”
(Mayo 2010).

Un aspecto importante a tener en cuenta durante la colocación de los guardavías es que los sistemas de contención trabajan longitudinalmente a tensión y cuando son impactados por un vehículo; los postes que posee el sistema ceden y son los elementos horizontales los que resisten la fuerza del impacto. La “longitud de trabajo” se define como la longitud que deben tener estos elementos horizontales para que puedan cumplir su función de contener al vehículo de manera segura y para definirla se debe realizar un diseño que contemple variables como velocidad de diseño de la vía, ancho de la zona libre, características de la barrera, entre otros (ver Figura N° 4).

Figura N° 4. Esquema de longitudes de trabajo de barrera semi-rígida.

Fuente: LanammeUCR



- Otra situación encontrada es la falta de transición de rigidez y las condiciones de empotramiento entre las barreras de seguridad y los cabezales de las alcantarillas, tal como se muestra en las Fotografías N° 13 y N° 14.



Fotografía N° 13.

Barrera de seguridad sin transición con la alcantarilla (Mayo 2010).



Fotografía N° 14.

Barrera de seguridad con inadecuado empotramiento en alcantarilla (Mayo 2010).

Los sistemas de contención tienen distintos niveles de contención y deformación dinámica lateral, por lo que es necesario hacer más rígida la barrera de seguridad

conforme se acerca al pretil del puente o el cabezal, de forma que la zona de transición entre ambas estructuras sea razonablemente segura. Una inadecuada conexión entre la viga de acero y el pretil ocasiona que ante el choque de un vehículo, la barrera se deforme y se desplace, por lo que el vehículo podría impactar frontalmente el elemento del puente (más rígido).

En la práctica internacional lo que se emplea es dejar un espaciamiento más reducido entre los postes de la barrera de seguridad en las aproximaciones a los pretils (elemento rígido) y anclar con pernos las vigas de las barreras al pretil o cabezal, utilizando una pieza diseñada por el fabricante para ese fin, tal como se muestra en la Figura N° 5.

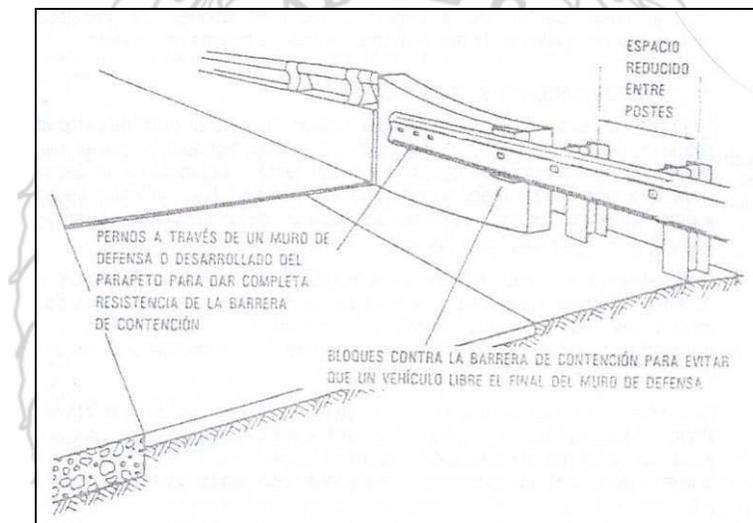


Figura N° 5. Barreras adheridas al pretil.

Fuente: Curso de Diseño y Colocación de Sistemas de Contención Vial (HIASA, 2007).

La normativa internacional también menciona que cuando sea necesaria la integración de dos sistemas de distinta rigidez, y por ende de distinta deflexión; para evitar una discontinuidad estructural, será obligatorio instalar una transición adecuada, que incluya una pieza especial de conexión.

Además se deben considerar los siguientes aspectos esenciales:

- En la mitad de transición se requiere el uso de separadores y la reducción a la mitad del espaciamiento típico de los postes de la barrera más flexible.



LanammeUCR

- El empalme o conexión entre una barrera de aproximación y una barrera de puente debe ser tan rígido como la barrera de aproximación.
- Cuando los separadores o la viga sean insuficientes para prevenir el potencial enganchamiento en la barrera de un puente, se requerirá la adición de un elemento horizontal inferior para dar rigidez al sistema.

Las fotografías N° 15 y N° 16 muestran ejemplos de zonas de transición que cumplen con los requerimientos de seguridad.



Fuente: www.maps.google.es/Canadá

Fotografía N° 15



Fuente: www.maps.google.es/Canadá

Fotografía N° 16

Ejemplos de transiciones adecuadas en puentes

Adicionalmente, es importante mencionar que a pesar de que los sistemas de contención del proyecto cuentan con los certificados de calidad; no existe evidencia de que estos sistemas brinden la seguridad necesaria *per se*. Si el sistema no es armado e instalado en apego a las especificaciones del fabricante, la barrera de contención no funcionará de forma correcta. Siempre es necesario contar tanto con los certificados de calidad como con los estudios técnicos que indiquen los requerimientos de diseño y colocación, según las características propias del proyecto.



Observación N° 3: Las terminales de las barreras de seguridad en el proyecto no es adecuada de conformidad con las normativas internacionales y las buenas prácticas de la ingeniería.

En algunos tramos de la carretera, en los extremos de las barreras de seguridad se colocaron terminales de barrera agresivas del tipo “cola de pez”. Ver Fotografía N° 17.

Fotografía N° 17.

Terminal de la viga construida en forma de “cola de pez” (Mayo, 2010).



De acuerdo con lo indicado en los informes LM-PI-PV-AT-29-05 del año 2005 y LM-AT-034-07 del año 2007, la terminación de la barrera de seguridad mediante un elemento con la forma “cola de pez”, constituye un elemento peligroso para los usuarios porque si un vehículo colisiona de frente contra este elemento, podría atravesarlo, agravando las condiciones del accidente.

Una ilustración de la posible gravedad con que un accidente puede acontecer, a raíz del uso de este tipo de terminales; se encuentra en la noticia presentada por el periódico La Nación, el día 26 de octubre del 2005. Se puede observar como la viga metálica de una barrera lateral atravesó un vehículo que se salió de la vía, sobre la Autopista General Cañas (ver Fotografía N° 18).



Fotografía N° 18.

Terminal de “cola de pez” atravesó vehículo
Fuente: Diario La Nación, 26 de octubre del 2005

Es importante mencionar que el uso de terminal de barrera tipo “cola de pez”, de la barrera de seguridad, no se utiliza desde hace 30 años en países desarrollados.

La sección terminal de la barrera debe proveer el anclaje necesario para asegurar la suficiencia estructural del resto de la barrera; lo cual se logra mediante abatimiento (enterradas en el suelo) y esviaje (retiradas gradualmente de la carretera).

En algunos tramos de la carretera, las terminales se hacen abatiendo los elementos en el terreno, de forma tal que no existe el peligro que se incruste en el vehículo (ver Fotografía N° 19). Sin embargo, al no tener esviaje, el elemento podría servir de rampa si el vehículo lo impacta frontalmente. Es por este motivo que se acostumbra a desviarlo, alejando la terminal de la calzada, además de abatirlo.



LanammeUCR



Fotografía N° 19.

Terminal abatida pero carece de
esviaje (Mayo, 2010).

La función del terminal es absorber la fuerza de tracción total de la barrera, para que ésta pueda contener y redireccionar el vehículo, razón por lo cual requiere un sistema de anclaje adecuado.

En el país ha sido práctica común la utilización de elementos terminales llamados “cola de pez”, que es un elemento que no cumple ninguna función estructural ni de protección, y solo se utiliza para dar apariencia de terminación a los extremos de la barrera.

Existen otras soluciones más eficaces para usar en los terminales de barrera, como lo son los atenuadores de impacto. Como su nombre lo indica, estos sistemas se comportan como atenuadores de impactos frontales. En la Fotografía N° 20 se muestra un ejemplo de cómo se usan estos amortiguadores de impacto en otros lugares.

Fotografía N° 20.

Atenuador de impacto.

Fuente: <http://dennisforney.wordpress.com>



Es importante mencionar que el diseño del terminal de barrera correcto, cumpliendo los criterios de selección adecuados y aplicando las buenas prácticas de la ingeniería; permite que éste desempeñe su función de forma correcta y minimice la severidad de un posible accidente de tránsito.

En una carretera como la Costanera Sur, la cual forma parte de un corredor internacional; deberían implementarse soluciones integrales con los más altos estándares de seguridad vial.

Observación N° 4: El tipo de barrera de seguridad colocada los puentes del proyecto no es adecuada de conformidad con las normativas internacionales y las buenas prácticas de la ingeniería.

En el tramo evaluado se observó que en los puentes se colocaron barreras de seguridad tipo flex beam y no pretilas (elemento rígido). Ver Fotografías N° 21 y N° 22.

Para el caso particular de los puentes, la barrera de contención está colocada justo donde inicia la zona peligrosa, por lo que la anchura de trabajo del sistema es nula y la zona de transición representa un peligro para los usuarios, ya que un vehículo puede salirse de la vía y caer en el precipicio. En la Fotografía N° 23 se puede observar el espacio considerable que queda libre antes de llegar al puente.



LanammeUCR



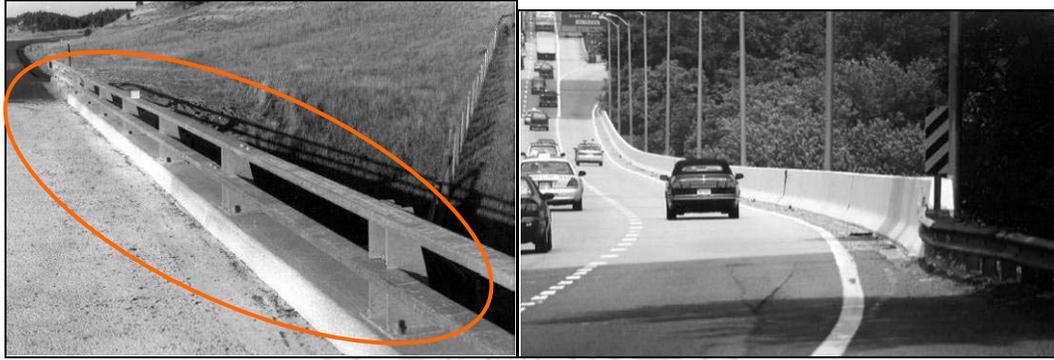
Fotografías N° 21 y N° 22. Uso de barreras de seguridad en los puentes (Mayo, 2010).



Fotografía N° 23.

Aproximación a puente sobre el Río
Savegre (Mayo, 2010)

Los pretiles están diseñados para ser instalados en el borde de los puentes, dado que su rigidez permite una deformación muy reducida, por lo que si eventualmente un vehículo choca con el pretil, éste evita que caiga al río. Por lo que las barreras de seguridad flexibles tipo flex beam no son las adecuadas en este caso particular. En las Fotografías N° 24 y N° 25 se pueden observar ejemplos de pretiles de puentes.



Fotografías N° 24 y N° 25. Ejemplos de pretilas de puentes

Fuente: Roadside Design Guide AASHTO 2006.

En la guía de diseño de carreteras de la AASTHO (RSDG 2006), se menciona que: *... Un pretil de puente es una barrera longitudinal destinada a impedir que un vehículo se salga del borde de un puente o una alcantarilla. Normalmente se construyen de metal o de concreto o una combinación de ambos. La mayoría de los pretilas de puentes difieren de las barreras de carretera en que barandas del puente son una parte integral de la estructura y se diseñan generalmente para no tener prácticamente ninguna deflexión al ser golpeado por un vehículo errante...*

En la siguiente figura esquemática se puede observar, cual es la ubicación de la “zona peligrosa” en el caso de los puentes (ver Figura N° 6).

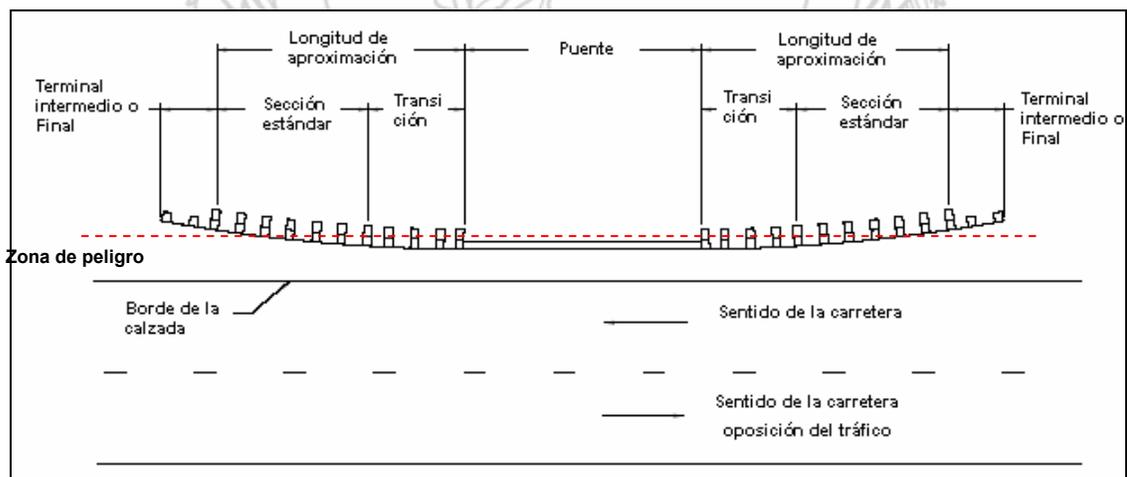


Figura N° 6. Zona de peligro en puentes.

Fuente: Roadside Design Guide.AASHTO 2006.



LanammeUCR

El “Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales” (SIECA, 2001) en el Capítulo No 8 ... *En los puentes deben proveerse aceras protegidas por barreras resistentes al impacto vehicular para la circulación de peatones y para la circulación de estos en combinación con ciclistas, toda vez que sea posible separar en forma segura ambos movimientos. Se recomienda que la acera peatonal en los puentes esté a no menos de 1,5 metros de la barrera mencionada...*

En síntesis la adecuada selección y correcta instalación de los pretilos en los puentes permitirá mantener dentro de la vía a un vehículo y sin peligro de que este se salga del borde de la vía, además protegerá a los peatones que utilicen el puente.

2.2 SOBRE FACILIDADES PARA USUARIOS VULNERABLES

Observación N° 5: Se observó que las facilidades peatonales y para los ciclistas son insuficientes en algunos tramos de la carretera.

Las actividades que se realizan en la zona, tales como la agricultura, así como las características rurales del entorno, afectan la operación de la carretera. En las visitas realizadas se observó usuarios transitando por la carretera, cuyo medio de transporte es la bicicleta o que se movilizan caminando (ver Fotografía N° 26).

Tal como se muestra en las Figura N° 7, la carretera atraviesa ciertos centros de población, por lo que los peatones deben cruzar la carretera y no cuentan con facilidades peatonales que resguarden el cruce.



LanammeUCR

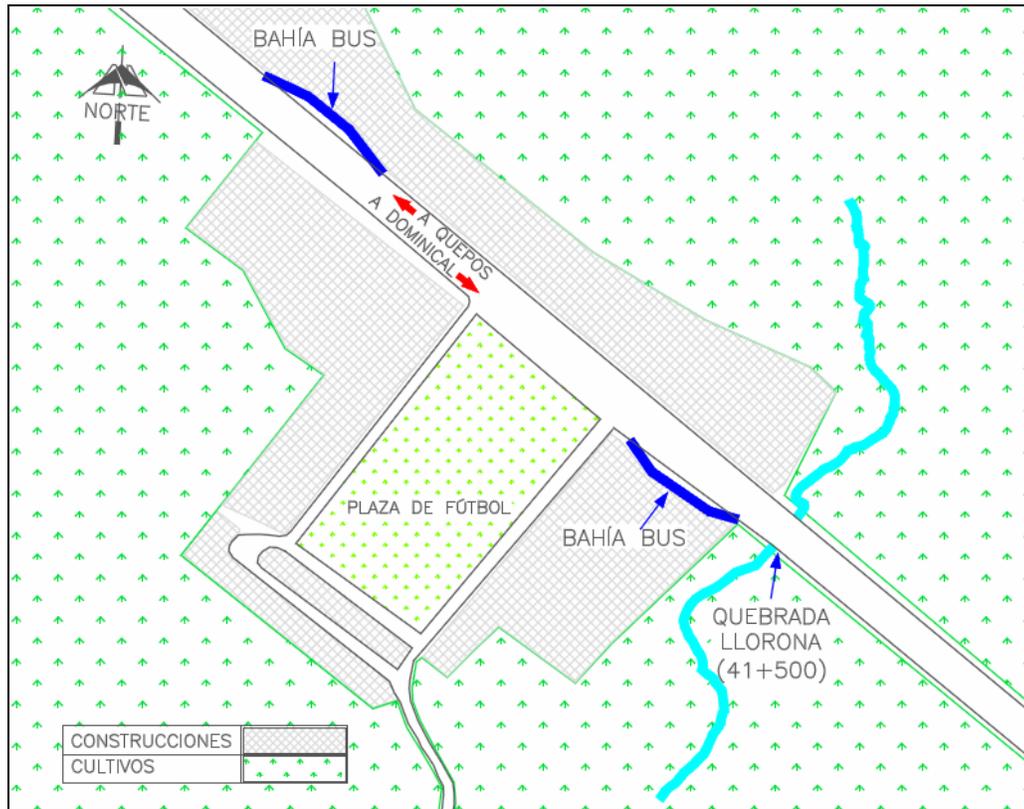


Figura N° 7.

Esquema de la segregación producida por la carretera en el poblado Llorona.

Se observa en la Figura N° 7, que el uso del suelo es agrícola y que existen fuentes de generación y de atracción de usuarios a ambos lados de la carretera.

Fotografía N° 26.

Ciclistas transitando en la carretera
(Agosto, 2010).





LanammeUCR

En el proyecto se observó que sólo en los tramos urbanos se construyó acera a ambos lados de la carretera, mientras que en los tramos semi-urbanos la acera está ubicada a un lado de la vía. En los tramos rurales no existen aceras, en este caso, el espacio que tienen los peatones o ciclistas para transitar es de 1,8m, que corresponde al ancho del espaldón (ver Fotografías N° 27 y N° 28).



Fotografías N° 27 y N° 28. Peatones en la carretera
(Mayo, 2010).

Según la información de los planos del proyecto, en los tramos correspondientes a las estaciones: 31+400 a 32+250, 39+800 a 40+140 y 44+820 a 45+100, la sección típica es de cuatro carriles, con acera, cordón y caño a ambos lados.

Los tramos correspondientes a las estaciones: 30+100 a 31+300, 36+240 a 37+360, 37+360 a 37+940, 38+800 a 39+640 y 41+170 a 41+675, tienen una sección típica de tres carriles, con espaldón por el lado izquierdo y acera, cordón y caño por el lado derecho.

Es importante mencionar que existe la posibilidad que los peatones requieran conectividad entre las zonas urbanas y semi-urbanas, por lo que estos usuarios tienen que caminar por el espaldón, aumentando de esta forma las condiciones de riesgo ante un accidente de tránsito. Riesgo que aumenta en horas de la noche.

Durante las visitas realizadas al proyecto, se observó además que las aceras construidas en las bahías de buses no presentan continuidad en el proyecto, lo cual también podría ocasionar un accidente de tránsito (atropello). (Ver Fotografía N° 29).

Fotografía N° 29.

Discontinuidad de aceras
en bahías de bus
(Agosto, 2010).



Relacionado con las bahías de buses, se observó que a pesar de que en algunos tramos se ubican a ambos lados de la vía, no se restringe el adelantamiento en esos tramos, lo cual aumenta el riesgo de accidentes tanto por choque o por atropello a usuarios de buses.

Se observó además que las bahías de bus carecen de iluminación, lo cual constituye un riesgo, pues se dificulta la visibilidad tanto para los peatones como para los usuarios de vehículos. Iluminando las bahías, se mejorará la visibilidad y además se incrementa la seguridad ciudadana.

2.3 SOBRE LAS CONDICIONES DE ESTANCAMIENTO DE AGUA

Observación N° 6. En las bahías de autobuses se observaron pozos de agua

En época de lluvia se observó estancamiento de agua sobre la carpeta asfáltica de algunas bahías de buses (ver Fotografía N° 30).

Fotografía N° 30.

Presencia de agua en la
superficie de ruedo
(Agosto, 2010).



En las Fotografía N° 31 y N° 32 se puede observar que el agua se estanca como consecuencia del diseño del drenaje entre la bahía de autobús y la cazada adyacente, que no permite la evacuación del agua.



Fotografías N° 31 y N° 32. Presencia de agua en la superficie de ruedo
(Agosto, 2010).

El agua estancada constituye un foco de infiltración en la carpeta asfáltica, lo que afecta el desempeño de la misma y su durabilidad.



LanammeUCR

2.4 SOBRE LOS ACCESOS Y LAS INTERSECCIONES DEL PROYECTO

Observación N° 7: En el proyecto se observan intersecciones y accesos directos a la vía sin un adecuado control y condiciones de operación.

En el proyecto se puede observar que a pesar de que la velocidad de operación es de 80km/h, existen accesos directos a la carretera (ver Fotografía N° 33).

Fotografía N° 33.

Acceso directo a la carretera.
Límite de velocidad 80km/h
(Agosto, 2010).



En lo que respecta al diseño de las intersecciones de la carretera con vías locales, se observó que la geometría del acceso respecto a la vía principal y la velocidad de operación, hace bastante riesgosa la entrada o la salida del acceso. Por ejemplo, en el caso del acceso a la localidad de Matapalo, los movimientos de entrada en las intersecciones son equivalentes a giros en “U” debiéndose detener el vehículo en la vía principal para ingresar a la calle local (ver Fotografías N° 34 y N° 35).



Fotografías N° 34 y N° 35. Accesos a la localidad de Matapalo
(Agosto, 2010).

En el siguiente esquema se detalla la existencia de los dos accesos a la comunidad de Matapalo, el acceso A corresponde a la Fotografía N° 24, mientras que el acceso B corresponde a la Fotografía N° 25. Las intersecciones carecen de carriles de aceleración y desaceleración.

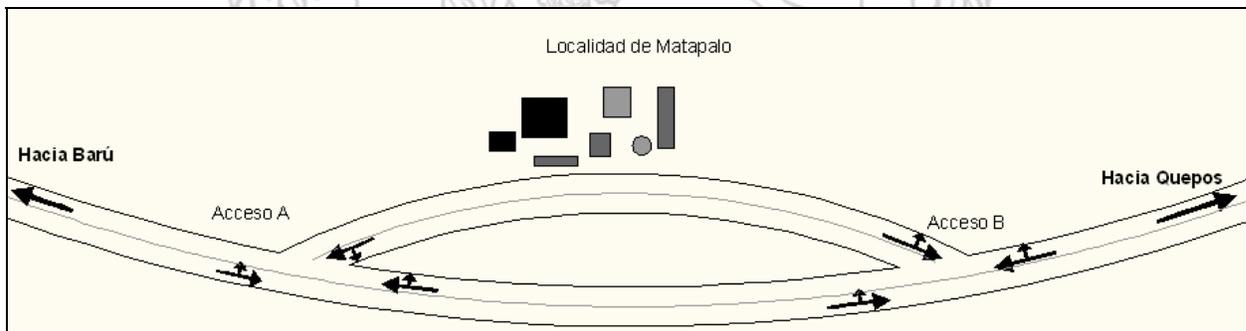


Figura N° 8. Esquema de accesos a la comunidad de Matapalo.
Fuente: Creación propia.

Una opción para mejorar el diseño de los accesos A y B es restringir algunos giros. Específicamente, en el acceso B se podría eliminar el giro izquierdo (desde Barú hacia Matapalo), mientras que en el acceso A se podría eliminar el giro derecho (desde Quepos hacia Matapalo).



LanammeUCR

A pesar de que en algunos tramos existen calles marginales por donde circula el tránsito local, la intersección de la marginal con la vía principal no tiene el diseño geométrico adecuado que permita que los movimientos se realicen con seguridad, pues carece de carriles de aceleración y desaceleración (ver Fotografía N° 36).

Fotografía N° 36.

Acceso a calle marginal
(Septiembre, 2010).



Otra observación realizada corresponde a la salida del colegio de Quepos, la cual posee un acceso ubicado en curva y cuyo diseño geométrico no es adecuado, pues los buses deben invadir el carril contrario para poder ingresar o salir, generando un peligro potencial de accidentes (ver Fotografías N° 37 y N° 38).



Fotografías N° 37 y N° 38. Salida de buses directamente a la vía principal
(Agosto, 2010).



LanammeUCR

Según el “Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales” (SIECA, 2001) en el capítulo No 8...*las principales ventajas del control de los accesos son la preservación de la capacidad de la carretera, la operación de la corriente vehicular a velocidades relativamente altas y la mejoría sustantiva de la seguridad para todos los usuarios de la vía*...Lo subrayado no forma parte del texto original.

Es recomendable que la carretera cuente con la menor cantidad de accesos posible, dado que constituye una carretera cuya velocidad de operación es de 80km/h y en la cual transitan vehículos pesados. El hecho de que no existen calles marginales y que los accesos a la carretera no cuenten con el diseño adecuado, incrementa el riesgo de accidente.

2.5 SOBRE LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y DEMARCACIÓN HORIZONTAL

Observación N° 8: Se observaron inconsistencias en la señalización horizontal y vertical del proyecto.

Se observaron señales verticales y horizontales, cumpliendo su función de regular el tránsito. Sin embargo, existen algunas observaciones que pueden aportar oportunidades de mejora a la Administración en este aspecto. Entre estas observaciones se puede mencionar:

- La existencia de señales verticales que indican una restricción diferente a la de la señal horizontal. En este caso, existe una señal vertical que indica 40km/h como velocidad máxima, cuando la señal horizontal indica en el mismo sitio una velocidad permitida de 60km/h. En este sentido, esto genera al usuario falta de credibilidad y confusión ante la información que se va presentando en la carretera (ver Fotografía N° 39).

Fotografía N° 39.

Inconsistencia en señalamiento vial
Señal vertical: 40km/h
Señal horizontal: 60km/h
(Agosto, 2010).



- Se observaron señales antiguas que no se removieron a pesar de que se colocaron señales nuevas que indicaban el mismo mensaje (ver Fotografía N° 40). En estos casos, es obvio que se considera innecesaria la presencia de las dos señales, y por otro lado es importante considerar que cada señal constituye un obstáculo más al lado de la vía, y que en este caso sería mejor eliminar uno de los dos. Por otro lado se debe considerar el factor de contaminación visual, en el que se busca la menor distracción al usuario.



Fotografía N° 40.

Duplicidad de señales de información
(Septiembre, 2010).

- Un detalle importante en la colocación de las señales, es que se encontraron algunas de ellas muy cercanas al espaldón (Fotografía N° 41). En este caso, existe la posibilidad de que un vehículo que haga uso del espaldón, colisione con la señal, o en un caso más crítico, impacte el brazo de un pasajero de un vehículo o que la señal se incruste dentro del vehículo. Es recomendable

revisar estos detalles y aplicar medidas tan sencillas como moverlas una distancia prudencial donde se minimice el peligro.

Fotografía N° 41.

Señal colocada muy cerca del
espaldón (Agosto, 2007).



- Se pudo observar señalización colocada en sitios donde la visibilidad del usuario es casi nula. Un ejemplo de estos es la colocación de señales de “Ceda” en las paradas de buses, tal como se muestra en la Fotografía N° 42. La visibilidad de estas señales se ve afectada por la colocación de estructuras techadas en la estación de bus, haciendo nula la función de la señal. Es recomendable aplicar una solución tan sencilla como colocarla un poco más afuera donde quede visible.

Fotografía N° 42.

Señal de ceda colocada detrás de la
casetta de autobús
(Septiembre, 2007).



- En el tramo evaluado también se observaron postes de señales ubicados entre el borde la calzada y la barrera de contención (ver Fotografía N° 43), lo cual constituye un obstáculo que impide que la barrera de seguridad cumpla sus funciones de contener y re-direccionar al vehículo.

Fotografía N° 43.

Obstáculo situado antes de la barrera de seguridad (Mayo, 2010).



Según el “Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales” (SIECA, 2001) en el capítulo No 8... *Sin sacrificio de su visibilidad, las señales y sus sistemas de soporte deben localizarse en áreas protegidas, como detrás de barreras, en estructuras elevadas o en la parte alta de un talud de corte...*

Según el “Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el control del tránsito” (SIECA, 2000), en el Capítulo No 2 “Señales Verticales” indica que ... *Los requisitos básicos de una señal son que sea legible por aquellos a quienes va dirigido el mensaje y que su mensaje sea entendido en forma oportuna para permitir una reacción adecuada. Esto implica que las señales deberán tener buena visibilidad, tamaño adecuado de letras y símbolos y una leyenda corta para permitir una rápida comprensión y reacción por parte de un conductor que se aproxima a alta velocidad. Además, deberán ser retroreflectivas para que sean visibles de noche o en horas de baja iluminación solar...*



3. CONCLUSIONES

Un aspecto básico por mejorar en el proyecto es la ubicación de la señalización vial. Se observó poca visibilidad para algunas señales, colocación innecesaria de señales con mensajes repetitivos instalas en el mismo sitio, falta de consistencia entre la señalización vertical y la horizontal, colocación de señalización cercana al espaldón, entre otros aspectos generales.

Las características de la vía no son acordes con ciertas características del entorno presente en algunos tramos, como lo son la cantidad de centros educativos al margen de la vía, la cantidad de ciclistas y peatones, gran cantidad de accesos directos a propiedades privadas, maquinaria lenta que transita constantemente por la vía principal por la actividad agropecuaria de la zona, etc. Esto genera contrastes importantes al usuario de la vía.

Se encontraron deficiencias en la colocación de sistemas de contención tales como falta de continuidad en sitios de riesgo, terminales peligrosos, falta de transición en los accesos a los puentes o con la existencia de elementos rígidos, criterios diferentes de colocación en casos similares, colocación inadecuada de acuerdo a las condiciones encontradas, traslape no adecuado de los elementos del sistema de contención, conexiones inexistentes entre elementos, entre otros, que evidencian ausencia de diseño ubicación de tales sistemas y una inspección efectiva. A pesar de que existe la disposición MN-06-2006 y que el LanammeUCR ha impartido cursos de capacitación sobre el tema de sistemas de contención vehicular y se han emitido una serie de informes con recomendaciones sobre el tema, no se evidencia en el campo las acciones correctivas en la colocación de dispositivos de contención, lo que es crítico, dada la inversión que se realiza en este tipo de obras y los peligros o problemas de seguridad vial asociados a los inadecuados emplazamientos

Existen giros permitidos en los accesos a algunas localidades, de acuerdo a la señalización colocada, que provocan que los vehículos tenga que detenerse en la vía, obstruyendo su paso normal a velocidades permitidas de 80km/h. En estos sitios no existen carriles exclusivos de giro.

En los sitios donde se construyeron bahías de autobuses no se construyeron carriles de aceleración y desaceleración que permitan la salida o la entrada de los buses sin obstruir el paso normal de vehículos. Además de eso, se encontraron sitios donde



existen bahías y se permite el adelantamiento de los vehículos, convirtiéndose en puntos de riesgo de choques o de atropellos.

En el puente sobre el río Savegre, a pesar de que se amplió de una a dos vías, no se consideró la construcción de aceras peatonales, situación que sí fue considerada en la construcción de los puentes nuevos como en el río Paquita.

4. RECOMENDACIONES

A continuación se listan algunas recomendaciones para que sean consideradas por el MOPT y el CONAVI, con el propósito de que se definan e implementen soluciones integrales a éste y futuros proyectos.

Es recomendable realizar una evaluación exhaustiva y detallada de los aspectos de seguridad encontrados, de manera que se mejore el desempeño de la operación de la vía y se prevenga la ocurrencia de accidentes de graves consecuencias.

Se debe considerar la construcción y el mejoramiento de las vías marginales que puedan ser utilizadas por la maquinaria y el tránsito lento de la zona, además su utilización por el usuario local, donde se incluye a los peatones y ciclistas. Existe una cantidad excesiva de accesos directos a propiedades privadas, situación que se podría controlar con la existencia de estas marginales.

Debe ser consistente el criterio técnico para la colocación de sistemas de contención efectivos. Se debe revisar el riesgo existente en algunos tramos de la carretera por la colocación inadecuada de algunos elementos de estos sistemas de contención, que en algunos casos, más que prevenir algún accidente, podrían agravarlo. Se debe dar continuidad a los sistemas de contención, colocar adecuadamente sus terminales, colocar estos sistemas en ángulos adecuados para que cumplan su función principal, tomar en cuenta distancias adecuadas respecto a la calzada, considerar las transiciones de rigidez en los accesos a los puentes o a elementos rígidos, entre otros. Además, se debe considerar la totalidad de tramos con riesgos similares, de manera que se coloquen los sistemas de contención necesarios. Es urgente modificar los sistemas de contención, pues constituyen un peligro latente en la vía.

Exigir en los carteles de licitación que para colocar un sistema de contención debe diseñarse el nivel de contención, nivel de severidad y de deformación, así como la



disposición transversal y longitudinal del mismo, de acuerdo a las condiciones particulares de la carretera (tipo de suelo, velocidad de operación de los vehículos, composición del flujo vehicular y entorno de la vía).

Es importante analizar la señalización en los accesos a las localidades de manera que se evite en la medida de lo posible la detención de vehículos sobre la vía para realizar maniobras de entrada o de salida. En algunos casos, de acuerdo a la geometría y a la existencia de otros accesos, se podrían prohibir ciertos giros sin que se creen dificultades para el usuario para entrar o salir de estas localidades, como por ejemplo en el acceso a la localidad de Matapalo.

Se recomienda revisar la señalización horizontal de la vía ya que en algunos de estos puntos donde existen bahías, se permite los adelantamientos, situación que debe ser prohibida por prevención.

Es importante considerar la existencia de pasos peatonales a lo largo de la vía, y sobretodo en los puentes como en el caso del puente sobre el río Savegre en el cual no se construyeron aceras peatonales.

Se recomienda crear facilidades para el uso seguro de la vía por parte de los peatones.

Específicamente se recomienda al Ministro de Obras Públicas y Transportes emitir directrices para que en los proyectos de carreteras, se haga un diseño de los dispositivos de Seguridad Vial, el cual forme parte de los planos del proyecto y esté incluido dentro de las especificaciones técnicas de los carteles de licitación. Se recomienda además, que el MOPT realice Auditorías de Seguridad Vial en todas las etapas del proyecto, pero especialmente en la etapa de factibilidad y diseño.



5. REFERENCIAS

- [1] Austroads, 2002. Guide to Road Safety. <http://www.austroads.com.au>
- [2] Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET), 2003. Guía para realizar una auditoría de seguridad vial. Disponible en <http://www.conaset.cl/images/doc/Guia%20Auditoria%20de%20Seguridad.pdf>
- [3] LanammeUCR, 2006. Documentos del Curso Diseño y Colocación de Sistemas de Contención Vial.
- [4] LanammeUCR, 2003. Informe de Auditoría Técnica Externa LM-PI-PV-AT-150-03: Ausencia de facilidades peatonales en carreteras primarias y secundarias.
- [5] LanammeUCR, 2005. Informe de Auditoría Técnica Externa LM-PI-PV-AT-29-05 Análisis de la seguridad vial de los guardavías en carreteras nacionales.
- [6] LanammeUCR, 2007. Informe de Auditoría Técnica Externa LM-AT-034-07: Análisis de las barreras de seguridad Ruta 32.
- [7] LanammeUCR, 2008. Informe de Auditoría Técnica Externa LM-AT-116-08: Normativas de Diseño de Sistemas de Contención Vehicular Proyecto de Mejoramiento de Las Rutas Nacionales No. 160, Sección: Puerto Carrillo – Estrada y No. 158, Sección: Estrada – Lajas.
- [8] LanammeUCR, 2009. Informe de Auditoría Técnica Externa LM-AT-55-09: Análisis de facilidades peatonales en autopistas: Autopista General Cañas (Ruta Nacional N° 1) y Autopista Florencio del Castillo (Ruta Nacional N° 2).
- [9] LanammeUCR, 2007. Introducción a la Ingeniería de la Seguridad Vial (PhD. Erick Hildebrand, Universidad de New Brunswick).
- [10] LanammeUCR, 2007. La Seguridad Vial y los accidentes por salida de Vía. Curso de Diseño y Colocación de Sistemas de Contención Vial (HIASA).
- [11] Institute of transportation Engineers, 1999. The Traffic Safety Toolbox –a primer on traffic safety, Washington, D.C.
- [12] Secretaría de Integración Económica de Centroamérica (SIECA), 2001. Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito.
- [13] Secretaría de Integración Económica de Centroamérica (SIECA), 2001. Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales.



Firmas del equipo auditor

Ing. Luis Guillermo Loría Salazar, MSc.
Coordinador de PITRA
LanammeUCR

Ing. Jenny Chaverri Jiménez, MSc. Eng.
Coordinadora de Auditorías Técnicas.
LanammeUCR

Ing. Diana Jiménez Romero,
M.Sc., M.B.A.
Auditora LanammeUCR

Ing. Wendy Sequeira Rojas, M.Sc.
Auditora LanammeUCR

Ing. Mauricio Salas Chaves
Auditor LanammeUCR

Ing. Erick Acosta Hernández
Auditor LanammeUCR

Ing. Ana Elena Hidalgo Arroyo
Auditora LanammeUCR

Visto Bueno De Legalidad

Lic. Miguel Chacón Alvarado
Asesor Legal Externo
Auditorías Técnicas LanammeUCR

