



**CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL
DIRECCIÓN DE PROYECTOS
ÁREA DE INVESTIGACIÓN Y ESTADÍSTICA**

Etapa – Vía Existente

Auditoría en Seguridad Vial

Ruta Nacional N° 2 , kilómetros 102, 120 y 133

San José, Costa Rica
Mayo 2012 – Febrero 2013

Preparado por:
Ing. Andrés Francisco Elizondo Granados

1. Introducción

Los accidentes de tránsito cada vez afectan a más personas que son usuarios directos o indirectos del Sector Transporte, generando consecuencias materiales y de vidas humanas. En base a lo establecido en las definiciones del marco conceptual del Plan Nacional de Desarrollo 2011-2014 y de acuerdo al Artículo 1 del Decreto Ejecutivo N° 33148-MOPT y la Ley N° 8696 que reforma la Ley de Tránsito por Vías Públicas y Terrestres N° 7331, donde se debe de considerar e incorporar el componente de Seguridad Vial para acciones de intervención referentes al Sector Transporte en carreteras.

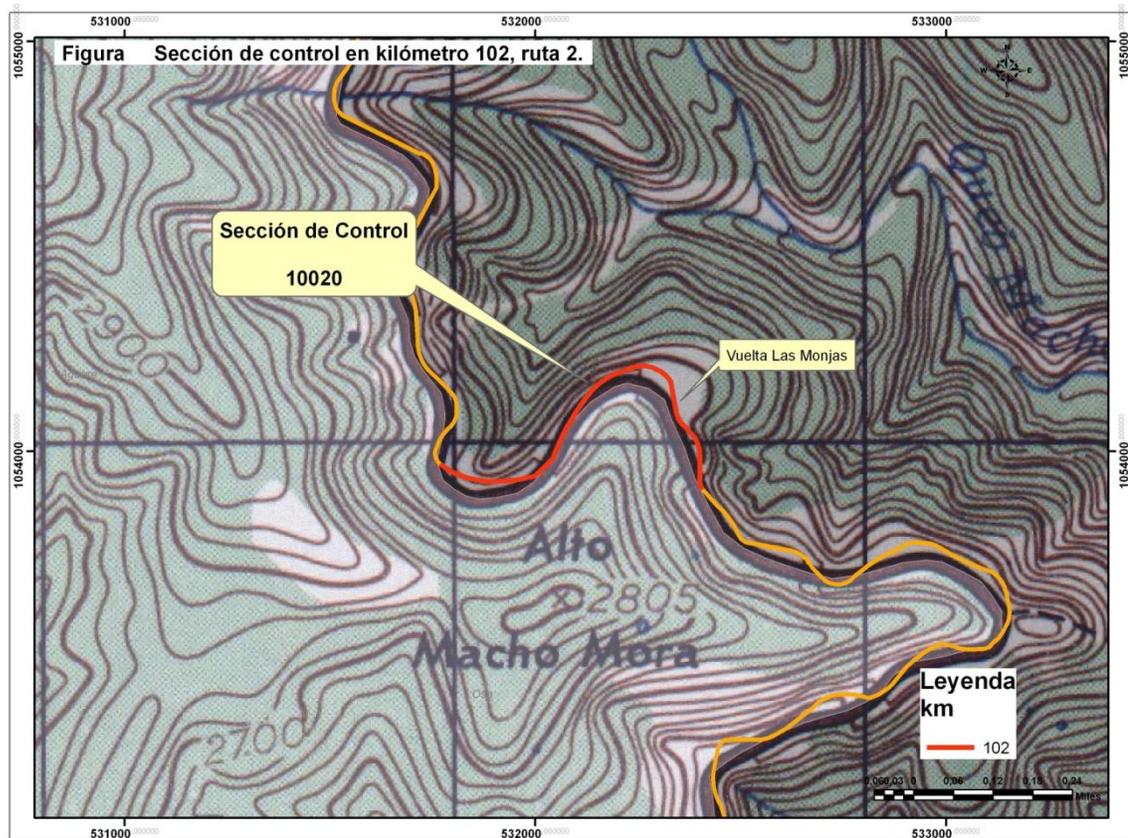
De acuerdo al proyecto realizado por el Área de Investigación y Estadística del Cosevi, Análisis espacial de accidentes de tránsito en Pérez Zeledón, en el período 2009 y 2010 las víctimas de accidentes de tránsito que figuran en los primeros puestos, según el rol son: conductores (55,74%), pasajeros de carro (20,85%), motociclistas (10,94%) y peatones (6,99%).

Por lo que se recomienda en dicho documento, realizar una evaluación vial específica en los sectores de carretera en la Ruta Nacional N° 2 que concentran una alta cantidad de accidentes de tránsito, tal como los kilómetros 102 (vuelta de las monjas), km 120 (curva del río Payner) y el km 133 (frente a Gasotica y el cruce hacia Liceo Unesco).

De manera que esta Auditoría en Seguridad Vial (**ASV**) realizará un examen formal a este proyecto vial de Pérez Zeledón en estos kilómetros en particular donde existe una alta concentración de accidentes de tránsito para el período mencionado, para cumplir con las metas establecidas en el Plan Nacional de Desarrollo 2011 – 2014 “María Teresa Obregón Zamora” del Gobierno de Costa Rica y atender los cantones de riesgo para mitigar la problemática de la incidencia de accidentes de tránsito.

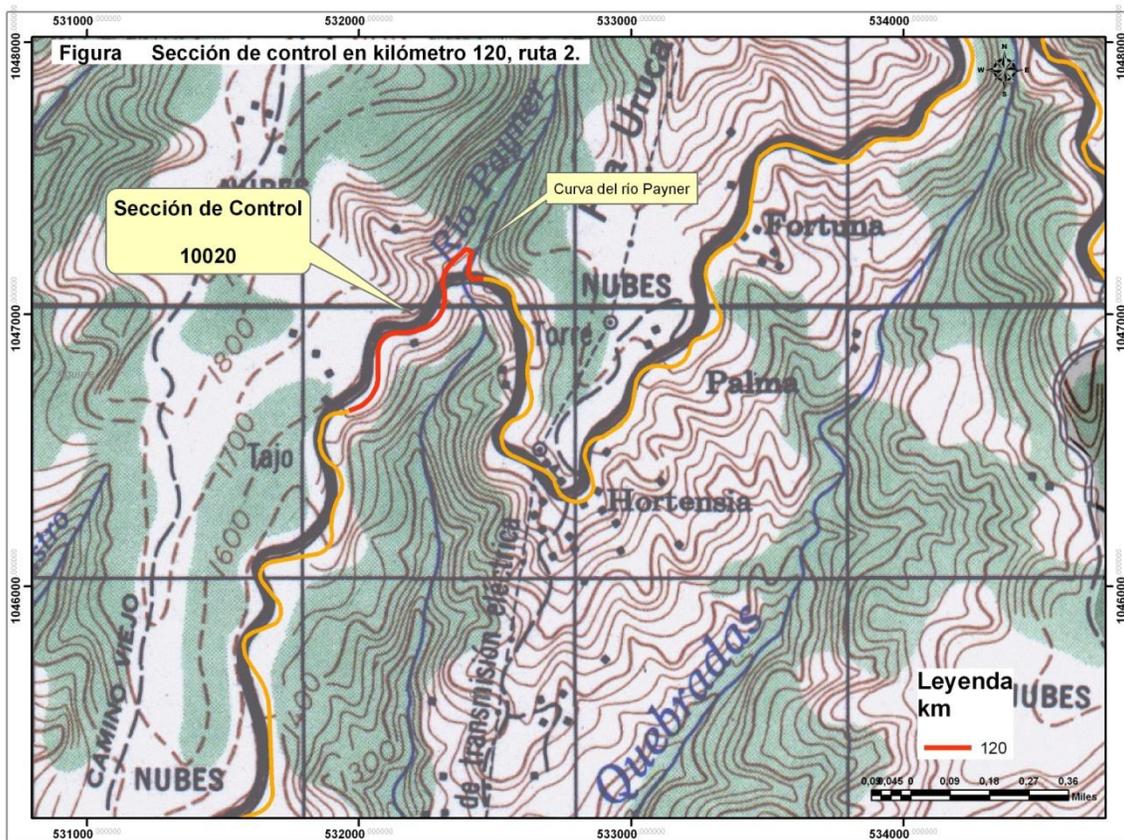
A continuación se muestran figuras que representan la localización de los kilómetros de la Ruta Nacional N° 2 donde se realizó la ASV.

Figura 1.1 Ubicación Km. 102 Ruta Nacional N° 2



Fuente: IGN. Hoja Topográfica San Isidro, escala 1:50000, SIG Cosevi, 2012

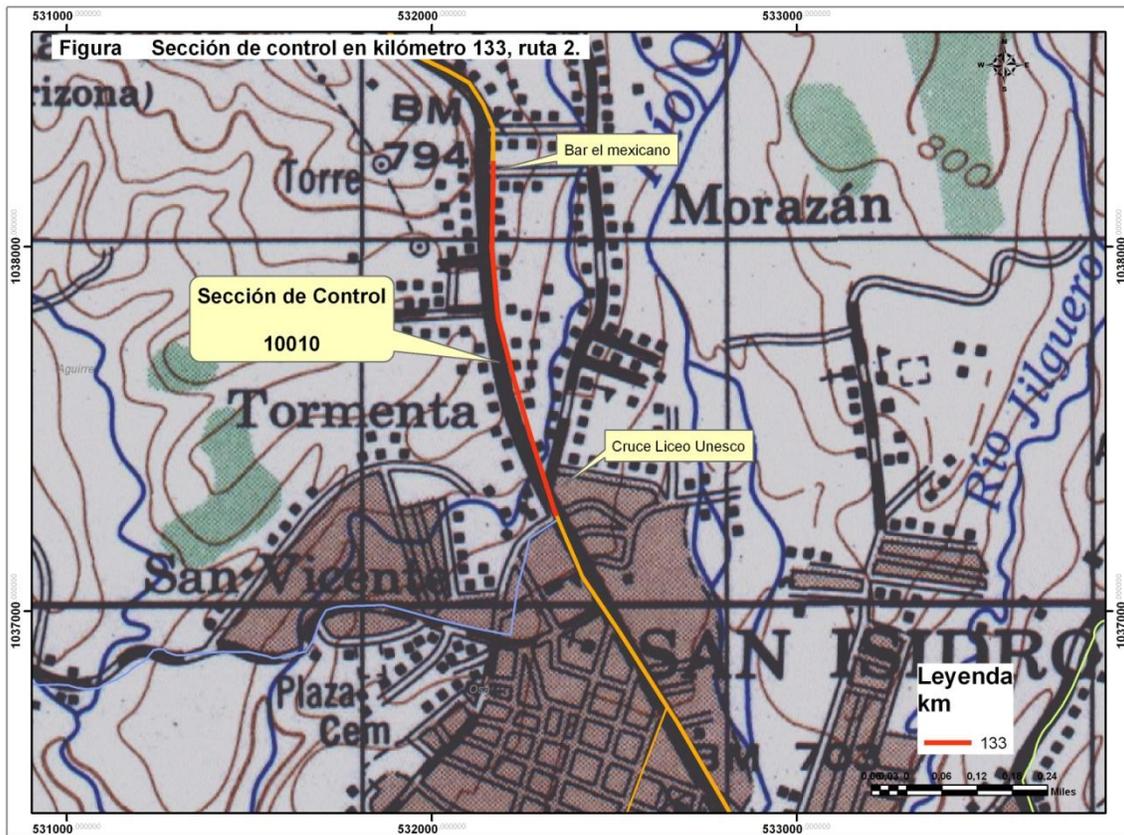
Figura 1.2 Ubicación Km. 120 Ruta Nacional N° 2



Fuente: IGN. Hoja Topográfica Suerici, escala 1:50000, SIG Cosevi, 2012

Seguridad Vial

Figura 1.3 Ubicación Km. 133 Ruta Nacional N° 2



Fuente: IGN. Hoja Topográfica San Isidro, escala 1:50000, SIG Cosevi, 2012

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

El objetivo general de este informe es realizar una Auditoría en Seguridad Vial (ASV) en función del Análisis espacial de accidentes de tránsito en Pérez Zeledón, los años 2009 y 2010, identificando los parámetros influyentes en la concentración de accidentes de tránsito presentes en los kilómetros 102, 120 y 133 de la Ruta Nacional N° 2.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Analizar las bases de datos de los partes oficiales digitalizados y las causas de los accidentes de tránsito.
- Identificar posibles fallas o deficiencias en la implementación del factor de seguridad en los kilómetros mencionados anteriormente para la Ruta Nacional N° 2.
- Analizar el estado y la operación de los dispositivos viales presentes en la zona.

cosevi
Seguridad Vial

1.3 Alcances

En este informe donde la vía ya está en servicio se realizará una ASV que pueda identificar deficiencias de seguridad vial, en base a la distribución de accidentes de tránsito según el tipo y parámetros asociados para el período 2009 y 2010, donde una vez mitigados o moderados los problemas encontrados, se mejore su condición actual de seguridad vial con la intervención de las instituciones que:

- Ejecuten mantenimiento rutinario y periódico, rehabilitación, reconstrucción, mejoramiento y construcción de infraestructura vial en la Red Vial Nacional.
- Se encarguen de la demarcación horizontal y señalamiento vertical de la Red Vial Nacional.
- Desempeñen el diseño y optimización de los sistemas de transportes terrestres en sus distintas modalidades para la Red Vial Nacional.

1.4 Limitaciones

En el desarrollo de este proyecto se contaron con varias limitaciones, las cuales son:

- No se contó con instrumentos técnicos específicos para realizar la inspección de campo, sólo se contó con cintas métricas, cámara fotográfica y un Sistema de Posicionamiento Global (GPS), en este punto en particular se contó con la ayuda del Departamento de Estudios y Diseños de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (**digit**) el cual nos brindó su ayuda con el préstamo de una estadia, un clinómetro, un odómetro y cinco conos para desarrollar el estudio pertinente.

- Los planos de construcción referentes a este proyecto vial se solicitaron al Departamento de Diseño Geométrico del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (**mopt**), indicando que no cuentan con juegos de planos, debido a que los diseños fueron una colaboración de los Estados Unidos y por tal razón no se dejó copia en el departamento del mopt, por lo que no se pudo estudiar las características del diseño y modificaciones hechas desde su etapa de operación.

1.5 Antecedentes Generales de la ASV

1.5.1 Reuniones

- Se reúne con la jefatura del Área de Investigación y Estadística la Lic. Teresita Guzmán Duarte, el día 12 de marzo del presente año, donde se indica que según el estudio del Análisis espacial de accidentes de tránsito en Pérez Zeledón, en el período 2009 y 2010, se tomará como ruta de estudio la Ruta Nacional N° 2 específicamente los kilómetros 102, 120 y 133, dado que representan una alta concentración de accidentes para dicho período de estudio.
 - Se coordina ayuda a la jefatura del Departamento de Diseño Geométrico del mopt el 6 de Julio del presente año con el Ing. Eiden Ajoy para un levantamiento topografía que incluye algunas variables de los kilómetros a evaluar debido a que no se encuentran los planos del tramo de la Ruta Nacional N° 2, específicamente los kilómetros 102, 120 y 133.
 - Se reúne con la jefatura del Departamento de Estudios y Diseños de la Dirección General de Ingeniería de Tránsito (dgit) el Ing. Rony Rodríguez Vargas el día 14 de Julio del presente año para solicitarle la colaboración con el préstamo de cierto equipo (estadia, clinómetro, odómetro, conos) para desarrollar la investigación pertinente, además se indica que se desarrolló una ASV sobre la Ruta Nacional N° 2 del Km 32 al Km 135 pero se encuentra en revisiones.
 - Se conversa con personal del Departamento de Provisión Vial del mopt y se coordina con la Jefatura el día 30 de octubre del año 2012 a cargo del Ing. Luis Fernando Villalta Cerdas el derecho de vía o la provisión vial existente en el tramo de estudio.

1.5.2 Participantes en la Auditoría

El equipo responsable de las visitas técnicas de este informe está formado por el siguiente personal de la Dirección de Proyectos y el Departamento de Transportes del Cosevi, respectivamente:

- Ing. Andrés Francisco Elizondo Granados
- Lic. Juan José Monge Salas
- Sr. Rodrigo Antonio Segura Fallas
- Área de Investigación y Estadística
- Área de Comunicación y Promoción
- Unidad de Transportes

1.5.3 Inspecciones de Terreno

A continuación se presentan tablas describiendo los puntos de levantamiento en campo representando los hallazgos, mediante GPS (Sistema de Posicionamiento Global) indicando las coordenadas métricas planas de cada lugar estudiado.

Cuadro 1.5.3.1 Levantamiento de puntos realizado en el trabajo de campo.

Inspecciones en Terreno					
Punto	Coordenada X	Coordenada Y	Sentido	Lugar - Descripción	Fecha
1	531,771.5131380	1054180.000410	San Jose - Pérez Zeledón	Km 102, señal vertical impactada sin mantenimiento (inicio pto 1, km 102)	12-Abr-12
2	531,762.3741580	1053949.770650	San Jose - Pérez Zeledón	Km 102, piedras de un tamaño considerables (ptos. rígidos) en la zona libre	12-Abr-12
3	531,976.2795860	1053936.494380	San Jose - Pérez Zeledón	Km 102, cabezal de toma de agua sin protección de sistemas de contención	12-Abr-12
4	532,189.9621190	1054186.435530	Pérez Zeledón - San Jose	Km 102, señalización de prevención sustituyendo sistema de contención vehicular	12-Abr-12
5	531,961.1276550	1053895.192790	Pérez Zeledón - San Jose	Km 102, faltante de demarcación horizontal de CEDA y que el carril se angosta	12-Abr-12
6	531,918.8879320	1054080.957040	Pérez Zeledón - San Jose	Km 102, Sistema de Contención Vehicular (SCV) con tipo de terminal rígida (cola de pez) bases colodas en concreto	12-Abr-12
7	531,945.0870800	1054040.243210	Pérez Zeledón - San Jose	Km 102, SCV impactado sin mantenimiento, 11.6 metros lineales en mal estado	12-Abr-12

Inspecciones en Terreno					
Punto	Coordenada X	Coordenada Y	Sentido	Lugar - Descripción	Fecha
8	531,883.8994200	1054129.773830	Pérez Zeledón - San Jose	Km 102, SCV con terminal tipo rígida (cola de pez) desprendida debido a impacto de vehículo <u>sin mantenimiento</u>	12-Abr-12
9	532,317.8673170	1054176.406270	Pérez Zeledón - San Jose	Km 102, (final)	12-Abr-12
10	532,514.3720810	1047106.237840	San Jose - Pérez Zeledón	Km 120, (inicio)	16-Abr-12
11	532,424.7891020	1047216.572200	San Jose - Pérez Zeledón	Km 120, SCV colisionado por vehículo en terminal tipo rígida (cola de pez)	16-Abr-12
12	532,370.2658470	1047202.333010	San Jose - Pérez Zeledón	Km 120, mismo SCV del pto. anterior impactada en las barreras longitudinales sin presencia de mantenimiento	16-Abr-12
13	532,070.7683580	1046887.807290	San Jose - Pérez Zeledón	Km 120, señal tipo Chevron colocadas en curva con presencia de gran pendiente, sustituyendo posible SCV para evitar accidentes por salida de la vía	16-Abr-12
14	531,987.7051200	1046643.323450	San Jose - Pérez Zeledón	Km 120, (final)	16-Abr-12
15	532,071.9013250	1046846.150900	Pérez Zeledón - San Jose	Km 120, barrera desprendida SCV inutilizado sin mantenimiento	17-Abr-12
16	532,080.1084560	1046879.704840	Pérez Zeledón - San Jose	Km 120, SCV impactada en ciertas secciones, sin su barrera longitudinal en otras secciones y su visibilidad se encuentra limitada debido a la vegetación	17-Abr-12
17	532,249.5180890	1046943.623610	Pérez Zeledón - San Jose	Km 120, pto. rígido (duro) dentro de la zona libre (despejada)	17-Abr-12
18	532,341.1042640	1047061.484350	Pérez Zeledón - San Jose	Km 120, evidencia de manera visual de peralte inadecuado produciendo inestabilidad que hace a los vehículos invadan el carril contrario y se salgan de la vía	17-Abr-12
19	532,452.2790110	1047170.330050	Pérez Zeledón - San Jose	Km 120, posible zona de conflicto (accidentes con objeto fijo)	17-Abr-12
20	532,390.4515990	1047137.099200	Pérez Zeledón - San Jose	Km 120, posible zona de conflicto (accidentes con objeto fijo)	17-Abr-12

Inspecciones en Terreno					
Punto	Coordenada X	Coordenada Y	Sentido	Lugar - Descripción	Fecha
21	532,176.2394350	1037857.489210	San Jose - Pérez Zeledón	Km 133, (pto. de inicio, además existe una pendiente de 45° hacia la marginal paralela sin un SCV)	18-Abr-12
22	532,202.7284480	1037701.757800	San Jose - Pérez Zeledón	Km 133, inicio de acera peatonal	18-Abr-12
23	532,349.0108680	1037234.250990	San Jose - Pérez Zeledón	Km 133, zona de conflicto (en intersección)	18-Abr-12
24	532,403.8426740	1037115.961190	San Jose - Pérez Zeledón	Km 133, zona de conflicto (virajes en U indebidos)	18-Abr-12
25	532,407.1637600	1037084.813280	San Jose - Pérez Zeledón	Km 133, señalamiento vertical con presencia de vandalismo	18-Abr-12
26	532,452.6210470	1037013.149560	San Jose - Pérez Zeledón	Km 133, (fin del kilómetro)	18-Abr-12
27	532,473.4834950	1037019.802750	Pérez Zeledón - San Jose	Km 133, señalamiento vertical ubicado dentro del hombro pto. duro o rígido, siendo un factor para que ocurran accidentes con objeto físico en la carretera	18-Abr-12
28	532,393.9250610	1037155.029480	Pérez Zeledón - San Jose	Km 133, parada de autobus no autorizada sobre la vía	18-Abr-12
29	532,364.2058680	1037232.236170	Pérez Zeledón - San Jose	Km 133, virajes en U no permitidos	18-Abr-12
30	532,353.0197810	1037256.004540	Pérez Zeledón - San Jose	Km 133, señalamiento vertical con presencia de vandalismo y falta de mantenimiento	18-Abr-12
31	532,341.2794580	1037285.855140	Pérez Zeledón - San Jose	Km 133, giro derecho con poca visibilidad (zona de	18-Abr-12
32	532,329.7259080	1037311.282120	Pérez Zeledón - San Jose	Km 133, señalamiento vertical con presencia de vandalismo y falta de mantenimiento	18-Abr-12
33	532,332.6454690	1037322.343990	Pérez Zeledón - San Jose	Km 133, señalamiento vertical bloqueado totalmente por la vegetación	18-Abr-12
34	532,326.1153470	1037251.005270	Pérez Zeledón - San Jose	Km 133, señalamiento vertical con presencia de vandalismo (desprendida del lugar)	18-Abr-12
35	532,194.5949160	1037796.862030	Pérez Zeledón - San Jose	Km 133, parada de autobuses no autorizada sobre la vía	18-Abr-12

Fuente: Elaboración propia, 2012.

1.5.4 Documentación

A continuación se presenta la información estudiada en esta ASV:

- Información de accidentes de tránsito levantados por los oficiales de tránsito en las carreteras del país (documentación hecha en hojas (papel) de partes oficiales y en Hand Held), estudiados y analizados por el Área de Investigación y Estadística de la Dirección de Proyectos del Cosevi, para los años 2009 y 2010 en el cantón de Pérez Zeledón.
- Tránsito Promedio Anual (histórico) en varios tramos de la Ruta Nacional N° 2, información dada por la Unidad de Gestión de Carreteras de la Dirección de Planificación Sectorial del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- El proyecto del Programa de Infraestructura del Transporte (PITRA), Evaluación de la Red Vial Nacional Pavimentada de Costa Rica Identificación de zonas de riesgo de accidentes Rutas 1, 2 , 32 y 34.
- La Auditoría en Seguridad Vial Ruta Nacional N° 2 del kilómetro 52 al kilómetro 135, elaborada por la Dirección General de Ingeniería de Tránsito del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.
- Topografía de la Ruta Nacional N° 2 en los kilómetros 102, 120 y 133, elaborado por Depto. Diseño Geométrico que forma parte de: Subdirección de Diseño Vial, Dirección de Ingeniería, División de Obras Públicas del Ministerio de Obras Públicas y Transportes.

1.5.5 Descripción del Procedimiento

A continuación se presenta una breve descripción del procedimiento utilizado para conducir esta ASV:

1. Selección del Equipo Auditor
2. Recopilación y entrega de la información del proyecto
3. Reunión inicial

4. Desarrollo de la ASV
 - a. Análisis de la información
 - b. Inspección en terreno
 - c. Identificación de problemas
 - d. Proposición de alternativas de medidas de mitigación
 - e. Elaboración del informe final
5. Reunión Final

1.6 Metodología utilizada para detectar deficiencias y jerarquización de problemas de seguridad

La metodología o forma en la cual se detectaron las deficiencias de seguridad en la vía, fue mediante los estudios a las características físicas de los kilómetros mencionados anteriormente para la Ruta Nacional N° 2 en el terreno; tomando en cuenta las condiciones climáticas y condiciones de la señalización, la iluminación en el sitio, demarcaciones, delineación, características geométricas, problemas que afecten la percepción de los usuarios de la vía y la interacción de los peatones en la misma, todo lo anterior a análisis previo a las bases de datos de accidentes de tránsito involucrados en el período del 2009 y 2010 en el cantón de Pérez Zeledón.

El sistema o estructura de jerarquización será identificar los resultados por orden de importancia, identificando y proponiendo recomendaciones generales a los resultados de mayor peligro de seguridad y que requieran de una solución inmediata.

1.7 Respuesta al Informe de la Auditoría de Seguridad Vial

A continuación se describe el formato que se utilizará para documentar la respuesta a los resultados de la auditoría:

Cuadro 1.7.1 Respuesta al Informe de la ASV.

Items	Hallazgos	Recomendaciones	Respuesta de Direcciones, Jefaturas entre otras				
			Aceptación Si/No	Nombre de Institución	Razones / Comentarios	Nombre	Firma

Fuente: Elaboración propia, 2012.

2. Resumen de resultados de ASV aplicadas en otras etapas anteriores del proyecto

A continuación se presentará el análisis de resultados simplificados por etapas y las recomendaciones hechas en la *Auditoría de Seguridad Vial Ruta Nacional N° 2 del kilómetro 52 al 135*, elaborada por la Dirección de Ingeniería de Tránsito (**digit**) del Ministerio de Obras Públicas y Transportes, indicando que al no encontrar auditorías en etapas anteriores se mostrará un compendio de resultados de esta auditoría realizada por la **digit** debido a la importancia del documento y la atención que debe de atenderse según su información para mejorar la seguridad de la vía auditada y como forma complementaria a esta auditoría en seguridad vial para los kilómetros 102, 120 y 133 de la Ruta Nacional N° 2 en base a los datos de accidentes de tránsito para el período 2009 y 2010.

2.1 Características por etapas Auditoría de Seguridad Vial Ruta Nacional N° 2 del kilómetro 52 al kilómetro 135

A. I Etapa

Inicio en el kilómetro **52**

Finalización kilómetro **64,500**

Fecha: 28 / abril / 2011

Características Generales:

- No existen espaldones
- No existen cunetas
- La demarcación de la vía se encuentra en un mal estado, No existe iluminación en la zona.
- Se observa que la velocidad máxima permitida en este tramo es de 50 KPH.
- La señalización vertical se encuentra en mal estado no son legibles, esto debido a la falta de mantenimiento.
- A lo largo de este tramo se observaron cajas de concreto las cuales pertenecen al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), estas tienen una dimensión de 1,50 x 1,50.
- La visibilidad está limitada por vegetación y por taludes.
- No existe un buen señalamiento que proteja a los peatones en las intersecciones de cada pueblo.
- No existen señalización de escuela ni pasos peatonales en las cercanías de los centros educativos existentes.

B. II Etapa

Inicio en el kilómetro **64,500**

Finalización kilómetro **76,400**

Fecha: 12 / mayo / 2011

Aspectos Generales:

- La visibilidad se encuentra limitada por la vegetación, existen tramos en el cual se encuentran limitados por el talud
- La superficie de la vía se encuentra en un estado regular debido a los arreglos realizados (bacheos).
- Las señales verticales se encuentran sucias por tal motivo no son legibles.

- La demarcación en el pavimento se encuentra borrosa, debido a los bacheos que le han realizado a la vía.
- La velocidad en esta carretera es de 50 kph, la cual no es respetada los usuarios conducen a velocidades mayores.
- A lo largo de este tramo se observaron cajas de concreto las cuales pertenecen al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
- No se encuentran espaldones ni cunetas
- En época de lluvia no se aprecia la demarcación existente en la carpeta.
- Existe escases de captaluces.

C. III Etapa

Inicio en el kilómetro **76,500**

Finalización kilómetro **91,500**

Fecha: 2 / junio / 2011

Aspectos Generales:

- Las señales informativas de destino se encuentran en un buen estado.
- La demarcación se encuentra borrosa por sectores.
- Existen señales verticales sucias.
- La superficie de ruedo se encuentra en un estado regular.
- La velocidad en esta carretera es de 50 kph, la cual no es respetada los usuarios conducen a velocidades mayores.
- Se continúan observando cajas de concreto las cuales pertenecen al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
- En este trayecto existen zonas con aéreas de neblina
- Existen trayectos que se encuentran limitados por talud o por la vegetación existente.

D. IV Etapa

Inicio en el kilómetro **91,800**

Finalización kilómetro **95,900**

Fecha: 16 / junio / 2011

Aspectos Generales:

- Las señales verticales encuentran en un estado regular, son legibles.
- La demarcación se encuentra borrosa por sectores.
- La superficie de ruede se encuentra en un estado regular.
- La velocidad en esta carretera es de 50 kph, la cual no es respetada los usuarios conducen a velocidades mayores.
- Se continúan observando cajas de concreto las cuales pertenecen al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
- En este trayecto existe zonas con área de neblina, lo que produce que se limite la visibilidad en la carretera.
- Existen trayectos que se encuentran limitados por talud o por la vegetación existente.

E. V Etapa

Inicio en el kilómetro **96**

Finalización kilómetro **103,200**

Fecha: 23 / junio / 2011

Aspectos Generales:

- Las señales verticales encuentran en un buen estado.
- La demarcación se encuentra legible,
- La superficie de ruede se encuentra en un estado regular.
- La velocidad en esta carretera es de 50 kph, la cual no es respetada los usuarios conducen a velocidades mayores.
- Existe señalamiento de escuela.
- Se continúan observando cajas de concreto las cuales pertenecen al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
- En este trayecto existe aéreas de neblina, lo cual impide una buena visibilidad en la carretera.
- Existen trayectos que se encuentran limitados por talud o por la vegetación existente.

F. VI Etapa

Inicio en el kilómetro 103,400

Finalización kilómetro 111,800

Fecha: 07 / julio / 2011

Aspectos Generales:

- Las señales verticales existentes se encuentran en un estado regular, debido a que están sucias.
- La demarcación existente en este tramo se encuentra legible por sectores.
- Por sectores existe escases de captaluces.
- La superficie de ruedo se encuentra en un estado regular.
- La velocidad en esta carretera es de 50 kph, la cual no es respetada por los usuarios.
- Existe señalamiento de escuela, con una velocidad en esa zona de 40 KPH.
- Se continúan observando cajas de concreto las cuales pertenecen al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
- En este trayecto existe momentos donde la neblina no deja que se observe nada.
- Existen trayectos donde la visibilidad se encuentran limitados por talud o por la vegetación existente.

G. VII Etapa

Inicio en el kilómetro **111,900**

Finalización kilómetro **116**

Fecha: 13 / julio / 2011

Aspectos Generales:

- Las señales verticales existentes se encuentran en un mal estado, debido a que están sucias, o han sido golpeadas.
- La demarcación existente en este tramo se encuentra legible por sectores.
- La superficie de ruedo se encuentra en un estado regular.
- La velocidad en esta carretera es de 50 kph, la cual no es respetada por los usuarios.
- Existe señalamiento de escuela, con una velocidad en esa zona de 40 KPH.
- Se continúan observando cajas de concreto las cuales pertenecen al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
- En este trayecto existe aéreas de neblina, la cual no deja que se observe la vía.

- Existen trayectos donde la visibilidad se encuentran limitados por talud o por la vegetación existente.

H. VIII Etapa

Inicio en el kilómetro **116**

Finalización kilómetro **123**

Fecha: 14 / julio / 2011

Aspectos Generales:

- Las señales verticales existentes se encuentran en un estado regular o malo, debido a que están sucias, han sido golpeadas o ya cumplieron con su vida útil.
- La demarcación existente en este tramo se logra observa, esto no indica que se encuentra en buenas condiciones.
- Existe escases de captaluces.
- La superficie de ruedo se encuentra en un estado regular.
- La velocidad en esta carretera es de 50 kph, la cual no es respetada por los usuarios.
- Existe señalamiento de escuela, con una velocidad en esa zona de 40 KPH.
- Se continúan observando cajas de concreto las cuales pertenecen al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
- En este trayecto existe aéreas de neblina, la cual no deja que se observe nada.
- Existen trayectos donde la visibilidad se encuentran limitados por talud o por la vegetación existente.
- Se observa que muchas de las barreras de contención existentes en el tramo no cuentan con el debido mantenimiento y sufren de vandalismo.

I. IX Etapa

Inicio en el kilómetro **123**

Finalización kilómetro **132,400**

Fecha: 21 / julio / 2011

Aspectos Generales:

- Las señales verticales existentes se encuentran en un estado regular o malo, debido a que están sucias, han sido golpeadas o ya cumplieron con su vida útil.
- La demarcación existente en este tramo se logra observa, esto no indica que se encuentra en buenas condiciones.

- Existe escases de captaluces.
- La superficie de ruede se encuentra en un estado regular.
- La velocidad en esta carretera es de 50 kph, la cual no es respetada por los usuarios.

- Existe señalamiento de escuela, con una velocidad en esa zona de 40 KPH.
- Se continúan observando cajas de concreto las cuales pertenecen al Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)
- En este trayecto existe aéreas de neblina, la cual no deja que se observe nada.
- Existen trayectos donde la visibilidad se encuentran limitados por talud o por la vegetación existente.
- Se observa que muchas de las barreras de contención existentes en el tramo no cuentan con el debido mantenimiento y sufren de vandalismo.

J. X Etapa

Inicio en el kilómetro **132,400**

Finalización kilómetro **135**

Fecha: 21 / julio / 2011

Aspectos Generales:

- La señalización horizontal en muchos de los tramos se encuentra borrosa poco legible.
- En el centro de Pérez Zeledón se logra observar la presencia de una medianera con un ancho de 2 m.
- En sectores la visibilidad está limitada por la vegetación o la publicidad existente.

Fuente: Anexo, Auditoría en Seguridad Vial Ruta Nacional N° 2 del kilómetro 52 al kilómetro 135, 2012

2.2 Recomendaciones Auditoría de Seguridad Vial Ruta Nacional N° 2 del kilómetro 52 al 135

a) Entorno en la vía

- Es recomendable la eliminación y la poda de árboles y vegetación a los costados de la vía.
- Construir cubiertas de concreto reforzado (tapa con ranura) o una rejilla para las cunetas con secciones no traspasables, y así convertirla en un sistema cerrado como una tubería
- Diseñar o modificar la estructura de los drenajes para que sea traspasables o que presenten la mínima obstrucción a los vehículos que se salgan de la vía, siempre y cuando la pendiente sea traspasable.
- En los casos donde existen drenajes con una dimensión superior y no es posible modificarlo, se deberá de colocar barreras de seguridad.
- Remover las rocas de los márgenes de la vía, las cuales son obstáculos fijos.
- Colocar barreras de contención o modificar el diseño de las cajas del ICE, donde sea posible, ya que estas se encuentran en la zona verde aledaña a la vía.

b) Iluminación, señalamiento vertical y horizontal

- En los tramos donde la neblina se vuelve un problema, se deberá de realizar una mejor señalización vertical, demarcación y colocación de captaluces y así darle seguridad al conductor.
- Llevar a cabo la iluminación de las intersecciones y en zonas donde lo amerite.
- Dar mantenimiento a la demarcación existente.
- Colocar los captaluces necesarios a lo largo de la vía tanto al borde la de calzada como en la línea de centro.
- Realizar un adecuado mantenimiento (limpieza) a las señales verticales existente.

c) Carpeta asfáltica o superficie de ruedo

- Llevar a cabo un adecuado mantenimiento a la carpeta asfáltica, el cual deberá de cumplir con las normas de diseño.

d) Geometría

- Realizar una revisión a todos los peraltes en las curvas.
- Construir un sobre ancho para evitar que los vehículos pesados invadan el carril contrario o se salgan de la vía al no poder dar el giro en la curva.

e) Barreras de contención

- Donde existan desniveles, precipicios, hundimientos, taludes rocosos realizar un diseño adecuado para la colocar barreras de seguridad.
- Realizar el mantenimiento apropiado a las barreras de contención que han si impactadas en algún momento.
- Se deberá de eliminar las terminales conocidas como “Cola de Pez”, y ser sustituidas por el correspondiente abatimiento.
- Tomar en cuenta a los vehículos pesados para los diseños de las barreras de contención.

f) Zona escolar

- Reforzar el señalamiento preventivo en las zonas escolares, ya sea colocando señales de mayor tamaño.
- Construir aceras cerca de las zonas escolares y así evitar que los escolares caminen sobre el borde de la calzada.

g) Intersecciones

- Mejorar la distancia visibilidad en las intersecciones dado que existen curvas horizontales y verticales cercanas a estas.
- Mejorar donde sea posible los ángulos o las pendientes que existen entre la vía principal y las calles aledañas.

h) Paradas de autobuses

- Mejorar la ubicación de las paradas de autobús.
- Construir bahías para los autobuses y así darle mayor seguridad al peatón.

i) Velocidad

- Realizar un estudio de velocidad en todo el tramo bajo en estudio para la colocación de señales de máxima velocidad permitida.
- Colocar señales verticales restringiendo la velocidad en zonas donde las condiciones climáticas afectan a los usuarios de la vía.

Fuente: Auditoría en Seguridad Vial Ruta Nacional N° 2 del kilómetro 52 al kilómetro 135, 2012

3. Resultados de la Auditoría actual

En esta sección se presentarán los resultados o hallazgos de la ASV, indicando los problemas generales de seguridad vial, presentes, y detallando las deficiencias específicas detectadas mediante fotografías tomadas del trabajo en campo por cada kilómetro.

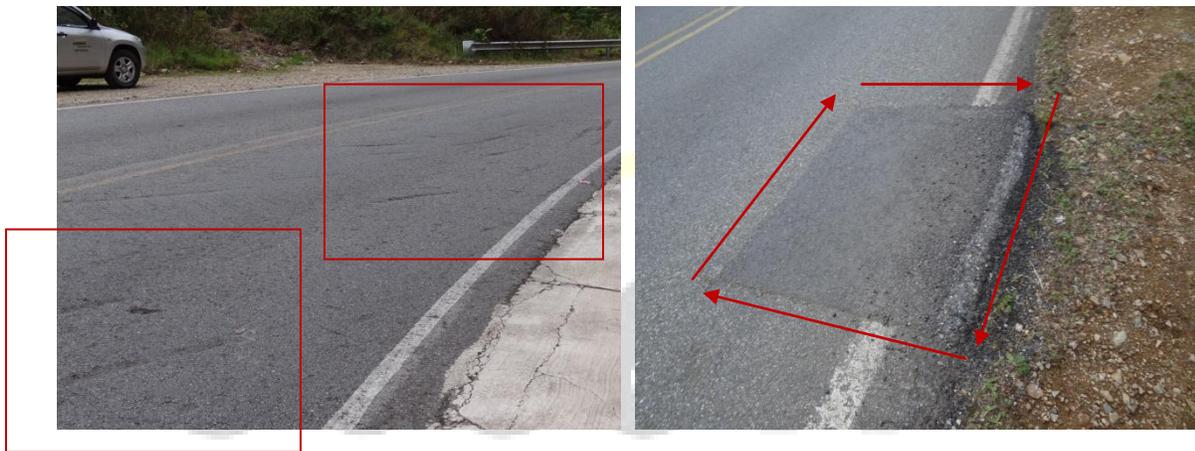
Para describir el estado de los dispositivos de seguridad vial presentes, instalados en la acera peatonal y evaluar la demarcación horizontal y señalamiento vertical se utiliza el *“El Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito”* (Convenio No. 596-0181.20, SIECA, Diciembre 2000), que será llamado **MCDUCT**.

Para examinar los criterios de diseño de la carretera se utiliza el *“Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales”*, Segunda Edición (Convenio No. 596-0184.20, PROALCA II, SIECA, Marzo 2004), que será llamado **MCNDG** de ahora en adelante.

3.1 Hallazgos kilómetro 102

3.1.1 Superficie de Rodamiento

Al recorrer este kilómetro en ambos sentidos se puede observar la presencia de ciertos tramos con fallas superficiales en la carpeta asfáltica, dentro de las cuales se pueden mencionar: fisuras superficiales y desintegración de la carpeta, evidenciado por los baches y parchados existentes en la calzada.



Fotografías 1 y 2. Ejemplos de fallas sobre la calzada

De manera general se puede decir que la superficie de rodamiento no se encuentra en un óptimo estado debido a la irregularidad presente a lo largo del recorrido, aunque en ciertos tramos su condición es buena, por lo tanto se puede clasificar según las observaciones de regular a mala.

Tramo de carretera en donde se observa una superficie uniforme



Fotografías 3 y 4. Superficie de rodamiento irregular, restándole seguridad a la vía

3.1.2 Hombro o Espaldón

A lo largo de este trayecto para el kilómetro 102, se pudo observar la ausencia en ambos lados de la carretera, del espaldón, situación preocupante desde la perspectiva de la seguridad vial, dado que en algún momento los vehículos se detendrán por desperfectos en sus vehículos o por alguna otra circunstancia y bloquearán el sentido del flujo en el sentido que viajan generando colas vehiculares y maniobras peligrosas que involucran el ingreso forzado al sentido contrario provocando posibles choques frontales contra vehículos u objetos fijos o accidentes por salida de la vía.



Fotografías 5 y 6. Diseño geométrico de la carretera no cuenta con espaldón seguro en ambos lados de la calzada

3.1.3 Sistemas menores de drenaje de la carretera

Al recorrer este tramo, se logró observar la inconsistencia en la infraestructura vial de este dispositivo encargado de transportar las aguas de escorrentía superficial que llegan a la carretera, hasta las estructuras colectoras, que evitan daños por erosión o por estancamiento del agua en algún punto de la carretera. Estas estructuras no se encuentran protegidas por sistemas de contención vehicular que en caso de accidentes por salida de la vía serían puntos rígidos en los que el tránsito chocaría.



Sección de
carretera en
sentido San
José – Pérez
Zeledón

Sección de
carretera en
sentido Pérez
Zeledón -
San José

Fotografías 5, 6, 7 y 8. Detalle de la inconsistencia del drenaje sobre el Km. 102 de la Ruta Nacional N° 2

3.1.4 Demarcación Horizontal

Según el recorrido hecho en ambos sentidos para este kilómetro se observó un desgaste considerable en el alineamiento y sección transversal de la calzada, evidenciando la falta de mantenimiento que recibe esta zona, además se debe considerar la condición climática existente en esta parte montañosa de la Ruta Nacional N° 2 que presenta lluvias intermitentes y neblina la mayor parte del día.



Fotografías 9 y 10. Demarcación horizontal desgastada, reduciendo la retroreflectividad de sus líneas

En cuanto a los captaluces se presenció una inconsistencia debido a la ausencia de estos dispositivos en ciertos tramos de carretera, el desprendimiento de ciertos de ellos, algunos se encuentran quebrados y embebidos en la carpeta asfáltica.





Fotografías 11, 12, 13 y 14. Desprendimiento y ausencia de captaluces en línea de borde y línea de centro

3.1.5 Señalamiento Vertical

En cuanto a la señalización vertical se logra observar al recorrer en ambos sentidos la vía la gran falta de señales de informativas, reglamentarias y preventivas.

Debido a la presencia de curvas peligrosas y la influencia que ejerce sobre la infraestructura vial y a su entorno las características del clima en esta zona montañosa, es fundamental brindarle seguridad al flujo vehicular que transita por esta ruta.

Al señalamiento presente que es poco (señalamiento preventivo en la mayor de su parte), se evidencia el vandalismo y la falta de mantenimiento debido a su estado restándole funcionalidad a la retroreflexión de las señales.



Fotografías 15 y 16. Señalamiento vertical en mal estado y presencia de vandalismo



Fotografías 17 y 18. Ejemplo de la falta de mantenimiento al señalamiento vertical presente

3.1.6 Sistemas de Contención Vehicular (SCV)

En cuanto a las barreras de seguridad localizadas en este tramo, se puede comentar lo siguiente:

En algunos tramos debido a la caída de material de los taludes presentes en el sentido San José – Pérez Zeledón el material invade la calzada y la maquinaria cuando trabaja para remover el material desprende el sistema de contención y lo inhabilitan por completo.



Fotografías 19 y 20. Trabajos de mantenimiento de la vía inhabilitan SCV

Se encuentran impactadas y sin sustituir en ciertos tramos los módulos longitudinales y las bases de los SCV, es importante mencionar que sus bases se encuentran coladas en concreto y no están empotradas o hincadas al suelo como debería de ser, además, cuentan con terminales rígidas (tipo cola de pez), no recomendable, debido a que si los vehículos se salen de la vía e impactan dicha terminal ésta será incrustada en el vehículo y haría el accidente más fatal de lo que podría ser.



Fotografías 21 y 22. Terminales tipo cola de pez



Fotografías 23 y 24. SCV impactado sin su debida sustitución

Existen tramos donde es necesaria la colocación de SCV, debido a que hay lugares que poseen 40° de pendiente (85% de inclinación), si existe un accidente por cualquier motivo y un vehículo se sale de la vía la consecuencia sería mortal.



Fotografías 25 y 26. En ausencia de SCV, hay presencia de señalamiento vertical de prevención

3.2 Hallazgos kilómetro 120

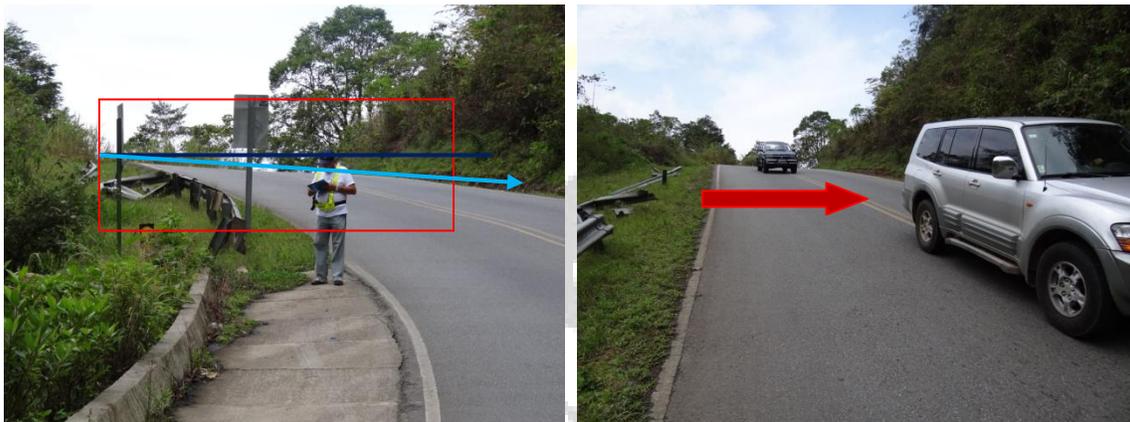
A continuación se presentarán los resultados o hallazgos de la inspección en el terreno para el kilómetro 120, con la particularidad de que el patrón de hallazgo es muy similar al Kilómetro 102; por lo que sólo se indicará el ítem y las fotografías que representan las deficiencias o problemas desde la perspectiva de seguridad vial.

3.2.1 Superficie de Rodamiento

Al recorrer este kilómetro existe una similitud con el kilómetro anterior, debido a que se encuentra en la misma zona geográfica y con similitudes en la topografía, existe una irregularidad en su calzada por la presencia de baches y en una sección de manera visual se ve un problema de peralte en la calzada que hace a los vehículos ingresar en el carril contrario en el sentido de Pérez Zeledón hacia San José.



Fotografías 27 y 28. Superficie irregular en ciertos tramos de la calzada debido a trabajos de bacheo



Fotografías 29 y 30. Zona donde los vehículos invaden el sentido contrario debido a la irregularidad de la calzada

3.2.2 Hombro o Espaldón



Fotografías 31 y 32. No hay hombros seguros a lo largo de la infraestructura vial

3.2.3 Sistemas menores de drenaje de la carretera



Fotografías 33, 34, 35 y 36. En este kilómetro no hay sistemas de drenaje, sólo en un sentido en la zona más peligrosa donde se concentran la mayor cantidad de accidentes del Km 120

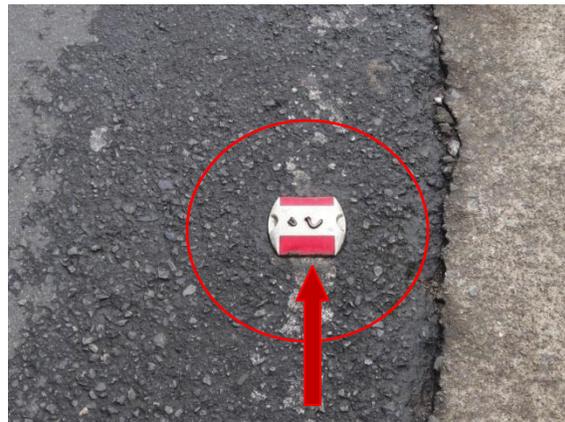
3.2.4 Demarcación Horizontal



Fotografías 37 y 38. Tanto la línea de centro como la de borde se encuentran altamente desgastadas



Fotografías 39 y 40. La demarcación de velocidad se encuentra poco visible para el flujo vehicular debido al desgaste y falta de mantenimiento



Fotografías 41 y 42. Los cataluces se encuentran irregulares a través de la vía, con el desprendimiento en algunas zonas, embebidos a la carpeta en otros y hasta algunos pegados con clavos

3.2.5 Señalamiento Vertical



Fotografías 43, 44 y 45. Señalización vertical con presencia de vandalismo, se evidencia la falta de mantenimiento hacia las mismas, en ciertos tramos la colocación de las señales es incorrecta, como ejemplo la señal de NO ADELANTAR que se encuentra a mano izquierda del SCV, siendo su lugar a mano derecha

3.2.6 Sistemas de Contención Vehicular (SCV)



Fotografías 46 y 47. Barreras de seguridad inhabilitadas completamente



Fotografías 48 y 49. SCV bloqueados completamente por la vegetación, e impactados en ciertos tramos



Fotografías 50 y 51. SCV impactados y destruidos sin su debida sustitución restándole seguridad al punto en caso de otro accidente por salida de la vía



Fotografías 52 y 53. SCV, rígido, impactado delatando la salida de vehículos por exceso de velocidad

En este ítem es importante señalar que un factor en los accidentes por salida de vía es el exceso de velocidad que presenta el flujo vehicular, se tomaron dos medidas de velocidad del Percentil 85, que demuestra la velocidad en que viajan el 85 % del flujo vehicular en un lapso de tiempo específico, que se muestran a continuación:

- En sentido San José – Pérez Zeledón entre las 09:30:00 a.m. y las 10:10:00 a.m. se tomó una velocidad de **61.65 KPH**, siendo el límite de velocidad 50 KPH.
- En sentido Pérez Zeledón – San José entre las 12:50:00 a.m. y la 01:30:00 p.m. se tomó una velocidad de **63.95 KPH**, siendo el límite de velocidad 40 KPH.

Otros factores que influyen en los tipos de accidentes presentes en este kilómetro son los adelantamientos en falso en ciertos tramos que realizan los vehículos, y la invasión de carriles que realizan los vehículos en vueltas cerradas generando maniobras peligrosas para evadir impactos frontales y a esto se le suma lo expuesto anteriormente.



Fotografías 54 y 55. Vehículos invadiendo el carril contrario y realizan adelantamientos en falso

3.3 Hallazgos kilómetro 133

A continuación se presentarán los resultados de la ASV, indicando los problemas generales de seguridad vial, presentes, y detallando las deficiencias específicas detectadas mediante fotografías tomadas del trabajo en campo, es importante indicar que al inicio de este tramo la zona cambia de rural a urbana.

3.3.1 Hombro o Espaldón

La no presencia de esta parte de la infraestructura vial continúa a lo largo en este tramo de la Ruta Nacional N° 2, generando paradas sobre la calzada por parte del servicio del transporte público debido a la ausencia de bahías para las paradas de autobuses, específicamente se concentran en lugares aledaños a la Escuela 12 de Marzo de 1948, situaciones que forman conflictos vehiculares debido al bloqueo de un sentido de la carretera y maniobras peligrosas que emplea el flujo vehicular para seguir el sentido de la vía sin frenar.

cosevi
Seguridad Vial



Fotografías 56 y 57. Ausencia de espaldón seguro continúa a lo largo del Km 133



Fotografías 58 y 59. Bloqueos temporales sobre la vía al no contar con espaldones o bahías respectivas para el servicio de autobuses

Seguridad Vial

3.3.2 Sistemas menores de drenaje de la carretera

En este ítem se encontró al recorrer el tramo en ambos sentidos la discontinuidad del mismo, en algunas partes se encuentra y en otras no, situación que no le dará la dirección y evacuación adecuada para transportar el agua de escorrentía superficial que llega a la carretera.



Fotografías 60 y 61. Inconsistencia en los sistemas de drenaje

3.3.3 Demarcación Horizontal

En este aspecto, se determinó que la demarcación existente presenta deficiencias en cuanto a su visibilidad y retroreflectividad, tanto las líneas de borde, las líneas de centro, las de paso peatonal, las palabras y símbolos sobre el pavimento.



Fotografías 62 y 63. Deficiencias en las líneas de centro y de borde, debido al desgaste presente



Fotografías 64 y 65. La retroreflectividad de la demarcación no es eficientemente visible para el flujo vehicular

En cuanto a los captaluces, se observó que en gran parte del tramo están presentes pero no de una manera constante debido a que se encuentran desprendidos o embebidos en la carpeta asfáltica, restándole la función al dispositivo.



Fotografías 66 y 67. La inconsistencia de captaluces le resta seguridad a la vía especialmente en horario nocturno

3.3.4 Señalamiento Vertical

Al recorrer este tramo, se logró observar los siguientes hallazgos para el señalamiento vertical:

- Un alto grado de desgaste y falta de mantenimiento en general.



Fotografías 68 y 69. Señalamiento con ausencia de mantenimiento

- Se encuentran impactados debido a que se ubicado incorrectamente dentro de la zona de drenaje.



Fotografías 70 y 71. Señalamiento vertical colisionado

- Presentan vandalismo y su visibilidad es nula debido al bloqueo generado por la vegetación.



Fotografías 72 y 73. Presencia de vandalismo y bloqueo por vegetación

3.3.5 Facilidades para peatones

En este rubro luego de recorrer el tramo de estudio se puede señalar la presencia peatonal a lo largo de la vía, existe facilidad peatonal pero no es continua en los dos sentidos de circulación por lo que, peatones transitan cerca de la vía exponiéndose a ser atropellados en caso de que los vehículos pierdan el control y se salgan de la calzada.



Fotografías 74 y 75. Presencia peatonal a lo largo de la vía



Fotografías 76 y 77. Inconsistencia en la acera peatonal



4. Conclusiones

En el desarrollo de esta Auditoría en Seguridad Vial se encontraron varios hallazgos desde la perspectiva de seguridad vial que atentan contra la Seguridad Vial de sus usuarios en ciertos tramos de los tres kilómetros (102, 120 y 133) evaluados.

El patrón encontrado se ve reflejado en los kilómetros atendidos; las deficiencias y falta de mantenimiento en: la demarcación horizontal, señalamiento vertical y los sistemas de contención vehicular son de atención inmediata para mitigar la problemática de los accidentes de tránsito presentes en estos tramos de la Ruta Nacional N° 2.

El hallazgo que se logró evidenciar en la calzada (irregularidad en carpeta asfáltica) del kilómetro 120, genera situaciones que pueden provocar accidentes de tránsito debido a que en ciertas curvas los vehículos tienden a salirse de su sentido de circulación e invadir el sentido contrario.

La ausencia de hombros seguros y facilidades para los peatones no le brinda la seguridad que debería de contar la ruta estudiada, debido a que dichos componentes del diseño geométrico de las carreteras no se han tomado en cuenta desde su proceso de planificación.

5. Recomendaciones generales

A continuación se presentarán las recomendaciones de acuerdo a los resultados obtenidos en el trabajo de campo. Para el kilómetro 102 y el kilómetro 120 se agruparán las recomendaciones debido a que presentan muchas semejanzas en sus hallazgos desde la perspectiva de Seguridad Vial; ambos kilómetros se encuentran en la misma sección de control (10020), poseen similitud en sus componentes de diseño geométrico, la zona en que se encuentran es rural, la similitud en sus características geográficas y climáticas es considerable por lo que se mostrará de esta manera.

Para el kilómetro 133 se indicarán sus recomendaciones respectivas teniendo alguna similitud aunque la zona cambie de rural a urbana, debido al patrón de igualdad se prolonga a través la Ruta Nacional N° 2.

Es importante aclarar que en varias recomendaciones hechas se indican estudios de ingeniería de tránsito, antes de una acción constructiva o de alguna intervención para varios hallazgos, situación que se hace para que se documente y se tenga un respaldo técnico para cada acción que se piense ejecutar.

5.1 Recomendaciones kilómetros 102 y 120, Ruta Nacional N° 2

- Realizar un estudio de ingeniería de tránsito para *ampliar la infraestructura vial e incorporar hombros seguros* en ambos sentidos de la carretera según el derecho de vía existente.
- Realizar obras de ejecución para la construcción de *los Sistemas de Drenaje Menores de la Carretera*, adecuándolo, desde la perspectiva de seguridad vial dándole la continuidad en ambos sentidos de la carretera.

- Para los *Sistemas de Contención Vehicular (SCV)* se deberán de crear las siguientes acciones:
 - Corregir los problemas de instalación en las barreras longitudinales y las bases de los postes verticales
 - Adecuar las terminales rígidas (tipo “cola de pez”) por terminales menos bruscas y adecuarlas según la característica de cada zona en específico, donde se ubiquen
 - Sustituir los dispositivos impactados y colocar nuevos dispositivos
 - Los SCV que se encuentren en mal estado por la falta de mantenimiento será conveniente adecuar de la mejor manera para que su visibilidad sea la más efectiva además será de suma importancia colocar bandas retroreflectivas para aumentar su visibilidad en los horarios nocturnos
- Se deberá implementar un sistema de inspección antes, durante y después de la instalación de los SCV.
- Para los dispositivos de Seguridad Vial referentes al *Señalamiento Vertical*, se deberá realizar las siguientes actividades:
 - Identificar y localizar las señales deterioradas y reparar los daños existentes (sustituyendo e instalando nuevas señales)
 - Corregir los problemas de instalación (claro vertical y distancia lateral libre) del señalamiento existente
 - Implementar un sistema de inventario y mantenimiento rutinario
 - Instalar señalamiento preventivo para indicar la proximidad de curvas peligrosas en la carretera
 - Realizar un estudio de ingeniería de tránsito para definir el control de velocidad e instalar el señalamiento vertical y horizontal adecuado para el tránsito promedio diario de la zona

- En cuanto a la *Demarcación Horizontal*, se deberán implementar las siguientes labores:
 - Realizar acciones de ejecución de obra para la demarcación de las líneas de borde, líneas de centro y líneas que influyen las velocidades reglamentarias a lo largo de la vía, tomando en cuenta:
 - Costos
 - Tipo de pintura adecuada para el tipo de clima de la zona
 - El estado de la carpeta asfáltica actual
- De igual manera realizar acciones para la colocación de captaluces a lo largo de la vía según su funcionabilidad para que dicho dispositivo sea continuo a lo largo de la vía en ambos sentidos de circulación.
- Realizar un estudio de ingeniería de tránsito que analice la consistencia en el radio de curvatura de las curvas presentes en estos dos kilómetros y la velocidad de operación del tránsito actual con que ingresan a dichas curvas, asimismo tomar en cuenta el peralte o bombeo que presenta la calzada debido a que en algunas curvas el peralte presente tiende a “jalar” a los vehículos al sentido contrario de circulación, situación que genera maniobras forzadas y posibles accidentes de tránsito.
- Para el caso de la iluminación, se plantea la siguiente recomendación:
 - Realizar los estudios pertinentes para la colocación e instalación de iluminación a lo largo de la vía, en coordinación con las diferentes entidades gubernamentales que desempeñan labores relacionadas al sistema de transporte de carreteras y que en su planificación se tome en cuenta el lugar a colocar los dispositivos para que anticipe la ampliación de la infraestructura vial debido al aumento en la flota vehicular en un futuro cercano o a largo plazo.

5.2 Recomendaciones kilómetro 133, Ruta Nacional N° 2

- Realizar un estudio de ingeniería que plantee la ampliación de infraestructura vial para:
 - Incorporar bahías para autobuses con sus respectivos carriles de desaceleración, áreas de transición, estacionamiento y carriles de aceleración para el ingreso a la Ruta Nacional, además su respectivo señalamiento horizontal y vertical en las proximidades de los focos de generación de la demanda peatonal como los centros de actividad itinerarios de peatones, intersecciones, entre otras
 - Incorporar hombros seguros en ambos sentidos de la carretera
 - Adecuar la continuidad de aceras peatonales en ambos sentidos de la carretera con accesos a personas con algún tipo de discapacidad
- En lo referente al *Señalamiento Vertical* se recomienda:
 - Realizar un estudio de ingeniería de tránsito que analice y evalúe la colocación de señalamiento reglamentario del tipo:
 - Derechos y prioridades de paso
 - Límites de velocidad
 - Transporte Público
 - Cruces peatonales
 - Se deberá identificar y localizar las señales deterioradas y reparar los daños existentes, sustituyendo e instalando nuevas señales, además de habilitar las que se encuentran bloqueadas por la vegetación
 - Realizar acciones de mantenimiento rutinario a lo largo de la vía para dichos dispositivos de seguridad

- Para la *Demarcación Horizontal* se deberán realizar trabajos de ejecución en los siguientes ítems:
 - La demarcación de todas las líneas de la calzada (líneas de borde, líneas de centro, líneas que proporcionan orientación lateral y las que influyen en las velocidades reglamentarias y reguladoras de paso), valorando factores como: costos, tipo de pintura para la zona en específico a colocar y el estado de la carpeta asfáltica actual
 - La colocación uniforme de captaluces a lo largo de la vía según su funcionalidad (tipo de color y su significado específico)
- Respecto a la presencia de peatones sobre la vía se recomienda lo siguiente:
 - Realizar un estudio de ingeniería de tránsito que incorpore facilidades para el cruce seguro de los peatones con accesos para personas con algún tipo de discapacidad, valorando en sus estudios los flujos naturales tomados por los peatones

COSEVI
Seguridad Vial

6. Bibliografía

SIECA. (2004). *Manual Centroamericano de Normas para el Diseño Geométrico de las Carreteras Regionales* (2da. Edición). Guatemala.

SIECA. (2000). *Manual Centroamericano de Dispositivos Uniformes para el Control del Tránsito* (1era. Edición). Guatemala.

COMITRAN, SIECA (2000). *Manual Centroamericano de Mantenimiento de Carreteras TOMO III* (1era Edición). Ciudad de Guatemala.

Duarthé, A., Salamanca, J. (2003). *Guía para Realizar una Auditoría en Seguridad Vial* (1era. Edición). Comuna de Providencia, Santiago, Chile.

Valverde, G (2011). *Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carreteras* (1era Edición). Universidad de Costa Rica, Vicerrectoría de Investigación. Costa Rica.

Documentos del Curso Formación Básica de Auditores de Seguridad Vial, LanammeUCR, Julio 2012.

TAC Transportation Association of Canada. (1999). *Geometric Design Guide for Canadian Roads Part 1* (updated December 2011), Ottawa, 2323 St. Laurent Boulevard.

PIARC. (2003). *Road Safety Road* (Version 1.00), PIARC Technical Committee on road Safety (C13)

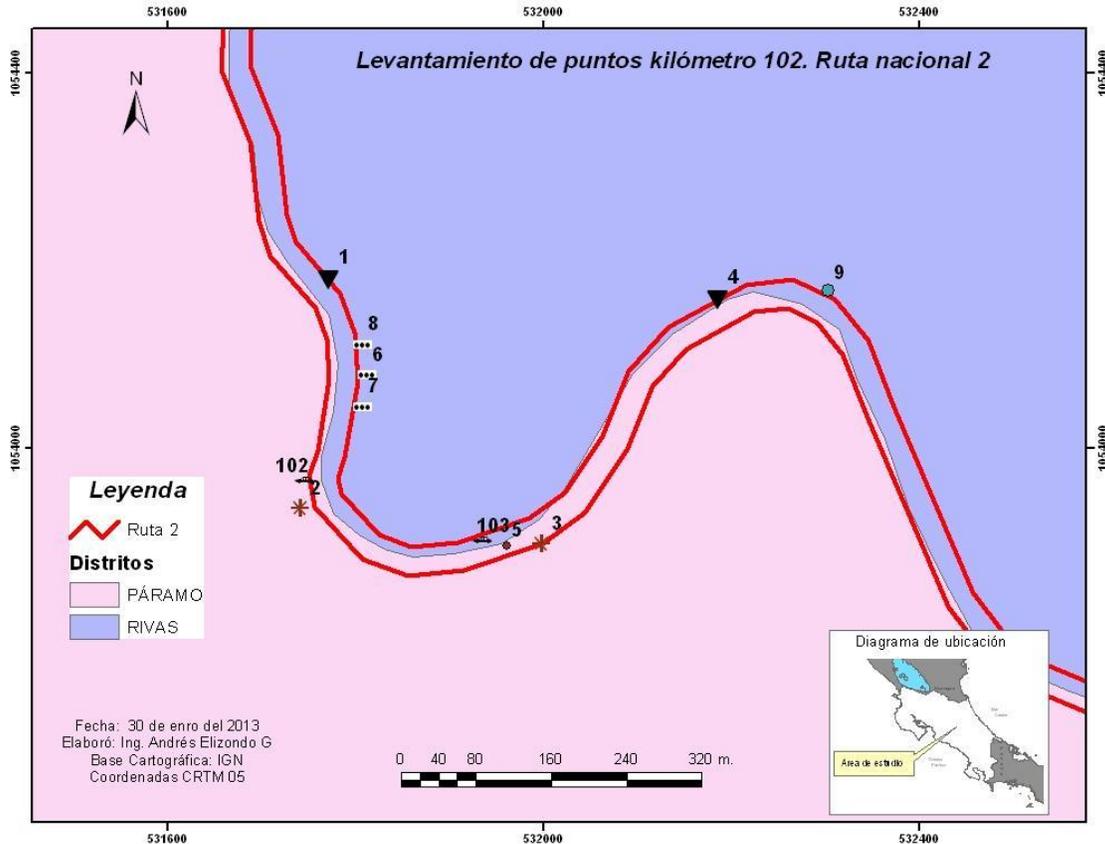
7. Anexos



7.1 Mapas representativos del trabajo realizado en campo sobre la Ruta Nacional N° 35, cantón de San Carlos, para el período del 2007 - 2011

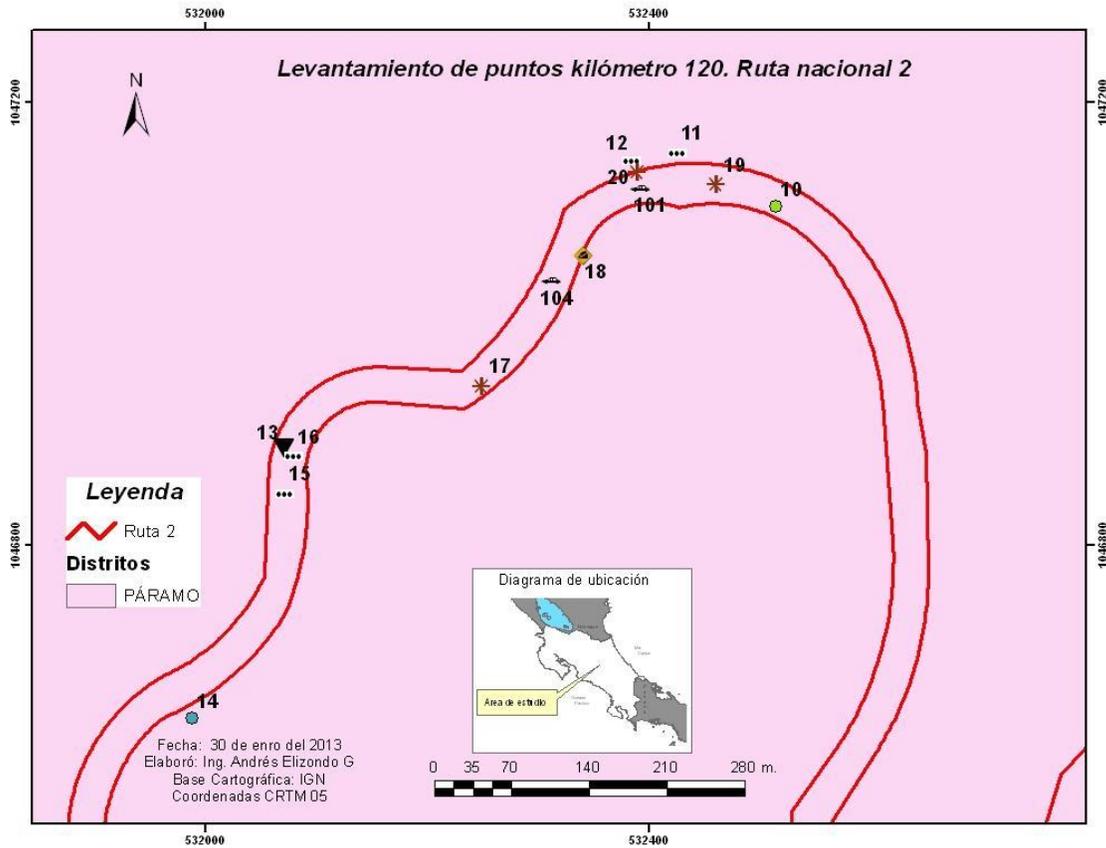
A continuación se presentarán los mapas que representarán las irregularidades generales encontradas en el trabajo de campo desde la perspectiva de seguridad vial para los kilómetros 102, 120 y 133 de la Ruta Nacional N° 2, referirse al cuadro 1.5.3.1 donde se indica la descripción de cada punto junto a sus respectivas coordenadas geográficas CRTM 05.

Mapa 7.1.1 Levantamiento de puntos en campo, km 102, Ruta Nacional N° 2



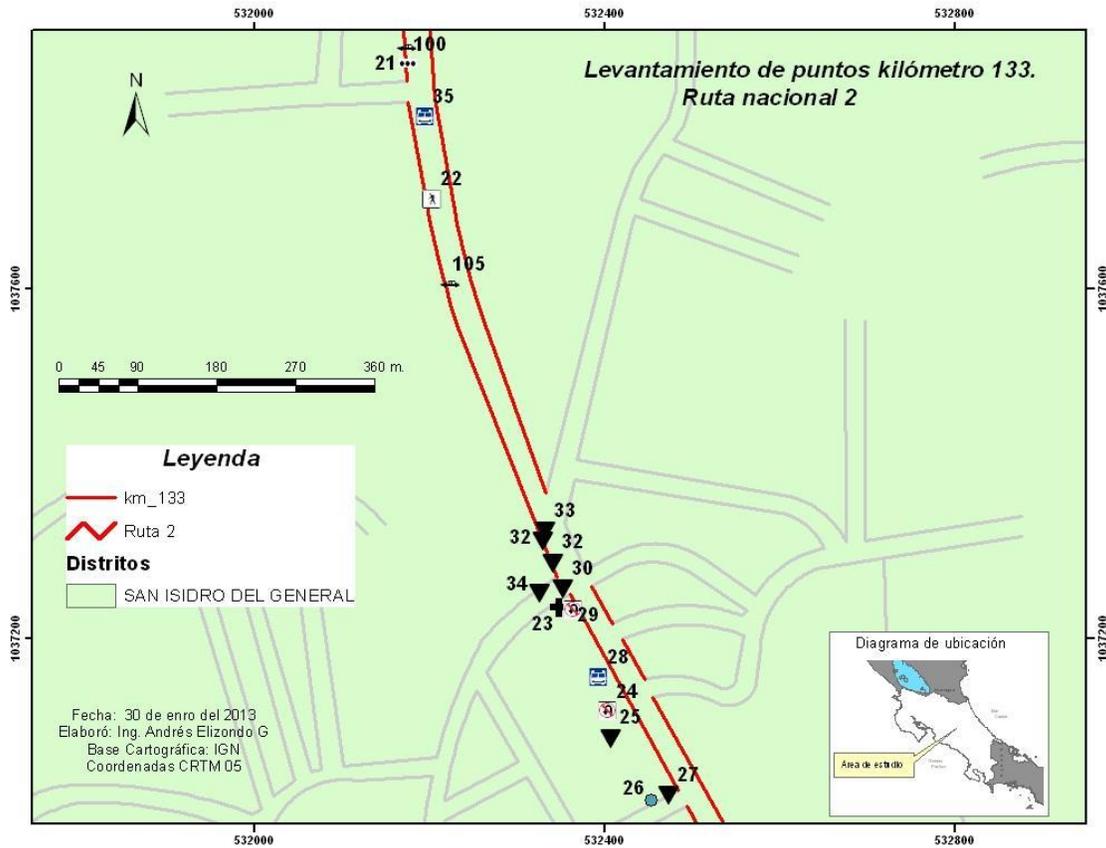
Fuente: Cosevi, 2013

Mapa 7.1.2 Levantamientos de puntos en campo, km 120, Ruta Nacional N° 2



Fuente: Cosevi, 2013

Mapa 7.1.3 Levantamientos de puntos en campo, km 133, Ruta Nacional N° 2



Fuente: Cosevi, 2013

7.2 Velocidades tomadas en campo

Cuadro 7.2.1 Generalidades de cada tramo donde se realizó la toma de velocidad

Fecha:	19-Abr-12
Lugar:	Ruta Nacional N° 2 Km 102
Sentido:	San José - Pérez Zeledón
Hora de inicio:	10:45 a.m.
Hora final:	11:35 a.m.

Fecha:	19-Abr-12
Lugar:	Ruta Nacional N° 2 Km 102
Sentido:	Pérez Zeledón - San José
Hora de inicio:	11:40 a.m.
Hora final:	12:35 a.m.

Fecha:	19-Abr-12
Lugar:	Ruta Nacional N° 2 Km 120
Sentido:	San José - Pérez Zeledón
Hora de inicio:	09:30 a.m.
Hora final:	10:10 a.m.

Fecha:	19-Abr-12
Lugar:	Ruta Nacional N° 2 Km 120
Sentido:	Pérez Zeledón - San José
Hora de inicio:	12:50 a.m.
Hora final:	01:30 p.m.

Fecha:	19-Abr-12
Lugar:	Ruta Nacional N° 2 Km 133
Sentido:	San José - Pérez Zeledón
Hora de inicio:	08:30 a.m.
Hora final:	09:00 a.m.

Fecha:	19-Abr-12
Lugar:	Ruta Nacional N° 2 Km 133
Sentido:	Pérez Zeledón - San José
Hora de inicio:	02:00 p.m.
Hora final:	02:35 p.m.

Fuente: Elaboración propia, 2012

7.3 Velocidades – Kilómetro 102

Cuadro 7.3.1 Detalle de la velocidad tomada en el tramo descrito de la Ruta Nacional N° 2

Muestra	Tipo de Vehículo	Velocidad KPH
1	Camión	58
2	Pick - up	55
3	Rural	65
4	Autobus	47
5	Camión	56
6	Sedan	60
7	Sedan	50
8	Sedan	56
9	Camión	58
10	Trailer	60
11	Pick - up	42
12	Pick - up	60
13	Pick - up	65
14	Sedan	50
15	Rural	60
16	Autobus	40
17	Rural	50
18	Camión	58
19	Trailer	52
20	Camión	35
21	Pick - up	47
22	Sedan	56
23	Rural	48
24	Sedan	55
25	Rural	66
26	Sedan	48
27	Rural	60
28	Rural	55
29	Rural	52
30	Rural	58

Percentil 85 **60** KPH

Límite de velocidad: 40 KPH
Punto: 102

Observaciones: Condición del clima, lluviosa y con presencia de neblina

Muestra	Tipo de Vehículo	Velocidad KPH
1	Rural	80
2	Rural	60
3	Pick - up	55
4	Camión	56
5	Motocicleta	40
6	Sedan	44
7	Trailer	40
8	Microbus	64
9	Pick - up	83
10	Trailer	60
11	Rural	70
12	Trailer	60
13	Trailer	60
14	Camión	60
15	Pick - up	70
16	Trailer	60
17	Sedan	52
18	Rural	50
19	Camión	55
20	Trailer	42
21	Motocicleta	33
22	Rural	72
23	Autobus	44
24	Rural	60
25	Rural	51
26	Pick - up	63
27	Sedan	60
28	Pick - up	62
29	Sedan	66
30	Pick - up	70

Percentil 85 **70** KPH

Límite de velocidad: 40 KPH
Punto: 103

Observaciones: Condición del clima, lluviosa y con presencia de neblina

Fuente: Elaboración propia, 2012

7.4 Velocidades – Kilómetro 120

Cuadro 7.4.1 Detalle de la velocidad tomada en el tramo descrito de la Ruta Nacional N° 2

Muestra	Tipo de Vehículo	Velocidad KPH
1	Rural	72
2	Rural	57
3	Sedan	60
4	Sedan	60
5	Rural	45
6	Pick - up	60
7	Rural	60
8	Rural	60
9	Rural	60
10	Autobus	41
11	Microbus	60
12	Rural	61
13	Rural	62
14	Sedan	61
15	Rural	60
16	Camión	50
17	Camión	60
18	Pick - up	61
19	Sedan	65
20	Pick - up	60
21	Pick - up	60
22	Camión	45
23	Pick - up	61
24	Rural	60
25	Pick - up	60
26	Rural	54
27	Pick - up	60
28	Pick - up	61
29	Pick - up	68
30	Rural	70

Percentil 85 **61.65** KPH

Límite de velocidad: 50 KPH

Punto: 101

Observaciones: Condición del clima,
seca con presencia de
sol

Muestra	Tipo de Vehículo	Velocidad
1	Microbus	50
2	Rural	62
3	Trailer	48
4	Rural	48
5	Sedan	66
6	Camión	46
7	Rural	66
8	Trailer	58
9	Rural	61
10	Rural	60
11	Autobus	50
12	Pick-up	60
13	Rural	67
14	Sedan	60
15	Trailer	60
16	Trailer	58
17	Trailer	45
18	Rural	56
19	Rural	58
20	Pick-up	60
21	Pick-up	71
22	Autobus	45
23	Sedan	50
24	Sedan	61
25	Rural	56
26	Rural	53
27	Autobus	55
28	Pick-up	52
29	Sedan	57
30	Sedan	65

Percentil 85 **63.95** KPH

Límite de velocidad: 40 KPH

Punto: 104

Observaciones: Condición del clima,
lluviosa y con presencia de
neblina, zona prohibida de
adelantamiento,
violentada

Fuente: Elaboración propia, 2012

7.5 Velocidades – Kilómetro 133

Cuadro 7.5.1 Detalle de la velocidad tomada en el tramo descrito de la Ruta Nacional N° 2

Muestra	Tipo de Vehículo	Velocidad KPH
1	Sedan	77
2	Pick - up	65
3	Pick - up	49
4	Microbus	63
5	Sedan	68
6	Pick - up	66
7	Motocicleta	71
8	Camión	55
9	Rural	49
10	Rural	66
11	Camión	60
12	Sedan	74
13	Camión	60
14	Sedan	115
15	Pick - up	63
16	Motocicleta	60
17	Sedan	76
18	Trailer	55
19	Pick - up	60
20	Pick - up	60
21	Rural	66
22	Pick - up	62
23	Pick - up	60
24	Sedan	65
25	Pick - up	70
26	Rural	62
27	Rural	81
28	Pick - up	84
29	Sedan	70
30	Pick - up	70

Percentil 85	75.3	KPH
---------------------	-------------	-----

Límite de velocidad: 40 KPH
Punto: 100
Observaciones: Condición del clima, seca con presencia de sol

Muestra	Tipo de Vehículo	Velocidad
1	Pick - up	60
2	Sedan	61
3	Camión	56
4	Sedan	60
5	Motocicleta	65
6	Pick - up	62
7	Trailer	64
8	Sedan	59
9	Autobus	54
10	Motocicleta	56
11	Rural	69
12	Sedan	67
13	Pick - up	60
14	Pick - up	56
15	Sedan	44
16	Rural	62
17	Rural	60
18	Pick - up	63
19	Rural	64
20	Pick - up	83
21	Motocicleta	77
22	Rural	61
23	Pick - up	77
24	Autobus	76
25	Sedan	63
26	Pick - up	60
27	Sedan	63
28	Sedan	70
29	Sedan	60
30	Rural	64

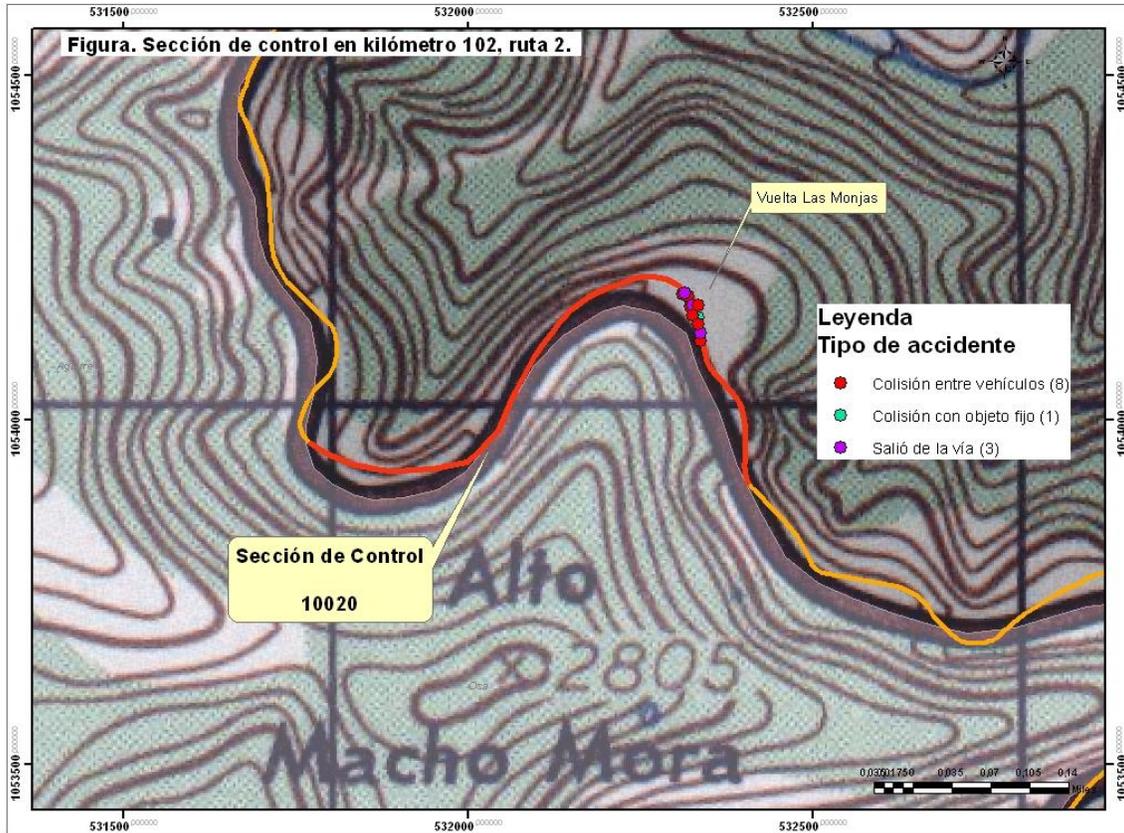
Percentil 85	69.65	KPH
---------------------	--------------	-----

Límite de velocidad: 40 KPH
Punto: 105
Observaciones: Condición del clima, seca con presencia de sol

Fuente: Elaboración propia, 2012

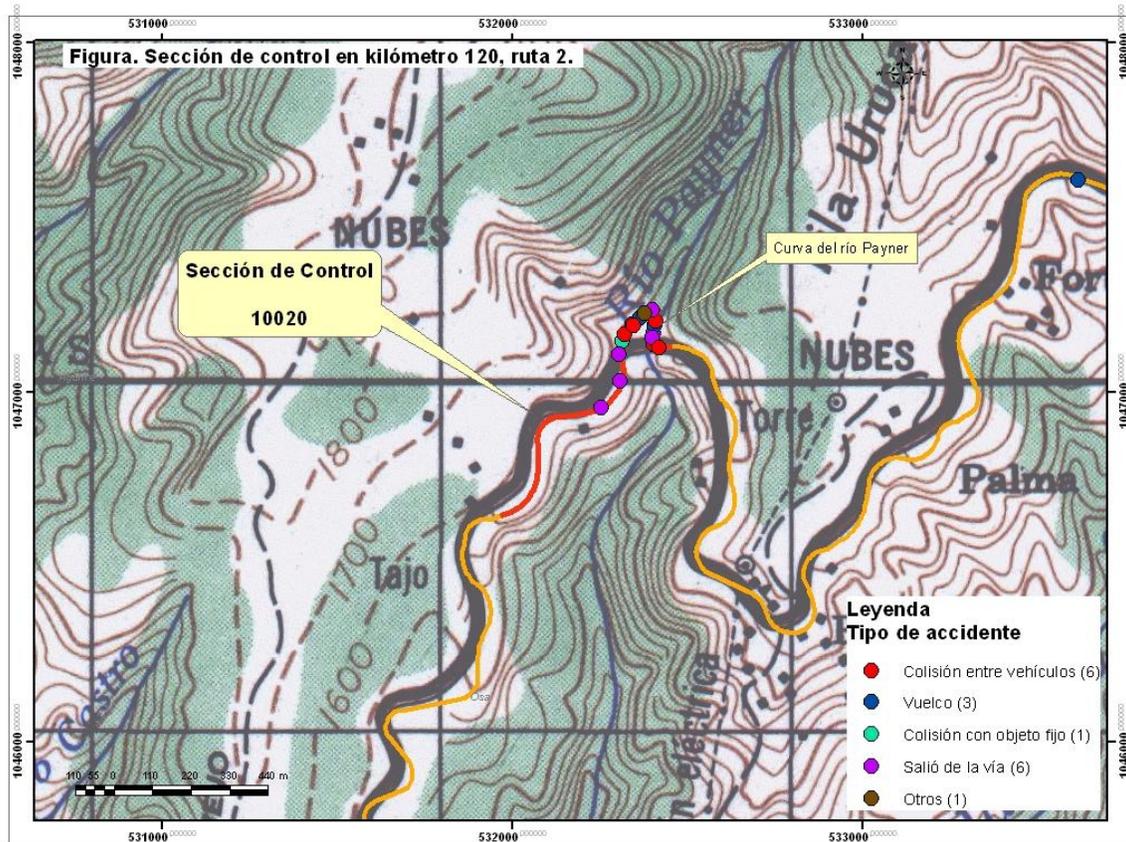
7.6 Figuras de la accidentabilidad en los kilómetros 102, 120 y 133 de la Ruta Nacional N° 2, para el período 2009 y 2010

Figura 7.6.1 Accidentes de tránsito en el km 102, Ruta Nacional N° 2, período 2009 y 2010



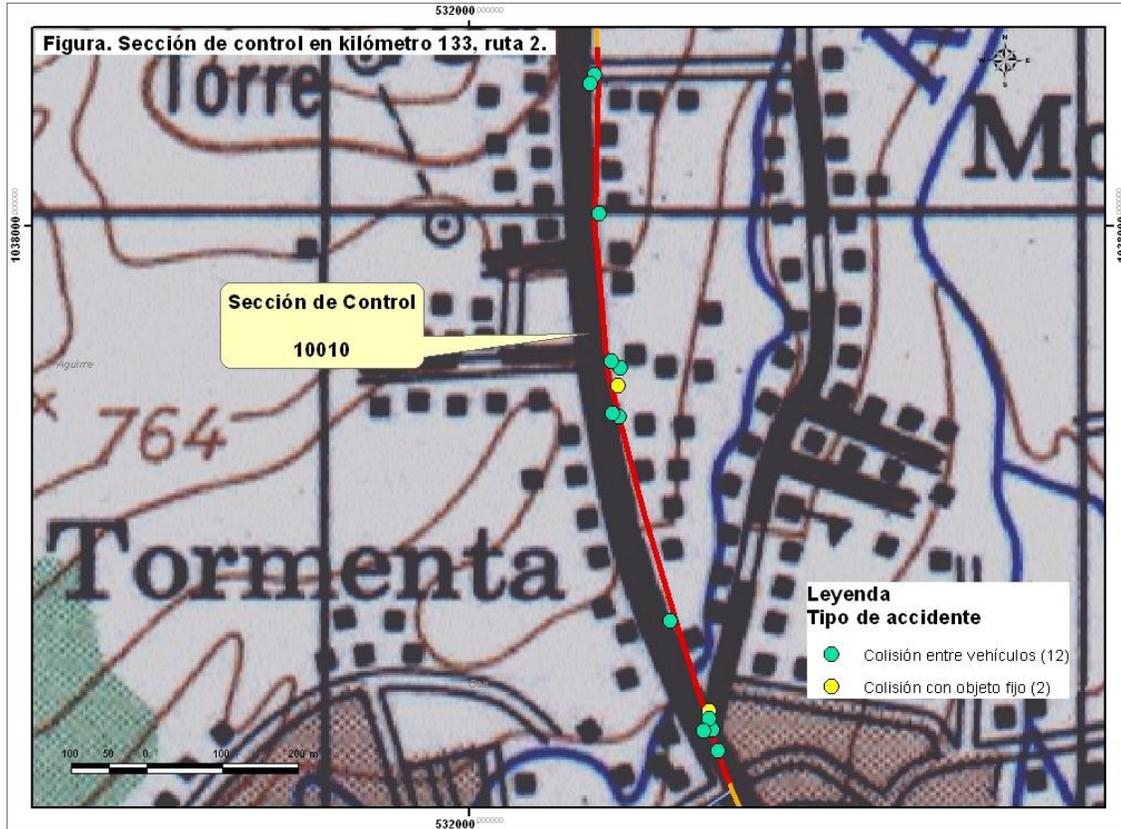
Fuente: SIG, Cosevi, 2013

Figura 7.6.2 Accidentes de tránsito en el km 120, Ruta Nacional N° 2, período 2009 y 2010



Fuente: SIG, Cosevi, 2013

Figura 7.6.3 Accidentes de tránsito en el km 120, Ruta Nacional N° 2, período 2009 y 2010

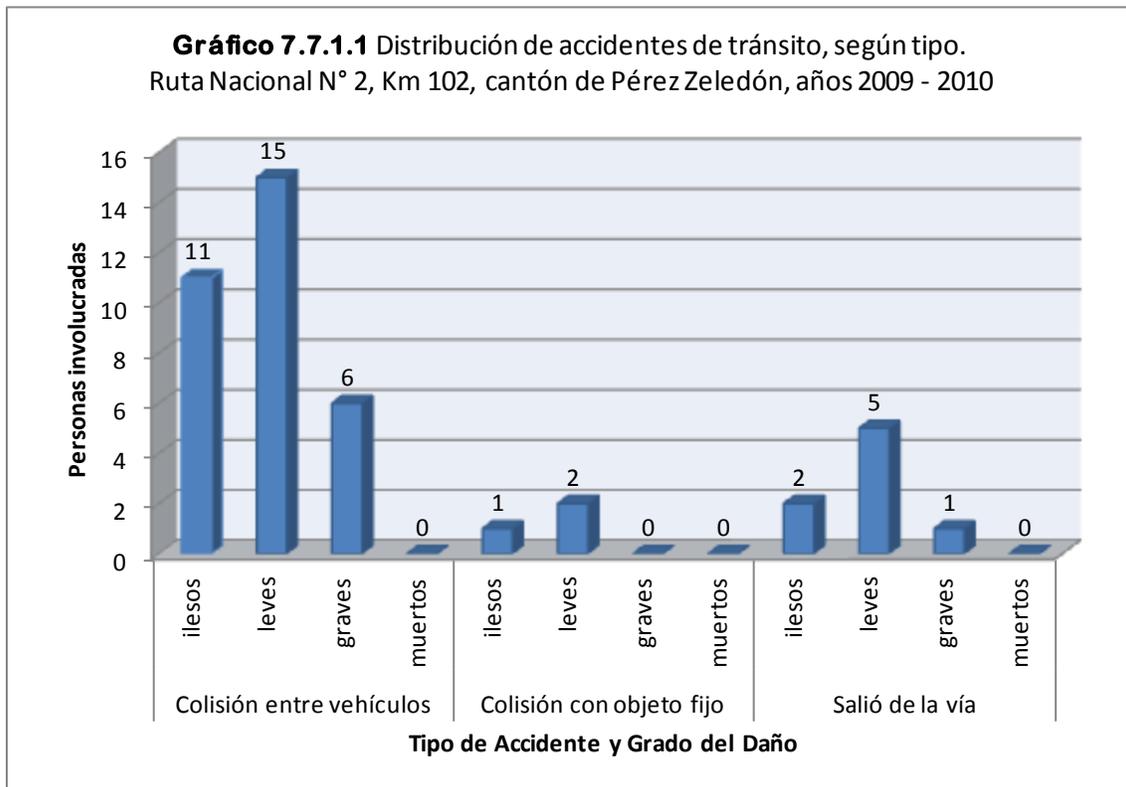


Fuente: SIG, Cosevi, 2013

7.7 Resultados del análisis a base de datos de accidentes de tránsito del cantón de Pérez Zeledón, Ruta Nacional N° 2, para el período de años 2009 y 2010

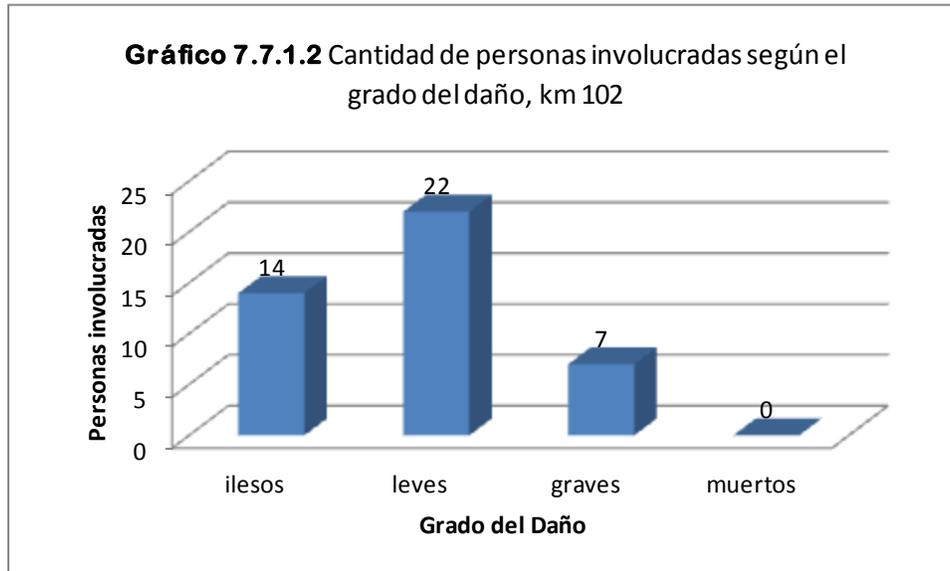
7.7.1 Análisis kilómetro 102, Ruta Nacional N° 2

Gráfico 7.7.1.1 Distribución de accidentes de tránsito, según el tipo, cantón de Pérez Zeledón, Ruta Nacional N° 2, años 2009 y 2010



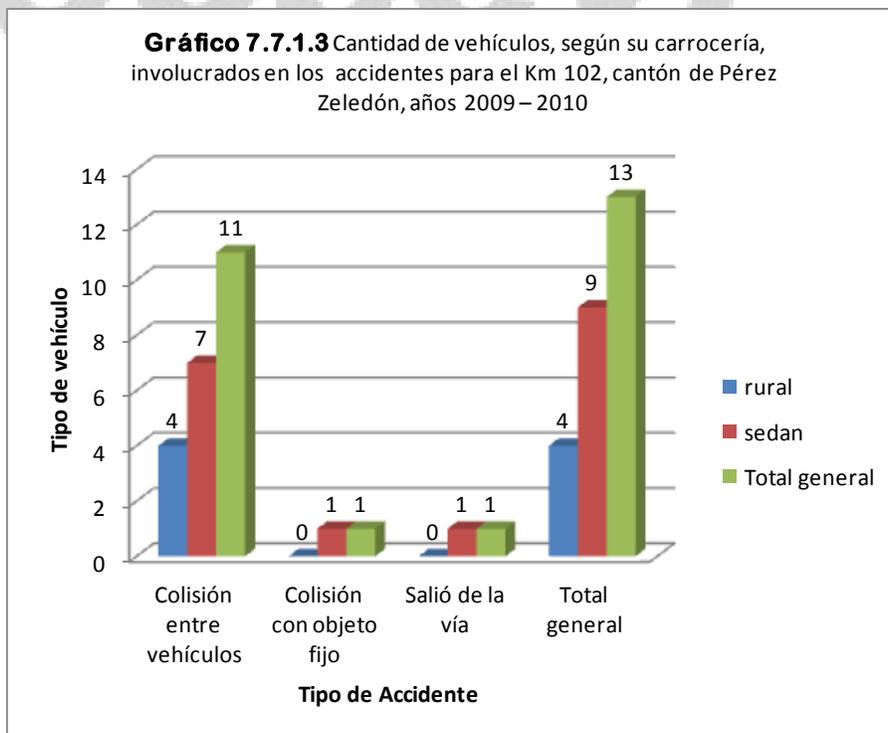
Fuente: Elaboración propia, datos Cosevi, 2012

Gráfico 7.7.1.2 Resumen de las personas involucradas según el tipo de accidente para el Km 102



Fuente: Elaboración propia, datos Cosevi, 2012

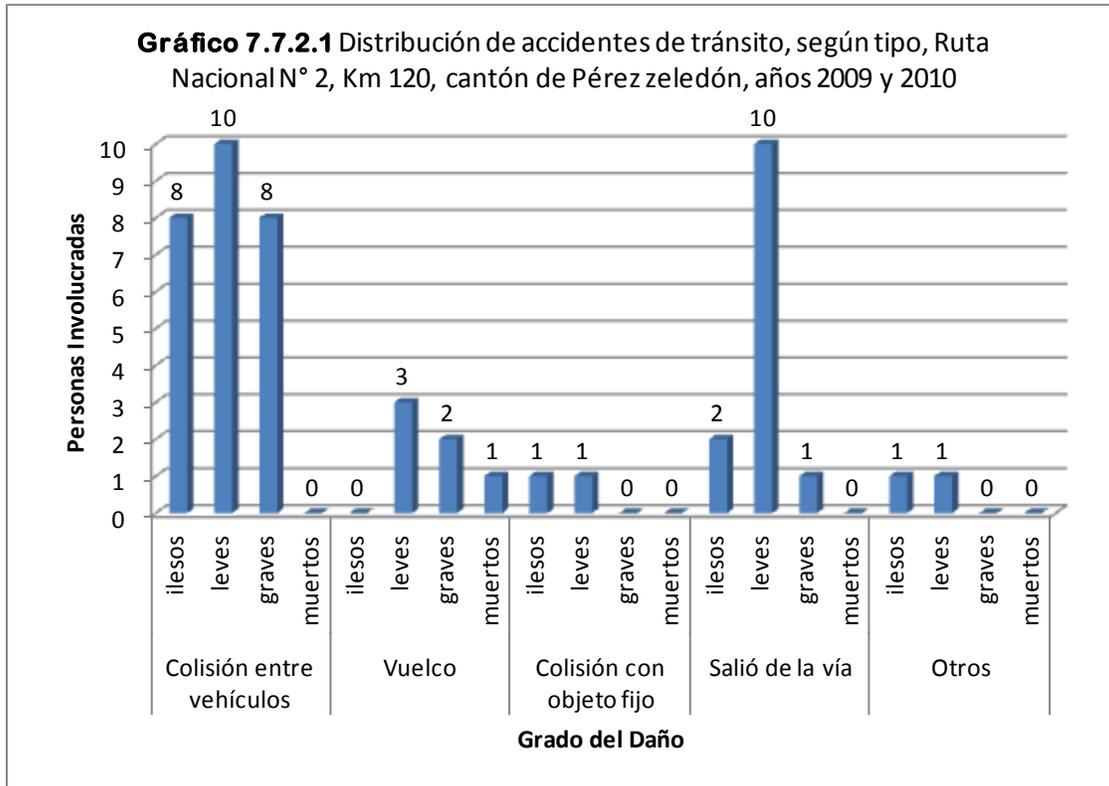
Gráfico 7.7.1.3 Cantidad de vehículos, según su carrocería, involucrados en los accidentes Km 102



Fuente: Elaboración propia, datos Cosevi, 2012

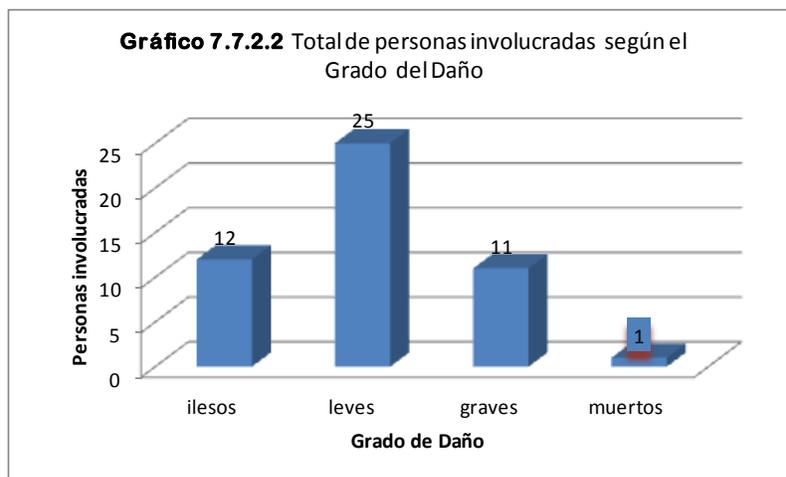
7.7.2 Análisis kilómetro 120, Ruta Nacional N° 2

Gráfico 7.7.2.1 Distribución de accidentes de tránsito según el tipo, Ruta Nacional N° 2, Km 120



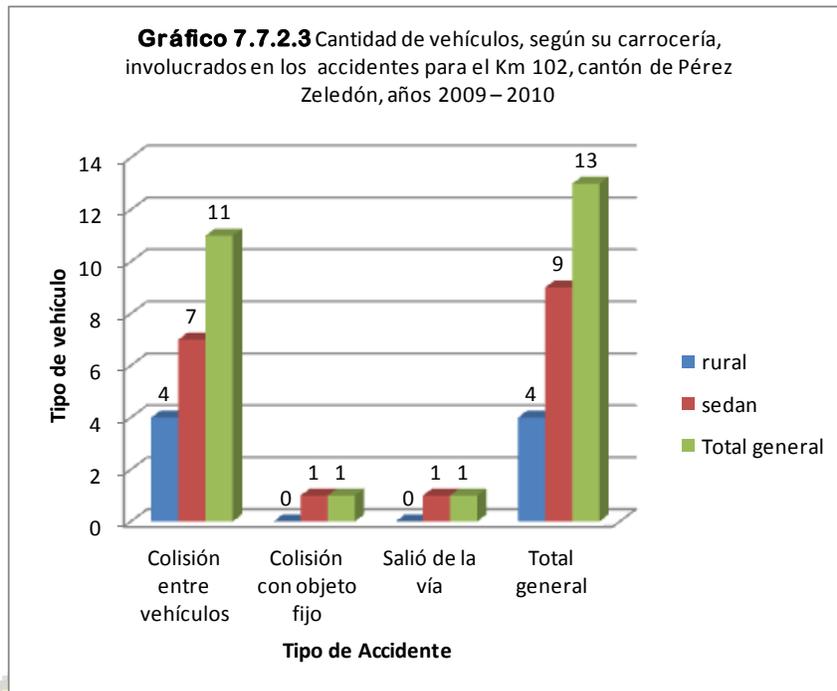
Fuente: Elaboración propia, datos Cosevi, 2012

Gráfico 7.7.2.2 Resumen de las personas involucradas según el tipo de accidente para el Km 120



Fuente: Elaboración propia, datos Cosevi, 2012

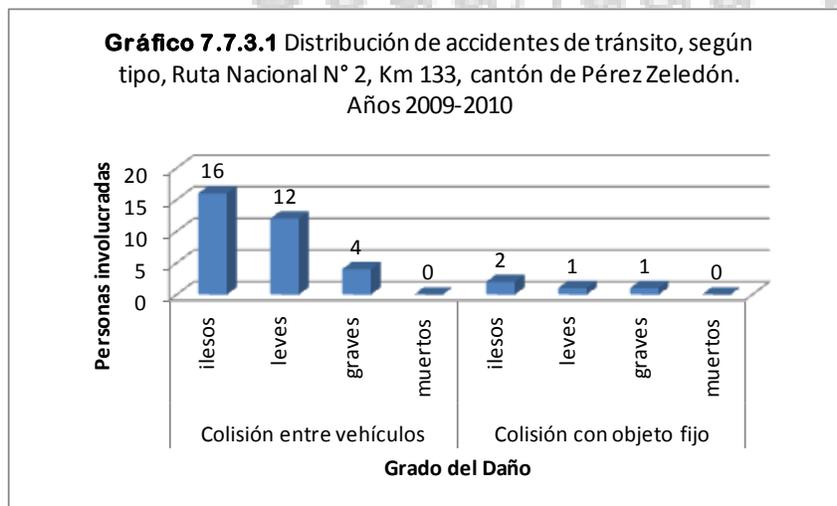
Gráfico 7.7.2.3 Cantidad de vehículos según su carrocería involucrados de acuerdo al tipo de accidente, Km 120



Fuente: Elaboración propia, datos Cosevi, 2012

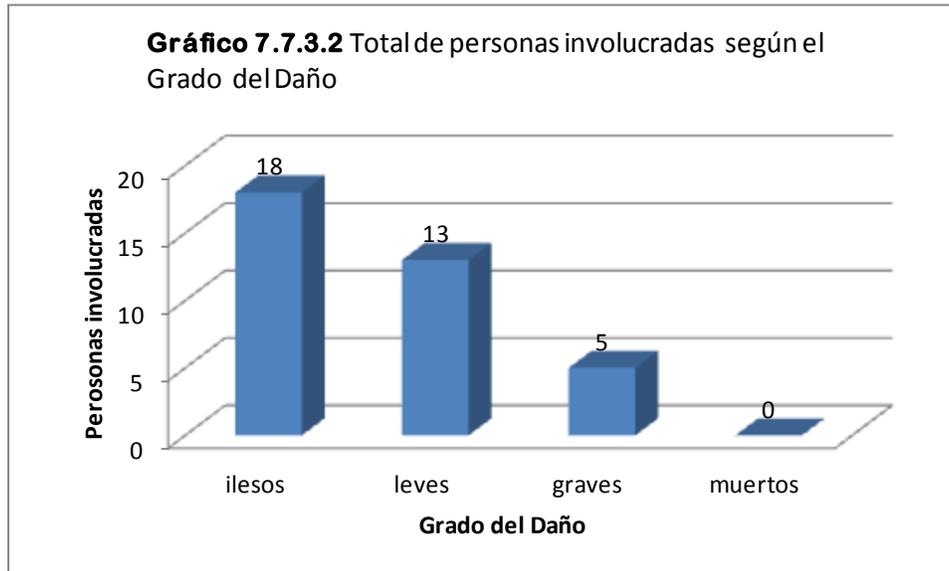
7.7.3 Análisis kilómetro 133, Ruta Nacional N° 2

Gráfico 7.7.3.1 Distribución de accidentes de tránsito según el tipo, Ruta Nacional N° 2, Km 133



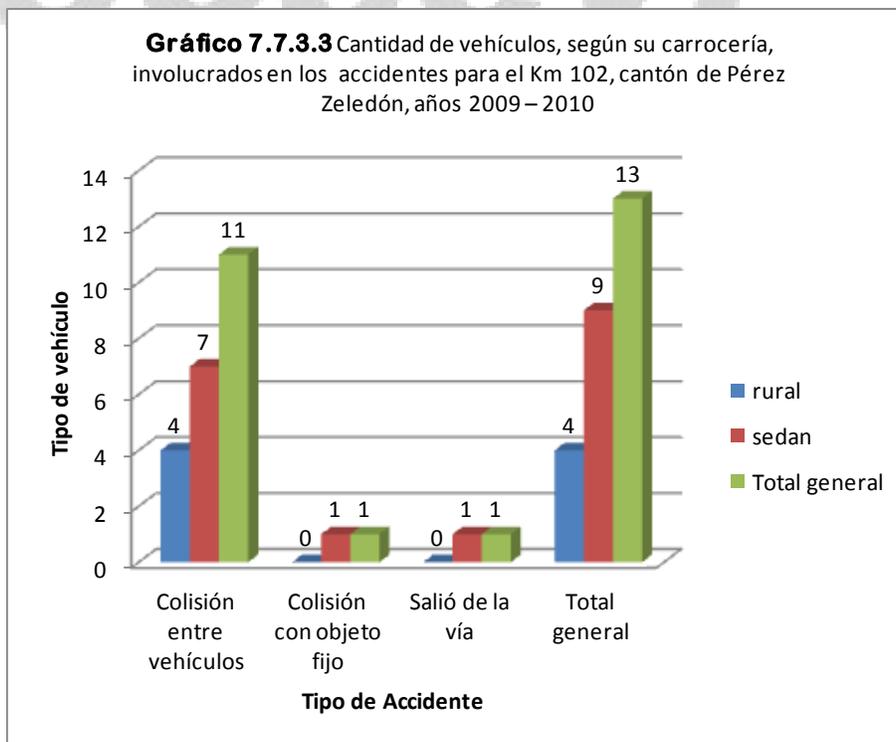
Fuente: Elaboración propia, datos Cosevi, 2012

Grafico 7.7.3.2 Resumen de las personas involucradas según el tipo de accidente para el Km 133



Fuente: Elaboración propia, datos Cosevi, 2012

Gráfico 7.7.3.3 Cantidad de vehículos según su carrocería involucrados de acuerdo al tipo de accidente, Km 133



Fuente: Elaboración propia, datos Cosevi, 2012

Como se ha demostrado en los gráficos anteriores existe una alta concentración de accidentes de tránsito en estos dos años de estudio sobre la Ruta Nacional N° 2, contabilizando 128 personas involucradas en los kilómetros 102, 120 y 133, cobrando la vida de una sola persona. Dicha situación según la perspectiva de intervención para buscar soluciones desde la óptica de seguridad vial puede resultar un indicador para no buscar medidas que mitiguen la problemática de accidentes de tránsito dado que la mortalidad no es alta; pero lo que pretende el análisis de esta auditoría es exponer que, aunque la severidad del accidente no llegue a muerte y ocurran concentraciones de accidentes en lugares específicos de la carretera, significa que existe un problema y se le debe dar solución para mitigar la problemática actual de accidentabilidad mejorando la seguridad vial de la zona afectada que es el fin de esta auditoría en seguridad vial.

7.8 Tránsito Promedio Diario (TPD) en las diferentes Estaciones según las Secciones de Control del tramo auditado de la Ruta Nacional N° 35

Cuadro 7.8.1 TPD de livianos y pesados Ruta Nacional N° 2, km 102 y 120, cantón de Pérez Zeledón, para los años 2009 y 2010

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES PLANIFICACION SECTORIAL UNIDAD LOGISTICA										
TRANSITO PROMEDIO DIARIO Y % DE VEHICULOS										
ESTACION N°: 741		RUTA: 2								
TRAMO: OJO DE AGUA - LA ESE										
UBICACION: ESCUELA DE LA ESE										
SECCION: 10020										
AÑO	T.P.D.	LIVIANOS		PESADOS					TOTAL	
		PASAJ.	C. LIV.	BUSES	2 EJES	3 EJES	4 EJES	5 EJES	LIV.	PES.
1998	2034	43,67	25,44	6,10	10,97	1,75		12,07	69,11	30,89
2006	2293								0,00	0,00

Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección de Planificación Sectorial, Departamento de Medios de Transportes, Unidad de Estudios de Tráfico e Investigación, 2012

Cuadro 7.8.2 TPD de livianos y pesados Ruta Nacional N° 2, km 133, cantón de Pérez Zeledón, para los años 2009 y 2010

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS Y TRANSPORTES PLANIFICACION SECTORIAL UNIDAD LOGISTICA										
TRANSITO PROMEDIO DIARIO Y% DE VEHICULOS										
ESTACION N°: 709 RUTA: 2										
TRAMO: LA S - SAN ISIDRO DE P. ZELEDON										
UBICACION: ENTRADA A SAN ISIDRO DE PEREZ ZELEDON 1 KM ANTES DE A YA										
SECCION: 10010										
AÑO	T.P.D.	LIVIANOS		PESADOS					TOTAL	
		PASAJ.	C. LIV.	BUSES	2 EJES	3 EJES	4 EJES	5 EJES	LIV.	PES.
1987	1700	46,20	26,29	5,09	9,86	4,13		8,43	72,49	27,51
1988	1870									
1989	2000									
1990	1850	40,01	36,31	4,19	10,73	1,89		6,87	76,32	23,68
1991	2120	40,57	34,73	4,48	10,78	1,86		7,58	75,30	24,70
1992	2245	44,83	28,46	4,72	11,45	1,81		8,73	73,29	26,71
1993	2340	45,50	27,37	4,93	10,65	2,97		8,58	72,87	27,13
1994	2200	41,09	33,00	4,78	11,00	1,83		8,30	74,09	25,91
1995	2135	42,37	29,48	5,38	11,26	1,77		9,74	71,85	28,15
1998	3145	44,20	33,21	4,58	8,56	1,26		8,19	77,41	22,59
2005	4746	58,45	23,67	3,40	6,93	2,03		5,52	82,12	17,88
2006	4983								0,00	0,00

Fuente: Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Dirección de Planificación Sectorial, Departamento de Medios de Transportes, Unidad de Estudios de Tráfico e Investigación, 2012

Esta información como es mencionada en la fuente fue solicitada a la Unidad de Estudios de Tráfico e Investigación del mopt, dicha información deberá de ser mejorada para adecuar proyecciones referentes al tránsito promedio diario tanto de livianos como de pesados y ser más actualizada para poder clasificar la vía desde el punto de vista funcional como lo indica el MCNDG, 2004, p. 3-9.

7.9 Levantamiento topográfico

A continuación se presentará el trabajo elaborado por personal del Departamento de Diseño Geométrico del Ministerio de Obras Públicas y transportes, que en colaboración a esta auditoría realizó un levantamiento topográfico sobre la Ruta Nacional N° 2, específicamente en los kilómetros 102, 120 y 133, tomando en cuenta en su levantamiento diferentes aspectos de la vía como: anchos de carril, hombros o espaldones, radios de curvatura, sobre anchos en las curvas, peraltes de la calzada, entre otros para realizar un análisis de la vía desde la perspectiva de seguridad vial y determinar si el radio de curvatura de las curvas presentes en cada kilómetro y su peralte, son factor en los accidentes de tránsito presentes en la zona tomando en cuenta la velocidad y coeficientes de fricción con que estos vehículos circulan por estos kilómetros de la Ruta Nacional N° 2.

cosevi
Seguridad Vial

7.9.1 Levantamiento topográfico Kilómetro 102, Ruta Nacional N° 2



7.9.2 Levantamiento topográfico Kilómetro 120, Ruta Nacional N° 2



7.9.3 Levantamiento topográfico Kilómetro 133, Ruta Nacional N° 2



7.10 Análisis de la topografía de la Ruta Nacional N° 2, en los kilómetros 102, 120 y 133

A continuación se mostrarán los datos finales del trabajo topográfico levantado en campo gracias a la colaboración del Departamento de Diseño Geométrico del mopt, dichos datos formaran parte para determinar, de acuerdo a ciertas variables, si las curvas y sus características geométricas influyen de alguna manera a los accidentes ocurridos en cada kilómetro estudiado.

7.10.1 Análisis de la topografía, km 102, Ruta Nacional N° 2

Cuadro 7.10.1.1 Especificaciones del levantamiento de las curvas del km 102, Ruta Nacional N° 2

Curvas Km 102, Vuelta las Monjas						
CURVA	#1	#2	#3	#4	#5	#6
RADIO (R)	130,00	65,00	51,00	280,00	65,00	190,00
LONGITUD (L)	117,26	105,63	80,02	168,20	48,56	155,93
DELTA (Δ)	51,71	93,16	89,94	34,44	42,83	47,05
TANGENTE (T)	63,00	68,69	50,95	86,77	25,49	82,70
Δ EN RAD	0,90	1,63	1,57	0,60	0,75	0,82

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.1.2 Datos de la curva 1, km 102

CURVA # 1			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	102,732	100,107	97,373
Y2	102,064	99,381	96,949
X	6,406	6,705	6,236
% PERALTE	10,428%	10,828%	6,799%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.1.3 Datos de la curva 2, km 102

CURVA # 2			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	94,692	92,341	90,978
Y2	94,449	91,770	90,420
X	6,614	7,341	7,060
% PERALTE	3,674%	7,778%	7,904%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.1.4 Datos de la curva 3, km 102

CURVA # 3			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	87,539	86,408	84,362
Y2	86,922	85,403	83,256
X	7,822	10,057	8,271
% PERALTE	7,888%	9,993%	13,372%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.1.5 Datos de la curva 4, km 102

CURVA # 4			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	80,842	76,334	73,200
Y2	80,272	75,915	72,488
X	6,459	6,486	7,034
% PERALTE	8,825%	6,460%	10,122%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.1.6 Datos de la curva 5, km 102

CURVA # 5			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	67,992	66,177	64,531
Y2	66,947	65,178	63,816
X	10,457	12,080	10,147
% PERALTE	9,993%	8,270%	7,046%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.1.7 Datos de la curva 6, km 102

CURVA # 6			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	54,685	51,378	48,340
Y2	54,054	50,824	47,814
X	9,876	6,983	6,757
% PERALTE	6,389%	7,934%	7,785%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

7.10.2 Análisis de la topografía, km 120, Ruta Nacional N° 2

Cuadro 7.10.2.1 Especificaciones del levantamiento de las curvas del km 120, Ruta Nacional N° 2

	Curvas Km 120, Río Payner					
CURVA	# 1	# 2	# 3	# 4	# 5	# 6
RADIO (R)	150	65	125	145	19	35
LONGITUD (L)	211	83,851	200,6999	129,7328	51	77,0048
DELTA (Δ)	80,7703	73,9499	92,0407	51,2890	153,1614	126,1225
TANGENTE (T)	127,5930	48,9365	129,5334	69,6110	79,6347	68,8733
Δ EN RAD	1,4097	1,2907	1,6064	0,8952	2,6732	2,2013

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.2.2 Datos de la curva 1, km 120

CURVA # 1			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	69,696	73,217	76,621
Y2	69,253	72,625	75,973
X	7,464	7,199	6,908
% PERALTE	5,935%	8,223%	9,380%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.2.3 Datos de la curva 2, km 120

CURVA # 2			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	86,171	86,959	88,168
Y2	85,389	86,2603	87,464
X	7,384	7,037	7,414
% PERALTE	10,590%	9,929%	9,496%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.2.4 Datos de la curva 3, km 120

CURVA # 3			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	94,636	96,489	95,886
Y2	94,009	95,918	95,698
X	6,790	7,143	7,456
% PERALTE	9,234%	7,994%	2,521%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.2.5 Datos de la curva 4, km 120

CURVA # 4			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	91,095	88,674	87,309
Y2	90,770	88,305	86,792
X	7,514	7,384	7,056
% PERALTE	4,325%	4,997%	7,327%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.2.6 Datos de la curva 5, km 120

CURVA # 5			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	89,618	91,126	91,425
Y2	89,112	89,852	90,469
X	9,316	14,004	13,424
% PERALTE	5,432%	9,097%	7,122%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.2.7 Datos de la curva 6, km 120

CURVA # 6			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	96,565	99,811	103,001
Y2	96,260	99,197	102,814
X	10,191	11,374	8,775
% PERALTE	2,993%	5,398%	2,131%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

7.10.3 Análisis de la topografía, km 133, Ruta Nacional N° 2

Cuadro 7.10.3.1. Especificaciones del levantamiento de la curva del km 133, Ruta Nacional N° 2

KM 133 PEREZ ZELEDON	
RADIO (R)	2430
LONGITUD (L)	920,794
DELTA (Δ)	21,7220
TANGENTE (T)	466,2283
Δ EN RAD	0,3791

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

Cuadro 7.10.3.2 Datos de la curva en el km 120

CURVA # 1			
	Inicio de curva	Centro de curva	Fin de curva
Y1	100,812	74,251	56,419
Y2	100,770	74,098	56,400
X	6,571	6,431	8,336
% PERALTE	0,639%	2,379%	0,228%

Fuente: Departamento de Diseño Geométrico, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 2012

7.10.4 Conclusiones finales del análisis topográfico y las mediciones de velocidad realizadas en los kilómetros de estudio

De acuerdo a la información brindada; se asociarán los datos de las velocidades (V_{85}) tomadas en campo en los ítems 7.2, 7.3 y 7.4, utilizando la sobreelevación promedio (peralte) en m/m y el radio de cada curva presente para cada kilómetro analizado, encontrando el coeficiente de fricción para dicha velocidad (ver formula descriptiva más adelante), el cual se comparará con el coeficiente máximo de fricción lateral para carreteras rurales a ciertas velocidades de diseño (ver cuadro 7.18), lo que podrá indicar si las velocidades del percentil 85 y las condiciones geométricas de la calzada son factores que influyen en la incidencia de accidentes de tránsito para los kilómetros 102, 120 y 133 de la Ruta Nacional N° 2.

$$f_r = \frac{V_{85}^2}{127R} - e$$

donde:

V_{85} = *velocidad del percentil 85 (km/h)*

R = *radio de la curva (m)*

e = *superelevación (m/m)*

f_r = *coeficiente de fricción para V_{85}*

Cuadro 7.10.4.1 Fricción lateral máxima para carreteras rurales y de alta velocidad de diseño urbano

Design Speed (km/h)	Maximum Lateral Friction for Rural and High Speed Urban Design
40	0.17
50	0.16
60	0.15
70	0.15
80	0.14
90	0.13
100	0.12
110	0.10
120	0.09
130	0.08

Fuente: Geometric Design Guide for Canadian Roads, 1999, p 2.1.2.7

En base a lo descrito en el ítem 7.7 se mostrarán los siguientes cuadros descriptivos por kilómetro de acuerdo a la información analizada.

Cuadro 7.10.4.2 Análisis final km 102, Ruta Nacional N° 2

Curvas Km 102, Vuelta las Monjas

Curva	# 1	#2	#3	#4	#5	#6
V_{max} (km/h)	40	40	40	40	40	40
$f_{l max}$	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
V_{85} (km/h)	70	60	70	70	70	70
f_r	0,20	0,24	0,65	0,05	0,51	0,13

Fuente: Elaboración propia, datos Cosevi, 2013

De acuerdo al cuadro 7.18 se puede demostrar que la velocidad de diseño para el kilómetro 102 es de 40 km/h y para dicha velocidad su coeficiente lateral de fricción máximo es de 0.17, una vez tomadas las mediciones de la velocidad percentil 85 en campo se puede evidenciar que es mayor a la velocidad de diseño demarcada en la calzada por lo

que el coeficiente para esta velocidad aumenta en las curvas 1, 2, 3 y 5, produciendo en los conductores un cierto grado de disconformidad y poca seguridad a causa del deslizamiento que se presenta cuando toman estas curvas en condiciones normales de conducción.

Cuadro 7.10.4.3 Análisis final km 120, Ruta Nacional N° 2

Curvas Km 120, Río Payner						
Curva	# 1	#2	#3	#4	#5	#6
$V_{max}(km/h)$	50	40	40	40	40	40
f_{lmax}	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17
$V_{85}(km/h)$	61,65	61,65	63,95	63,95	63,95	63,95
f_r	0,12	0,36	0,19	0,17	1,62	0,81

Fuente: Elaboración propia, datos Cosevi, 2013

En base a la información del cuadro 7.20 se puede observar una leve diferencia al kilómetro anterior, solo la curva 1 posee una velocidad de diseño distinta a las cinco restantes, además que cuenta con un coeficiente de fricción menor para una velocidad percentil mayor a la del diseño, lo que indica que los conductores poseen una buena maniobrabilidad al circular con la curva y sus características aunque superen en 11.65 km/h la velocidad de diseño de esa curva en particular.

La cuarta curva posee el mismo factor de fricción para una velocidad percentil superior al máximo de la velocidad de diseño dicha particularidad puede ocurrir debido a la longitud de su radio y la amplitud de la curva; las restantes curvas 2, 3, 5 y 6 generan en los conductores disconformidad e inseguridad al ser atravesadas, debido al deslizamiento que sienten debido a las características de cada curva y el irrespeto al límite de velocidad que se indica en el tramo estudiado.

Cuadro 7.10.4.4 Análisis final km 133, Ruta Nacional N° 2

Curva Km 133	
Curva	# 1
$V_{max}(km/h)$	40
f_{lmax}	0,17
$V_{85}(km/h)$	75,3
f_r	0,01

Fuente: Elaboración propia, datos Cosevi, 2013

En este caso en particular se puede observar que aunque la velocidad de diseño es 35.3 km/h menos que la velocidad percentil 85 se logra tener un coeficiente de fricción mucho menor, por lo que la amplitud de la curva y el largo del radio que logra dirigir o circular a los vehículos sin sentir problemas de deslizamiento e inseguridad al atravesar la curva.



Tabla de contenidos

CONSEJO DE SEGURIDAD VIAL
DIRECCIÓN DE PROYECTOS
ÁREA DE INVESTIGACIÓN Y ESTADÍSTICA 1

1. Introducción..... 2

1.2 Objetivos..... 6

 1.2.1 Objetivo General 6

 1.2.2 Objetivos Específicos..... 6

1.3 Alcances..... 7

1.4 Limitaciones 7

1.5 Antecedentes Generales de la ASV 8

 1.5.1 Reuniones..... 8

 1.5.2 Participantes en la Auditoría 9

 1.5.3 Inspecciones de Terreno 9

 1.5.4 Documentación 12

 1.5.5 Descripción del Procedimiento 12

1.6 Metodología utilizada para detectar deficiencias y jerarquización de problemas de seguridad..... 13

1.7 Respuesta al Informe de la Auditoría de Seguridad Vial 14

2. Resumen de resultados de ASV aplicadas en otras etapas anteriores del proyecto 14

 2.1 Características por etapas Auditoría de Seguridad Vial Ruta Nacional N° 2 del kilómetro 52 al kilómetro 135 15

 A. I Etapa..... 15

 B. II Etapa..... 15

 C. III Etapa..... 16

 D. IV Etapa 17

 E. V Etapa 17

 F. VI Etapa 18

 G. VII Etapa 18

 H. VIII Etapa 19

 I. IX Etapa..... 19

 J. X Etapa..... 20

2.2 Recomendaciones Auditoría de Seguridad Vial Ruta Nacional N° 2 del kilómetro 52 al 133	21
3. Resultados de la Auditoría actual	23
3.1 Hallazgos kilómetro 102.....	24
3.1.1 Superficie de Rodamiento	24
3.1.2 Hombro o Espaldón.....	25
3.1.3 Sistemas menores de drenaje de la carretera	26
3.1.4 Demarcación Horizontal.....	27
3.1.5 Señalamiento Vertical	28
3.1.6 Sistemas de Contención Vehicular (SCV)	29
3.2 Hallazgos kilómetro 120.....	31
3.2.1 Superficie de Rodamiento	31
3.2.2 Hombro o Espaldón.....	33
3.2.3 Sistemas menores de drenaje de la carretera	33
3.2.4 Demarcación Horizontal.....	34
3.2.5 Señalamiento Vertical	35
3.2.6 Sistemas de Contención Vehicular (SCV)	36
3.3 Hallazgos kilómetro 133.....	38
3.3.1 Hombro o Espaldón.....	38
3.3.2 Sistemas menores de drenaje de la carretera	39
3.3.3 Demarcación Horizontal.....	40
3.3.4 Señalamiento Vertical	42
3.3.5 Facilidades para peatones.....	43
4. Conclusiones.....	45
5. Recomendaciones generales	46
5.1 Recomendaciones kilómetros 102 y 120, Ruta Nacional N° 2	46
5.2 Recomendaciones kilómetro 133, Ruta Nacional N° 2.....	49
6. Bibliografía.....	51
7. Anexos.....	52
7.1 Mapas representativos del trabajo realizado en campo sobre la Ruta Nacional N° 35, cantón de San Carlos, para el período del 2007 – 2011	53
7.2 Velocidades tomadas en campo.....	56
7.3 Velocidades – Kilómetro 102.....	57

7.4 Velocidades – Kilómetro 120.....	58
7.5 Velocidades – Kilómetro 133.....	59
7.6 Figuras de la accidentabilidad en los kilómetros 102, 120 y 133 de la Ruta Nacional N° 2, para el período 2009 y 2010	60
7.7 Resultados del análisis a base de datos de accidentes de tránsito del cantón de Pérez Zeledón, Ruta Nacional N° 2, para el período de años 2009 y 2010	63
7.7.1 Análisis kilómetro 102, Ruta Nacional N° 2.....	63
7.7.2 Análisis kilómetro 120, Ruta Nacional N° 2.....	65
7.7.3 Análisis kilómetro 133, Ruta Nacional N° 2.....	66
7.8 Tránsito Promedio Diario (TPD) en las diferentes Estaciones según las Secciones de Control del tramo auditado de la Ruta Nacional N° 35.....	68
7.9 Levantamiento topográfico.....	70
7.9.1 Levantamiento topográfico Kilómetro 102, Ruta Nacional N° 2.....	71
7.9.2 Levantamiento topográfico Kilómetro 120, Ruta Nacional N° 2.....	72
7.9.3 Levantamiento topográfico Kilómetro 133, Ruta Nacional N° 2.....	73
7.10 Análisis de la topografía de la Ruta Nacional N° 2, en los kilómetros 102, 120 y 133.....	74
7.10.1 Análisis de la topografía, km 102, Ruta Nacional N° 2.....	74
7.10.2 Análisis de la topografía, km 120, Ruta Nacional N° 2.....	77
7.10.3 Análisis de la topografía, km 133, Ruta Nacional N° 2.....	79
7.10.4 Conclusiones finales del análisis topográfico y las mediciones de velocidad realizadas en los kilómetros de estudio	80

Índice de Cuadros

Cuadro 1.5.3.1 Levantamiento de puntos realizado en el trabajo de campo.....	9
Cuadro 1.7.1 Respuesta al Informe de la ASV.....	14
Cuadro 7.2.1 Generalidades de cada tramo donde se realizó la toma de velocidad.....	56
Cuadro 7.3.1 Detalle de la velocidad tomada en el tramo descrito de la Ruta Nacional N° 2	57
Cuadro 7.4.1 Detalle de la velocidad tomada en el tramo descrito de la Ruta Nacional N° 2	58
Cuadro 7.5.1 Detalle de la velocidad tomada en el tramo descrito de la Ruta Nacional N° 2	59
Cuadro 7.8.1 TPD de livianos y pesados Ruta Nacional N° 2, km 102 y 120, cantón de Pérez Zeledón, para los años 2009 y 2010	68
Cuadro 7.8.2 TPD de livianos y pesados Ruta Nacional N° 2, km 133, cantón de Pérez Zeledón, para los años 2009 y 2010	69
Cuadro 7.10.1.1 Especificaciones del levantamiento de las curvas del km 102, Ruta Nacional N° 2	74
Cuadro 7.10.1.2 Datos de la curva 1, km 102	75
Cuadro 7.10.1.3 Datos de la curva 2, km 102	75
Cuadro 7.10.1.4 Datos de la curva 3, km 102	75
Cuadro 7.10.1.5 Datos de la curva 4, km 102	76
Cuadro 7.10.1.6 Datos de la curva 5, km 102	76
Cuadro 7.10.1.7 Datos de la curva 6, km 102	76
Cuadro 7.10.2.1 Especificaciones del levantamiento de las curvas del km 120, Ruta Nacional N° 2	77
Cuadro 7.10.2.2 Datos de la curva 1, km 120	77
Cuadro 7.10.2.3 Datos de la curva 2, km 120	77
Cuadro 7.10.2.4 Datos de la curva 3, km 120	78
Cuadro 7.10.2.5 Datos de la curva 4, km 120	78
Cuadro 7.10.2.6 Datos de la curva 5, km 120	78
Cuadro 7.10.2.7 Datos de la curva 6, km 120	79
Cuadro 7.10.3.1. Especificaciones del levantamiento de la curva del km 133, Ruta Nacional N° 2.....	79
Cuadro 7.10.3.2 Datos de la curva en el km 120.....	79
Cuadro 7.10.4.1 Fricción lateral máxima para carreteras rurales y de alta velocidad de diseño urbano.....	81
Cuadro 7.10.4.2 Análisis final km 102, Ruta Nacional N° 2	81
Cuadro 7.10.4.3 Análisis final km 120, Ruta Nacional N° 2	82
Cuadro 7.10.4.4 Análisis final km 133, Ruta Nacional N° 2	83

Índice de Figuras

Figura 1.1 Ubicación Km. 102 Ruta Nacional N° 2.....	3
Figura 1.2 Ubicación Km. 120 Ruta Nacional N° 2.....	4
Figura 1.3 Ubicación Km. 133 Ruta Nacional N° 2.....	5
Figura 7.6.1 Accidentes de tránsito en el km 102, Ruta Nacional N° 2, período 2009 y 2010	60
Figura 7.6.2 Accidentes de tránsito en el km 120, Ruta Nacional N° 2, período 2009 y 2010	61
Figura 7.6.3 Accidentes de tránsito en el km 120, Ruta Nacional N° 2, período 2009 y 2010	62

Índice de Mapas

Mapa 7.1.1 Levantamiento de puntos en campo, km 102, Ruta Nacional N° 2.....	53
Mapa 7.1.2 Levantamientos de puntos en campo, km 120, Ruta Nacional N° 2.....	54
Mapa 7.1.3 Levantamientos de puntos en campo, km 133, Ruta Nacional N° 2.....	55

