

# Guía técnica para la aplicación de las inspecciones de seguridad vial en los países de América Latina y el Caribe

Mauricio Pineda  
Edgar Zamora  
Dalve Alves  
Marisela Ponce de León

División de Transporte

NOTA TÉCNICA N°  
IDB-TN-1519

# Guía técnica para la aplicación de las inspecciones de seguridad vial en los países de América Latina y el Caribe

Mauricio Pineda  
Edgar Zamora  
Dalve Alves  
Marisela Ponce de León

Noviembre, 2018

Catalogación en la fuente proporcionada por la  
Biblioteca Felipe Herrera del  
Banco Interamericano de Desarrollo

Guía técnica para la aplicación de las inspecciones de seguridad vial en los países de América Latina y el Caribe / Mauricio Pineda, Edgar Zamora, Dalve Alves, Marisela Ponce de León.

p. cm. — (Nota técnica del BID ; 1519)

Incluye referencias bibliográficas.

1. Traffic safety-Latin America. 2. Traffic safety-Risk assessment-Latin America. 3. Roads-Inspection-Latin America. I. Pineda, Mauricio. II. Zamora, Edgar. III. Alves, Dalve. IV. Ponce de León, Marisela. V. Banco Interamericano de Desarrollo. División de Transporte. VI. Serie.

IDB-TN-1519

Códigos JEL: R41

Palabras clave: Transporte; seguridad vial; inspecciones; carreteras y autopistas

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2018 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Contacto BID: Edgar Zamora ([edgarz@iadb.org](mailto:edgarz@iadb.org))

**Agradecimientos:** A la Asociación Española de la Carretera (AEC) y al Programa de Ingeniería de Transportes (PITRA) del Laboratorio Nacional de Materiales y Modelos Estructurales de la Universidad de Costa Rica (LanammeUCR) por la revisión técnica.

A Edgar Tapia, Tania Alonso y Silvia Barrantes por los aportes al documento.

**Diseño y diagramación:** Agencia Felicidad

## ABREVIATURAS

ASV	Auditoría de Seguridad Vial
BASt	<i>Federal Highway Research Institute - Alemania</i>
CFPV	Corporación Fondo de Prevención Vial - Colombia
FHWA	Federal Highway Administration - Estados Unidos
iRAP	<i>International Road Assessment Program</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
ISV	Inspección de Seguridad Vial
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la Salud
PIARC	<i>World Road Association</i>
RIPCOR	<i>Road Infrastructure Safety Protection Core-Research and Deveolopment for Road Safety in Europe</i>
RISMET	<i>Road Infrastructure Safety Management Evaluation Tools</i>
SEETO	<i>South East Europe Transport Observatory</i>
Sétra	<i>Service d'études sur les transports les routes et leurs aménagements</i>
SWOV	<i>Institute for Road Safety Research - Países Bajos</i>
UNISDR	<i>United Nations Office for Disaster and Risk Reduction</i>

# CONTENIDO

PREFACIO	8	<b>3 GUÍA PARA LA APLICACIÓN DE LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL - ISV</b>	<b>44</b>
<b>1 INTRODUCCIÓN</b>	<b>9</b>	<b>3.1 INTRODUCCIÓN A LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL</b>	<b>45</b>
1.1 PROPÓSITO DE ESTA GUÍA	9	3.1.1 Definición de ISV	45
1.2 ALCANCE DE ESTA GUÍA	10	3.1.2 Objetivos de las ISV	47
1.3 GRUPO OBJETIVO	10	3.1.3 Beneficios de las ISV	47
1.4 ORGANIZACIÓN DE LA GUÍA	10	3.1.4 Tipos de proyectos sujetos de las ISV	47
<b>2 PRINCIPIOS TEÓRICOS PARA LA APLICACIÓN DE LAS ISV</b>	<b>12</b>	<b>3.2 MÉTODO PARA EL DESARROLLO DE LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL</b>	<b>48</b>
2.1 PRINCIPIOS DE UNA VÍA SEGURA Y SU ENTORNO	13	3.2.1 Programación y solicitud de la ISV	49
2.1.1 Seguridad Sostenible	13	3.2.2 Preparación de la visita de campo	49
2.1.2 Visión Cero	14	3.2.3 Visita de campo	50
2.1.3 Vías Perdonadoras	14	3.2.4 Informe de inspección	51
2.2 CRITERIOS DE SEGURIDAD VIAL PARA LA APLICACIÓN DE LAS ISV	15	3.2.5 Presentación y revisión del informe de inspección	52
2.2.1 Infraestructura	15	3.2.6 Implementación de las intervenciones recomendadas	53
2.2.2 Vehículos	18	3.2.7 Seguimiento y evaluación	54
2.2.3 Factor humano	21	<b>3.3 PERFIL Y RESPONSABILIDADES DEL EQUIPO DE INSPECCIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL</b>	<b>55</b>
2.3 GUÍA DE MEJORES PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN DE LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL	24	3.3.1 Composición del equipo de inspección	55
2.3.1 Factores de riesgo que debe considerar una ISV	25	3.3.2 Perfil y responsabilidades del equipo de inspección	55
2.3.2 Deficiencias típicas que afectan la seguridad vial	31	<b>3.4 PROGRAMA REGULAR DE INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL</b>	<b>57</b>
2.3.3 Programa iRAP	33	3.4.1 Frecuencia de la realización de las ISV	57
2.3.4 Medidas para el tratamiento y control de los riesgos de siniestros de tránsito para todos los usuarios	38	3.4.2 Selección de las vías para ser inspeccionadas	57

<b>3.5</b>	<b>LISTAS DE VERIFICACIÓN PARA LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL</b>	<b>58</b>	5.1.4 Alcance	73
3.5.1	Lista de chequeo para inspecciones de seguridad vial en vías rurales	60	5.1.5 Metodología	73
3.5.2	Lista de chequeo para inspecciones de seguridad vial en vías urbanas	63	5.1.6 Personal principal para el desarrollo de la ISV	74
3.5.3	Lista de chequeo para verificación por parte del cliente	66	5.1.7 Perfil y responsabilidades del equipo de inspección	74
<b>3.6</b>	<b>EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE INTERVENCIÓN COMO RESULTADO DE LA ISV</b>	<b>67</b>	5.1.8 Productos e informes a entregar	76
<b>4</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	<b>69</b>	5.1.9 Plazo del contrato	76
<b>5</b>	<b>ANEXOS</b>	<b>70</b>	5.1.10 Recursos y facilidades	76
<b>5.1</b>	<b>ANEXO 1. Contenido básico de los términos de referencia para la contratación de inspecciones de seguridad</b>	<b>71</b>	5.1.11 Forma de pago	76
5.1.1	Antecedentes	71	5.1.12 Criterios de selección y evaluación	76
5.1.2	Justificación	72	<b>5.2</b> ANEXO 2. Ejemplo práctico de una inspección de seguridad vial a una carretera	78
5.1.3	Objetivos	72	5.2.1 Introducción	78
	Objetivo General	72	5.2.2 Actividades de la inspección	79
	Objetivo Específicos	72	5.2.3 Descripción de los hallazgos y riesgos	82
			5.2.4 Conclusiones y recomendaciones	95

# PREFACIO

Para contribuir con el control de la grave crisis de la seguridad vial en el mundo, que tan solo en la región de las Américas dejó como resultado la muerte de 154.089 personas en el 2013, lo que representa cerca de un 12% de las defunciones causadas por el tránsito en el mundo y de las cuales 113.083 se produjeron en América Latina y el Caribe (OMS - 2015), es indispensable orientar también los esfuerzos preventivos hacia la operación de infraestructura vial segura.

Para asegurar que la red vial, tanto urbana como rural, sea realmente segura, se emplean dos herramientas, las cuales han demostrado ser instrumentos efectivos para encontrar peligros potenciales en las vías y eliminar los riesgos de siniestros viales. Estas herramientas son las Auditorías de Seguridad Vial (ASV) y las Inspecciones de Seguridad Vial (ISV).

Frente al bajo desempeño de la seguridad vial en América Latina y el Caribe y al tener en cuenta el potencial de las ASV e ISV de lograr una reducción de los siniestros por tránsito y sus efectos, el BID considera necesaria la estructuración de dos guías complementarias para la aplicación sistemática de dichos procesos.

La Guía de Auditorías de Seguridad Vial - ASV, se aplica a proyectos nuevos, particularmente en las

fases de planeación, diseño y construcción y a la reconstrucción de vías existentes. Por otro lado, la presente Guía de Inspecciones de Seguridad Vial, se utiliza para vías en operación. Las dos técnicas emplean procesos similares, las realizan personal experto y comprueban el nivel de seguridad de la infraestructura vial.

Por lo tanto, una ASV tiene como objetivo mejorar la seguridad vial antes de que las vías se construyan o reconstruyan. Las ISV también contribuyen a la seguridad vial al identificar peligros existentes, se pueden realizar periódicamente al total de una red vial o a secciones de la vía. La diferencia entre las dos técnicas radica, principalmente, en que las ISV se fundamentan en una inspección detallada de campo y las ASV se practican sobre planos de diseño.

Con la presente guía se busca estandarizar los procedimientos para la aplicación de las ISV, de tal manera que las haga comparables y sirvan de base para la mejoría de la infraestructura vial. Esto se logrará mediante la difusión en los gobiernos, los encargados de la operación de vías y los profesionales relacionados con la seguridad vial de los países latinoamericanos y del Caribe. Además, se busca establecer los principios y lineamientos para identificar los peligros existentes, los riesgos potenciales de siniestros asociados y la recomendación de medidas de intervención.

# 1 INTRODUCCIÓN

Las Inspecciones de Seguridad Vial, son un método de trabajo sistemático de reconocida eficacia, para la identificación de peligros existentes en una red vial o en una vía en operación, que contribuye a mejorar el desempeño de la seguridad en vías existentes y promover el funcionamiento de carreteras y vías urbanas más seguras en los países latinoamericanos y del Caribe.

Esta técnica, como en el caso de las ASV, se utiliza en muchos países, pero se destaca la práctica en el Reino Unido, Dinamarca, Alemania, Noruega, Australia, Nueva Zelanda y Estados Unidos<sup>1</sup>, que presentan estadísticas alentadoras.

De acuerdo con una investigación realizada por Rune Elvik (Norwegian Centre for Transport Research, 2006), se encontró que, como resultado de las ISV y sus tratamientos asociados, se pueden esperar reducciones significativas en los siniestros de tránsito con víctimas como las siguientes:

- \* Corrección de señales: 5% - 10% de reducción de siniestros con víctimas.
- \* Adición de defensas o barreras de contención a lo largo de los terraplenes: 40% - 50% de reducción del daño debido a siniestros por salida de la calzada.
- \* Tratamientos de los extremos de las defensas: 0% - 10% en la reducción de las lesiones por impacto contra los extremos de las defensas.

- \* Provisión de zonas libres de recuperación: 10% - 40% de reducción de daño por vuelco de los vehículos.
- \* Eliminación de obstáculos: reducción del 5% de los siniestros con heridos.
- \* Instalación de postes de iluminación fracturables: 25% - 75% de reducción de siniestros con heridos por impacto contra los postes.
- \* Pendientes laterales traspasables: 5% - 25% de reducción de siniestros con víctimas por vuelco.

Debido a las ventajas de la aplicación de las ISV y la mejora en el desempeño de la seguridad vial como resultado de su aplicación, el BID estableció la necesidad de estructurar una guía para la aplicación de esta herramienta en vías en operación en los países de América Latina y el Caribe, que permita estandarizar los procedimientos e intercambiar lecciones aprendidas.

## 1.1 Propósito de esta guía

Proporcionar a las agencias encargadas de la operación y gestión de la infraestructura vial de los gobiernos de América Latina y el Caribe las directrices tanto procedimentales como conceptuales, para la aplicación de las ISV.

Las ISV se definen como una revisión sistemática de una vía o una vía urbana existente, con el fin de identificar los peligros potenciales para los

1 RIPCORD-ISEREST "Road Safety Inspections: best practice and implementation plan". 2007.

distintos usuarios y proponer medidas correctivas (Adaptada de Elvik R, 2006)

## **1.2 Alcance de esta guía**

Esta guía técnica para la aplicación de inspecciones de seguridad vial se desarrolló con base en la experiencia internacional, el conocimiento de la consultoría a cargo y los desarrollos logrados en la región y es aplicable a vías en operación, tanto urbanas como rurales.

Está compuesta por una parte teórica integrada por el marco conceptual aplicable, que contiene información detallada sobre los criterios de seguridad vial y la aplicación de la teoría del riesgo. Luego, se incorpora la guía propiamente dicha, que incluye los pasos para el desarrollo de las ISV, los perfiles de los responsables, las listas de chequeo y el método de evaluación de la aplicación de las medidas de intervención. Finalmente, una parte práctica con ejemplos de inspecciones en carreteras y vías urbanas.

## **1.3 Grupo objetivo**

La Guía de ISV está dirigida a los miembros de los equipos de inspección, a los profesionales y técnicos de seguridad vial y a aquellas personas relacionadas con la operación de vías urbanas y rurales. De igual forma, es importante que esta guía la conozcan los diseñadores y constructores de infraestructura vial, con el fin de evitar que los proyectos nuevos incorporen factores de riesgo comúnmente encontrados en las etapas de operación por las ISV.

Esta guía también la deben conocer quienes se encargan de la contratación para realizar las ISV y quienes tienen bajo su responsabilidad la formulación de programas y planes de seguridad vial.

## **1.4 Organización de la guía**

La guía está compuesta por tres capítulos, que se describen a continuación:

El primer capítulo contiene la parte introductoria, en la que se establece el propósito y el alcance de la guía y se define el grupo objetivo hacia el cual está dirigida.

El segundo capítulo reúne todos los principios teóricos que sustentan la aplicación de la ISV. Inicia con el concepto y los principios de un sistema seguro y se discuten estrategias de seguridad vial como la Seguridad Sostenible, Visión Cero y Vías Perdonadoras, las cuales, además de ser un ejemplo de cómo se gestiona la seguridad vial, establecen principios que deberían convertirse en una práctica que proteja la vida de los usuarios sobre cualquier otra consideración. Continúa con la exposición de los criterios de seguridad vial que se deben tener en cuenta en una inspección vial, que incluye una guía de las mejores prácticas obtenidas de la experiencia en la aplicación internacional de las ISV, un compendio de los factores de riesgo para los distintos atributos de la infraestructura vial y un catálogo de medidas de intervención a partir de los hallazgos que se detectan en el ejercicio de las ISV. Termina con las directrices y orientaciones para la aplicación de la teoría del riesgo en la inspección de vías, las cuales permiten medir el potencial de siniestralidad vial y orientan la priorización de las medidas de intervención.

El tercer capítulo contiene la guía de ISV, conformada por cinco secciones. La primera presenta la definición, elementos esenciales, objetivos, beneficios, necesidad, partes intervinientes y tipos de proyectos sujetos a inspección. La segunda parte incluye los pasos que se deben seguir en la apli-

cación de las inspecciones, desde la elaboración de un programa de ISV, hasta el seguimiento y evaluación de las medidas. En la tercera parte se define la composición y el perfil del equipo de inspección, así como las responsabilidades de los miembros del grupo. Incluye las orientaciones para la determinación de un programa regular de

inspecciones. La cuarta sección incluye las listas de verificación para vías rurales y urbanas. En la quinta sección se explica el modelo metodológico para darle seguimiento a la implementación de las recomendaciones del informe de ISV. Finalmente, se incluye como anexo la exposición de ejemplos prácticos de ISV realizadas.



# 2

PRINCIPIOS TEÓRICOS  
PARA LA APLICACIÓN  
DE LAS ISV

De este capítulo forman parte una serie de principios teóricos que sirven de base para la aplicación de las ISV y que orientan al equipo de inspección sobre los criterios de seguridad vial que deben regir el proceso de reconocimiento de los distintos elementos de la infraestructura vial, en los que debe prevalecer la seguridad de todos los usuarios.

Comienza con una mención al enfoque de un sistema vial seguro, el cual está centrado en la protección de la vida; continúa con la exposición de los criterios de seguridad vial para los distintos atributos de la infraestructura vial con el objeto de orientar la acción de la inspección y finalmente, se presenta un catálogo de medidas de intervención.

## 2.1 PRINCIPIOS DE UNA VÍA SEGURA Y SU ENTORNO

Conviene que quien ordene, contrate o realice una inspección de seguridad vial conozca el concepto y principios de un sistema seguro, en el cual la vida humana está por encima de cualquier otra consideración y los adopte cuando sean aplicables a vías en operación.

Dentro del enfoque de un sistema seguro sobresalen tres estrategias internacionales que se utilizan para dar respuesta a los riesgos de siniestros de tránsito con víctimas en una red vial y que corresponden a la política de Movilidad Sostenible de los Países Bajos, la *Visión Cero* de Suecia y las *Vías Perdonadoras*. Estas estrategias se tratan con mayor detalle en la guía para la aplicación de las ASV en los países de América Latina y el Caribe del BID.

### 2.1.1 Seguridad Sostenible

Esta visión se concentra en prevenir los siniestros de tránsito graves o, al menos, reducir el riesgo de

lesiones graves. Por lo cual se considera que los sistemas viales se deben construir a la medida de los usuarios y, por lo tanto, debe tenerse en cuenta su vulnerabilidad física y contemplar que ellos cometen errores y no siempre cumplen las normas.

En primer lugar, la vía, el entorno y el vehículo, deben adaptarse a las capacidades de los usuarios, deben ofrecer asistencia y protección. En segundo lugar, la información y la educación deben preparar a los usuarios para su papel en el tránsito y su comportamiento se debe monitorear (SWOV, 2013).

En el caso de las ISV y, puesto que las vías ya están construidas, las recomendaciones de intervención deben considerar la previsibilidad del comportamiento de los usuarios mediante la disposición de una vía reconocible, la dotación de zonas laterales libres de obstáculos y la implementación de sistemas de contención vehicular.

### 2.1.2 Visión Cero

La Visión Cero es una imagen futura en la cual ninguna persona debe morir o quedar gravemente herida como consecuencia de un siniestro de tránsito. Está compuesta por varios elementos básicos, cada uno de los cuales afectan a la seguridad vial. Se relacionan con la ética (ninguna persona debe morir o quedar lesionada de por vida), la capacidad y la tolerancia humana (los sistemas de transporte se deben diseñar teniendo en cuenta la tolerancia biológica contra la violencia externa), la responsabilidad (los diseñadores son responsables de la seguridad del sistema y los usuarios del cumplimiento de las normas) y en la comprensión científica de que dichos componentes interactúan en el sistema vial y que son interdependientes.

De igual manera, debido a que las ISV se efectúan sobre vías en operación, el mensaje de esta

estrategia es que las intervenciones deben tener en cuenta el nivel de la tolerancia humana a los impactos externos.

### 2.1.3 Vías Perdonadoras

Una vía perdonadora se define como una vía que se diseña y construye de tal manera que interfiera o bloquee el desarrollo de los errores de conducción y evite o mitigue las consecuencias negativas de dichos errores. Esto se logra al permitirle al conductor recuperar el control, detenerse o volver a la vía sin daños ni lesiones.

Esta estrategia, es tal vez la que tiene mayor relación con las inspecciones a vías en funcionamiento, puesto que las recomendaciones deben priorizar la conformación de zonas laterales perdonadoras con la eliminación, relocalización, blindaje o demarcación de objetos peligrosos.

## 2.2

# CRITERIOS DE SEGURIDAD VIAL PARA LA APLICACIÓN DE LAS ISV

Este numeral contiene los principales criterios de seguridad vial que el equipo de inspección debe considerar en la aplicación de las ISV. Estos criterios se presentan, a manera de referencia, como lineamientos y no reemplazan los conocimientos ni la experiencia del grupo de inspección.

Estos criterios comprenden una guía de mejores prácticas, la descripción de los factores de riesgos para los elementos de la infraestructura vial, las deficiencias típicas que se encuentran como resultado de procesos de inspección y un catálogo de medidas de intervención de acuerdo con los hallazgos.

### 2.2.1 Infraestructura

#### Consistencia del diseño geométrico de una carretera

La consistencia del diseño se relaciona con la homogeneidad de las características geométricas de una carretera, la cual influye en la velocidad, comodidad y seguridad con la que se puede circular por esta.

Cuanto menos variables sean los parámetros (radios de curvatura, longitud de rectas, anchos, pendientes, tipos de intersecciones y otros), mejores serán las condiciones de circulación.

Existen varios procedimientos para detectar puntos de inconsistencia que facilitan la ocurrencia de siniestros, entre los que se destacan:

- \* El perfil de velocidades de operación: consiste en hallar la velocidad de operación en cada uno

de los elementos que conforman el tramo en estudio y representarla en una gráfica que permita determinar la variación de esta. Cambios significativos indican problemas de consistencia.

- \* Los índices de alineamiento: son representaciones numéricas de las características geométricas de la carretera, que permiten hacer comparaciones entre diferentes tramos y recomendar rangos para diseños más seguros.
- \* El nivel de atención de los conductores: marca qué tanto deben concentrarse los conductores en su actividad. Altos niveles de atención son inherentes a trazados con baja calificación de consistencia, lo que implica mayor cansancio y riesgo de siniestro.
- \* Otros, que pueden ser combinación de los anteriores.

#### Superficie de los pavimentos

Los pavimentos se diseñan, construyen y mantienen para proveerle al usuario una superficie confortable y segura para conducir. Un factor crítico en la seguridad vial es la fricción del pavimento, especialmente en condiciones húmedas. Una fricción adecuada permite mejor control del vehículo y la capacidad para detenerse rápido en caso de una maniobra crítica.

La fricción se calcula con el coeficiente de rozamiento del pavimento, el cual se ve afectado por factores como la temperatura, cambios de estación, condición del pavimento, humedad, velocidad

del vehículo, acción de frenado, propiedades del neumático, entre otros. En condiciones de lluvia, si no se cuenta con el drenaje adecuado, se presenta una condición crítica conocida como hidroplaneo, que se produce cuando existe una capa de agua suficientemente profunda (medida en mm) entre el neumático y el pavimento, que hacen que el neumático pierda contacto con la superficie de rodamiento y, por lo tanto, el conductor pierde el control del vehículo.

### **Reductores de velocidad**

Estos elementos se utilizan para controlar la velocidad sin convertirse en un peligro adicional. El reductor de velocidad es una variación en el perfil longitudinal de un pavimento, diseñado para provocar una leve oscilación en un vehículo que lo atraviesa a baja velocidad y una sensación de descontrol para aquellos vehículos que lo atraviesan a altas velocidades. Existen varios tipos de reductores de velocidad que se utilizan en los diferentes países conforme a la reglamentación existente en cada uno de estos y la zona en la que se localizan. Se destacan las bandas alertadoras o sonoras, los resaltos parabólicos, circulares, de tipo trapezoidal y de tipo cojín, y el dibujo de líneas en diferentes patrones en el pavimento, que funcionan para reducir la velocidad en sitios con velocidades de más de 60 km/h.

El reductor de velocidad debe estar debidamente demarcado con pintura retrorreflectante que lo haga muy visible, con señalización vertical de advertencia y ubicación, en lo posible, en un área iluminada.

### **Bermas**

La superficie de las bermas se puede pavimentar o tratar con suelos estabilizados. Tienen varias funciones como, permitir maniobras evasivas, conceder espacio para detener el vehículo por emergencias, facilitar el tráfico en situaciones especiales, facilitar el tráfico para desvíos, facilitar

el tráfico de vehículos de emergencia, operar como carriles de viraje, servir para el tráfico peatonal o como ciclovía cuando la velocidad de operación no es superior a 60 km/h.

Existen varios factores que afectan la funcionalidad y seguridad de las bermas, entre los que destacan la resistencia estructural, el ancho y continuidad, la pendiente transversal, la junta lateral, la superficie, el contraste con la superficie de la calzada y la demarcación.

Cada país tiene su normativa propia con relación a anchos de bermas, lo importante es que sean seguras. El International Road Assessment Program (iRAP) propone para vías seguras un ancho de berma de 2,4 m a cada lado de una carretera.

### **Bandas alertadoras**

Las bandas alertadoras se ubican en sentido transversal al flujo del tráfico para generar un ruido que alerta a los conductores en sitios en los que es necesario reducir la velocidad o estar atento ante una situación de peligro. Este dispositivo se utiliza cuando se aproximan cambios en las condiciones de la vía o de su entorno, por ejemplo: curvas pronunciadas, entradas a poblados en vías rurales, proximidades a estaciones de peaje, zonas escolares, fin de vía con obligación de parar y otras singularidades que, a veces, pueden no ser percibidas adecuadamente por un conductor que no esté atento.

Para buscar que los conductores no se salgan del carril de circulación de una carretera, en algunos países se utilizan las bandas alertadoras, también conocidas como bandas sonoras, como elementos rugosos que modifican la superficie de rodadura de la calzada sobre las líneas de demarcación lateral o central generando una alerta sonora al conductor que pisa las líneas y anunciándole la posibilidad de invadir el carril adyacente o de salirse de la vía. Las bandas sonoras se usan con mayor frecuencia en carreteras rectas o con antecedentes de accidentalidad por salida de vía, en especial por efectos de

microsueños o distracciones de los conductores.

### **Señalización vertical**

La principal función de las señales verticales es la de comunicar. A través de esta función se transmiten las reglamentaciones para el uso de la vía, se advierte la presencia de peligros y se informa sobre rutas y servicios. Para lograr su función cada señal debe ser visible y legible, tanto de día como de noche, por todos los usuarios en toda situación de tiempo y lugar. Deben colocarse en lugares con buena visibilidad para los usuarios, que permitan un tiempo de reacción adecuado y una maniobra segura, que tengan tamaño y tipos de letras adecuados, leyendas cortas, símbolos y formas acordes y que sean retrorreflectantes.

La visibilidad de una señal es función de su estado y ubicación, del material que se use, del entorno y las distracciones del lugar, de la limpieza y condición del parabrisas del vehículo, la limpieza de la señal y de la visión del usuario. En la noche se deben tener ciertas consideraciones adicionales como la retrorreflectividad, la condición de las luces del vehículo y la iluminación del lugar.

Entre los beneficios de una buena señalización vertical se destacan: la prevención, la orientación, el grado de satisfacción del usuario en la experiencia de conducir, la reducción de siniestros de tráfico y una mejor imagen corporativa del responsable de la operación de la vía.

### **Demarcación (señalización horizontal)**

Como en el caso de la señalización vertical, la función principal de la demarcación es la de comunicar reglamentaciones, canalizar el tráfico, dar advertencias sobre peligros y proporcionar información. Las marcas viales son un complemento de las señales verticales.

Es importante que la señalización horizontal tenga uniformidad en dimensiones, diseño, símbolos,

caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplea y tipo de material usado

Para garantizar la visibilidad de las demarcaciones en la noche y en las horas de oscuridad, las pinturas, etc., los materiales que se utilicen deberán ser reflectorizados con microesferas de vidrio, cintas u otros materiales que garanticen su visibilidad nocturna. En este caso, el auditor de seguridad vial debe velar porque la demarcación sea visible en la noche, con el fin de que se cumplan los estándares mínimos de retrorreflectividad exigidos en las reglamentaciones de cada país o en normas internacionales.

### **Delineadores**

Los delineadores son dispositivos retrorreflectantes de distintas formas, colores y tamaños. Se instalan en la superficie de la carretera, fuera de esta o en los sistemas de contención vehicular, y pueden colocarse en los costados de la vía o para delinear la línea de centro.

La principal función de los delineadores es la de captar la atención del conductor, de manera que pueda percibir las características de la carretera con la antelación suficiente para realizar las maniobras necesarias de forma segura.

### **Sistemas de contención vehicular**

Los sistemas de contención vehicular son dispositivos que se instalan en los márgenes de una carretera, su finalidad es retener y redireccionar los vehículos que salen fuera de control de la vía, de manera que se limiten los daños y lesiones, tanto para los ocupantes como para los otros usuarios de la carretera y personas u objetos situados en las cercanías.

La colisión con un sistema de contención vehicular constituye un siniestro sustitutivo del que tendría lugar en caso de no existir este mecanismo y de consecuencias más predecibles y menos graves, pero esto no significa que los ocupantes del vehí-

culo estén faltos de riesgos. Las barreras y sus terminales constituyen también un obstáculo en los márgenes de las vías y solo deben colocarse en caso de que su ausencia implique un riesgo de mayor magnitud en caso de siniestro.

La instalación de un sistema de contención vehicular deberá diseñarse correctamente, tomando en cuenta el tipo de tráfico y usuarios de la carretera en cuestión. Aspectos a considerar son, por ejemplo: si hay motociclistas, si hay mayoría de vehículos pesados o livianos y otros factores de acuerdo con la geometría y el tipo de siniestro que se quiere evitar.

### **Iluminación**

La iluminación vial cumple el objetivo de permitir a los usuarios de carreteras desplazarse con la mayor seguridad y confort posibles durante la noche. Un alumbrado satisfactorio debe ser continuo y uniforme para que el conductor tenga la facilidad de distinguir con certeza y detalle el camino que tiene frente a él y sus alrededores, con el tiempo necesario para efectuar las maniobras preventivas en cualquier situación que lo ponga en riesgo de siniestro y para la apreciación de las señales de tránsito. Los peatones y otros usuarios vulnerables de la carretera podrán distinguir también las marcas para el cruce de calles, vehículos y obstáculos. Para llevar a cabo este tipo de alum-

brado, se deben tomar en cuenta diversos factores, además de considerar los aspectos económico y estético de la vía iluminada, a través de un estudio de los costos de instalación y mantenimiento.

### **2.2.2 Vehículos**

Como principio fundamental, las ISV deben considerar a todos los usuarios del proyecto. En ese sentido, el equipo inspector debe tener claridad sobre las diferencias entre los tipos de vehículos y de usuarios que se esperan en la zona.

De forma general, existen tres tipos de vehículos: los vehículos motorizados (camiones, autobuses, autos y motocicletas o similares), los vehículos a tracción humana (peatón, ciclista, sillas de ruedas) y los vehículos a tracción animal.

Los vehículos motorizados incluyen dos categorías, los vehículos pesados y los vehículos livianos. Para cada uno de estos tipos existen diferencias, tanto para el diseño geométrico de la vía como para su operación.

El grupo de los vehículos pesados está compuesto, en general, por los vehículos de carga y los autobuses para el transporte de pasajeros. En el Cuadro 1 se relacionan los aspectos particulares para la interacción vía - vehículo pesado y para el diseño geométrico que se deben tener en cuenta para estos automotores.

**Cuadro 1** Consideraciones para la operación de los vehículos pesados

## OPERACIÓN DE LOS VEHÍCULOS PESADOS

Interacción vía-vehículo	Diseño geométrico
Peso, largo, ancho	Ancho de carril
Estabilidad lateral, umbrales de vuelco	Pendientes máximas y mínimas
Radios de giro	Distancias de visibilidad
Sobreancho	Diseño de intersecciones
Sobreancho trasero	Sobreanchos
Distancia de frenado	Pavimento
Elevación del ojo del conductor	Puentes u obras de arte
Características de aceleración	Gálibos
Voladizo trasero	Rampas de escape
Estacionamientos	Paraderos
Carriles especiales	Áreas de descanso
Longitud de los carriles de aceleración	Estacionamientos
Limitación de la visibilidad de las señales (colocar señales a ambos lados)	Carriles especiales
Cargas extra pesadas y extra dimensionadas	Carriles de aceleración
Movilización de cargas peligrosas	

Las consideraciones para el diseño geométrico, con relación a los vehículos livianos, se resumen en el Cuadro 2.

**Cuadro 2** Consideraciones para la operación de los vehículos livianos

## OPERACIÓN DE LOS VEHÍCULOS LIVIANOS

Diseño geométrico
Diseño geométrico
Anchos de carriles y bermas
Distancia de visibilidad
Distancia de frenado
Pendientes
Carriles de aceleración
Curvas horizontales
Diseño de intersecciones
Rampas
Sistemas de contención
Señalización
Estado y condiciones de la superficie de rodadura

Para los vehículos de tracción humana y de tracción animal existen diferencias, tanto para el diseño geométrico como para la operación. El riesgo para estos usuarios vulnerables se diferencia de acuerdo con los vehículos con los que interactúe en el sistema de tráfico.

En el Cuadro 3 se relacionan las principales medidas para controlar los siniestros de tráfico de peatones y ciclistas.

**Cuadro 3** Instalaciones para peatones y ciclistas

### INSTALACIONES PARA USUARIOS VULNERABLES

Peatones	Ciclistas
Vías peatonales	Ciclorrutas
Aceras	Rejas o barreras físicas
Cruce: cebra, pelícano, semáforo	Puentes para ciclistas
Islas de refugio	Espacio compartido
Rejas o barreras físicas	
Puentes peatonales o pasarelas	

En algunos países latinoamericanos la población emplea para su transporte, el transporte de cargas pequeñas o el reciclaje, carretas tiradas por caballos,

mulas o bueyes y muchas veces circulan conjuntamente por el mismo espacio del tráfico mixto. Una ISV debe considerar los siguientes aspectos:

**Cuadro 4** Operación de los vehículos de tracción animal

### OPERACIÓN DE VEHÍCULOS DE TRACCIÓN ANIMAL

Vehículos tracción animal	Existencia de otras especies animales
¿Es permitido?	Paso para ganados
Carril asignado	Cercas para contener ganados
Visibilidad nocturna	Corrales guarda ganados
Volumen de vehículos	Paso de especies no domésticas o de fauna
Señalización	Señalización
Prioridades de paso	Prioridad de paso

### 2.2.3 Factor humano

El factor humano es un elemento esencial en la operación de los sistemas de tráfico. Las personas tienen la tarea de conducir los vehículos, participar como pasajero y desplazarse a pie, bicicleta u otro medio para satisfacer ciertas necesidades de movilización.

Por esta razón, es importante que los inspectores de seguridad vial entiendan las diferencias entre conductores, consideren la tarea de conducir, conozcan cómo los usuarios reciben y priorizan la información, comprendan los conceptos de expectativas, tiempo de reacción y proceso de visualización y las necesidades de los usuarios para una buena comunicación.

Las diferencias entre conductores pueden situarse en el plano de las competencias para conducir según la experiencia, las actividades de control, el encauzamiento y navegación, la inatención, distracción, fatiga, sueño, la falta de pericia, deficiencia física, uso de medicamentos, el alcohol y los narcóticos.

Las expectativas se asocian con todos los aspectos de la vía: velocidad, trazado, perfil, diseño geométrico, señalización y otros. Dependen de la cultura regional o local, la experiencia colectiva, el nivel y grado de capacitación y del estado de la vía, sus características y la señalización.

Para lograr una buena comunicación con el conductor se debe tener en cuenta que los mensajes sean llamativos (tamaño, brillo, tipo de texto y símbolos grandes) o que resalten y sean legibles, comprensibles y creíbles.

Existe una relación estrecha entre la infraestructura y el usuario. El objetivo primordial debe ser que dicha relación sea lo más amigable posible para que el humano cometa la menor cantidad de errores. Algunos factores que favorecen que la relación humano-infraestructura sea mejor son:

### Consistencia de velocidades

La consistencia de las velocidades de operación a lo largo de una vía es uno de los criterios de evaluación de la consistencia del diseño geométrico. La consistencia de diseño geométrico es el grado de adecuación entre el comportamiento de la vía y las expectativas del conductor. Las expectativas del conductor pueden dividirse en dos tipos.

- \* Expectativas *a priori*: el conductor basa su criterio de decisión en la experiencia acumulada tras conducir por otras carreteras anteriormente. Para cumplir con estas expectativas, en la carretera debe existir una relación directa entre el tipo de vía y la geometría y las dotaciones que presenta.
- \* Experiencia *ad hoc*: el conductor adquiere experiencia a partir de la percepción de las características del itinerario a medida que lo recorre. Conforme un conductor se desplaza por un tramo de carretera, espera que, en los siguientes km, la misma se comporte de forma similar.

Para la valoración de la consistencia de una vía, la variable más relevante es la velocidad de operación, que se puede estimar a partir de modelos estadísticos que se relacionan directamente con la geometría de la carretera.

### Carga de trabajo

Con el desarrollo de los sistemas inteligentes de transporte, el análisis de la carga de trabajo como parte de los factores que afectan al usuario es cada vez más relevante. Existe la necesidad de evaluar si los sistemas que se implantan en la infraestructura realmente ayudan al conductor en su tarea o si, por el contrario, solo le incrementan la carga de trabajo con exceso de información que debe procesar.

La carga de trabajo se puede definir como el costo en el que incurre el humano para completar una

tarea. La carga mental de trabajo y el desempeño del conductor están directamente ligadas. Para su evaluación se pueden implantar métodos subjetivos, así como mediciones más precisas. Es necesario tomar en cuenta este factor antes de implantar sistemas innovadores para tener la certeza de que facilitan la tarea del conductor en lugar de crear una distracción.

### **Legibilidad de la vía**

La legibilidad de una carretera es el grado en el que los elementos de la vía contribuyen a minimizar las vulnerabilidades de las expectativas del conductor y a evitar que se produzca el siniestro o reducir sus consecuencias.

Las carreteras con una buena legibilidad le muestran al conductor el trazado de la carretera a lo largo de varias centenas de metros. Generalmente, las carreteras muy curvadas en las que los tramos sucesivos se esconden detrás de un cambio de rasante o una curva muy cerrada presentan una mala legibilidad.

### **Carreteras autoexplicativas**

Este concepto se originó en Holanda y consiste en carreteras que animan al conductor a adoptar de forma natural el comportamiento compatible con el diseño y la función de la vía. Las carreteras autoexplicativas deben ser carreteras en las que el usuario sea capaz de distinguir entre los diferentes tipos de carretera, mantener consistencia a lo largo de la ruta, e incentivar a que el conductor de forma intuitiva sepa cómo comportarse. El objetivo es usar la simplicidad y consistencia del diseño para reducir el estrés y los posibles errores de los conductores.

### **Peatones**

En promedio el 27% de las muertes que se producen en América Latina y el Caribe a causa de los siniestros de tráfico corresponde a peatones. El mayor porcentaje los presenta la subregión de Mesoamérica con el 34% del total de defunciones (OPS, 2015).

El equipo inspector de ISV debe tener claros los principios de la seguridad vial de los peatones, lo que permitirá evaluar mejor el entorno y la calidad y seguridad de las instalaciones por las cuales se realizan los viajes a pie. En este sentido, se acogen las recomendaciones de la *Federal Highway Administration* (FHWA) de Estados Unidos<sup>2</sup> que se expresan a continuación.

En general, se identifican tres principios fundamentales para la seguridad de los peatones como:

#### **A Caminar como un modo de transporte**

Una gran parte de los viajes de la población en los países de América Latina se realizan a pie y cubren desplazamientos para ir a trabajar, estudiar, realizar compras o de carácter recreacional. La movilización a pie también es un elemento importante de conexión entre los diferentes modos de transporte.

Esta actividad humana está expuesta a riesgos muy altos con la posibilidad de sufrir siniestros de tráfico por atropello, por lo que es necesario acomodar a los peatones de manera segura, y proporcionar acceso y movilidad en las distintas instalaciones de transporte. En las áreas urbanas, el peatón es el usuario principal y prioritario para el diseño de la infraestructura pública.

La actividad de caminar también se ve afectada por las barreras físicas con las que el peatón se encuentra a lo largo del camino, como los cruces peatonales no protegidos, inexistencia de aceras, mala calidad de las superficies para caminar, obstáculos en los andenes y cruces, inexistencia de cruces y la alta velocidad de los vehículos.

#### **B Características de los peatones**

Los peatones tienen una amplia gama de condiciones que los caracterizan y que los distinguen unos de otros, como: la velocidad al caminar, las necesidades espaciales, la movilidad, la visión, las habilidades cognitivas, las opciones para cruzar y los tiempos de espera. Se debe cuidar

que las facilidades para la movilidad peatonal se diseñen considerando adultos mayores, personas con problemas de movilidad y niños, entre otros. Se debe cuidar que las instalaciones para un peatón típico incluyan a una porción significativa de transeúntes con estas características.

### **C Factores que contribuyen a los siniestros de tráfico de los peatones**

Cuando se realiza una ISV, el equipo inspector debe ser consciente de los factores que contribuyen a los atropellos a peatones, tanto por los conductores como por los mismos peatones. Los comportamientos de los conductores incluyen el irrespeto del derecho de paso, la conducción demasiado rápida, la distracción, entre otros. Los comportamientos de los peatones incluyen, pero no se limitan a: cruce inapropiado, no respetar el derecho de paso de los vehículos e invadir la vía. La mayoría de estas conductas están codificadas y forman parte de los informes policiales de siniestros de tráfico, a los cuales se puede recurrir.

También, es importante que el equipo inspector comprenda los lugares en los que han ocurrido o podrían ocurrir los atropellos a peatones, cuándo los vehículos giran, retroceden, cuándo el conductor viola la intersección o en los accesos a predios y otras instalaciones.

Al analizar la seguridad de los peatones, el grupo de inspectores de seguridad vial debe considerar que los diseños de un proyecto correspondan con el comportamiento común de los transeúntes y no cómo el diseñador considera que deben comportarse los peatones.

### **Ciclistas**

Así como en el caso de los peatones, el equipo inspector debe tener claros los principios de la seguridad vial de los ciclistas, lo que facilitará

la evaluación completa del entorno y la calidad y seguridad de las instalaciones por las cuales se realizan los viajes en bicicleta. En este sentido, se acogen las recomendaciones de FHWA<sup>3</sup> que se expresan a continuación.

### **A La bicicleta como un modo de transporte**

En la actualidad, la bicicleta tiene una gran variedad de usos que van desde la recreación, los desplazamientos de los niños desde y hacia la escuela, hasta el acceso al lugar de trabajo. Esta actividad ha crecido de manera importante en los últimos años y la inversión en mejoras de infraestructura vial para dar cabida a los ciclistas también aumentó. En este sentido, se debe velar porque las instalaciones para ciclistas sean seguras y se integren a los sistemas de transporte.

### **B Características de los ciclistas**

Es importante que el equipo inspector comprenda la gama de características que presentan los ciclistas cuando usan los distintos tipos de instalaciones, determinar cómo los diseños se acomodan a los atributos físicos y operacionales de las bicicletas y habilidades de los ciclistas. Para esto se deben tener en cuenta el espacio, longitud, estabilidad, velocidad, desaceleración y parada.

### **C Factores que contribuyen a los siniestros de tráfico de ciclistas**

El equipo inspector, cuando conduce una ISV, debe ser consciente de los factores que contribuyen a los siniestros de tráfico de los ciclistas, como: la localización (zona urbana, intersecciones), los aspectos de diseño del proyecto, velocidad y el comportamiento del usuario, entre otros. Estos aspectos deben corresponder con el comportamiento común de los ciclistas, que se indica en el Cuadro 7.

## 2.3

# GUÍA DE MEJORES PRÁCTICAS PARA LA APLICACIÓN DE LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL

El estudio que realizó Rune Elvik en el 2006, por encargo del *Institute of Transport Economics* de Noruega – TøI, como parte del programa europeo *Road Infrastructure Safety Protection – Core-Research and Deveolopment for Road Safety in Europe* (RIPCORDER-ISEREST) que estudió la práctica de las ISV en ocho países europeos, recomienda tener en cuenta los siguientes lineamientos para la aplicación de ISV, que son el resultado de las lecciones aprendidas. Estas pueden ser de utilidad en los países de América Latina y el Caribe.

Las directrices para las mejores prácticas con respecto a las ISV propuestas por el estudio referido son las siguientes:

- I Los elementos que se deben considerar en las ISV deben ser factores de riesgo conocidos de siniestros o lesiones.
- II Las inspecciones deben estar normalizadas y diseñadas para garantizar que todos los elementos incluidos se cubran y evalúen de manera objetiva. Para este propósito puede ser de ayuda el desarrollo de listas de chequeo.
- III La lista de elementos que deben incluirse en las ISV (listas de chequeo), debe considerar aquellos que se reconocen como importantes. Los siguientes elementos deben incluirse en todas las ISV:
  - A La calidad de las señales de tránsito, con respecto a su necesidad, si están colocadas correctamente y si son legibles en la oscuridad.

- B La calidad de la demarcación, en particular si las marcas son visibles y son compatibles con las señales de tránsito.
  - C La calidad de la superficie de la vía, en particular con respecto a la fricción y uniformidad.
  - D Las distancias de visibilidad y la presencia de obstáculos permanentes o temporales que impiden la observación oportuna de la vía u otros usuarios.
  - E La presencia de peligros de tránsito cerca de la vía, como árboles, rocas expuestas, tuberías de drenaje, postes, columnas, muros, etc.
  - F Aspectos de la operación del tránsito, en particular si los usuarios adaptan suficientemente su velocidad a las condiciones locales.
- IV Se debe hacer una evaluación estandarizada para cada elemento que se incluye en la inspección, aplicando las siguientes categorías:
- A El elemento representa un peligro para el tránsito que se debe tratar inmediatamente. Debe entonces proponerse un tratamiento específico.
  - B El elemento no está en perfectas condiciones, pero no es necesaria una acción a corto plazo para corregirlo. Se recomienda una observación permanente.
  - C El elemento está en buenas condiciones.
- V Los hallazgos y las propuestas de medidas de seguridad de las inspecciones se deben reportar por medio de informes normalizados

**VI** Los inspectores deben estar formalmente calificados para su trabajo. Deberían reunirse regularmente para intercambiar experiencias y garantizar una aplicación uniforme de los estándares de seguridad en las inspecciones.

**VII** Debe haber un seguimiento de las inspecciones después de algún tiempo para verificar si las medidas propuestas se aplicaron o no. El tiempo prudencial para el seguimiento se acordará entre el equipo inspector y el cliente, tomando en cuenta el tipo de medidas que se propusieron y los recursos disponibles.

En lo que respecta a la selección de las vías para la inspección, se pueden presentar argumentos a favor de los dos enfoques que se utilizan actualmente: (i) solo inspeccionar aquellas vías que se conoce que tienen un problema de seguridad; o (ii) inspeccionarlas todas. Ambos enfoques tienen sentido y la elección a menudo dependerá de si los administradores de las vías tienen suficientes

recursos para inspeccionar y tratar todas las vías o no.

Durante una etapa inicial, puede ser apropiado seleccionar para la inspección las vías con un mal historial de seguridad. Sin embargo, a medida que se gana más experiencia, las ISV pueden utilizarse cada vez más como una herramienta preventiva y extenderse a carreteras que no tienen un mal historial de seguridad (Rune Elvik, 2006).

### **2.3.1 Factores de riesgo que debe considerar una ISV**

En el Cuadro 5 se resumen los principales factores de riesgo que se deben abordar en una ISV, ordenados de acuerdo con los distintos atributos de la infraestructura vial. En el Cuadro 6 se relacionan los factores que se deben considerar en la inspección de los pasos peatonales y en el Cuadro 7 los referidos a las rutas de ciclistas. Estos factores se incorporan en las listas de verificación desarrolladas en el numeral 3.5.



**FACTORES DE RIESGO QUE DEBE CONSIDERAR UNA ISV DE PASOS PEATONALES**

<b>Localización</b>	<b>Distancia de visibilidad</b>	<b>Accesibilidad</b>
Alineamiento de la vía	Visibilidad de peatones adultos	Presencia de rampas en los bordillos
Consistencia entre el ancho de la vía y el tipo de paso	Visibilidad de peatones niños	Pendiente de las rampas en los bordillos
Interacción con el estacionamiento	Visibilidad de personas en silla de ruedas	Altura de la acera
Coordinación con los paraderos de transporte público	Parqueo de vehículos bloqueando la visibilidad	Ancho de la acera
Coordinación con las rutas deseadas por los peatones	Condiciones del drenaje	Parqueo de vehículos obstruyendo los accesos al paso peatonal
Coordinación con las aceras	Separación de los usuarios vulnerables	Obstáculos permanentes obstruyendo el acceso a los pasos peatonales
Distancia a otros pasos peatonales		
Distancia a línea de pare		
Distancia a la intersección		
Distancia al semáforo		
<b>Señalización</b>	<b>Iluminación</b>	<b>Tránsito</b>
Visibilidad diurna y nocturna de la demarcación	Visibilidad nocturna	Velocidad
Contraste entre la demarcación del paso peatonal y el pavimento	Visibilidad de los peatones al amanecer y la puesta del sol	Porcentaje de camiones
Longitud, espaciamiento y dirección de la demarcación		Porcentaje de motocicletas
Visibilidad de las señales de cruce peatonal		
Visibilidad de los semáforos		
Fase peatonal diurna y nocturna de la demarcación		
Separación de los usuarios vulnerables		
Coordinación entre el paso peatonal y la localización del semáforo		
Visibilidad de la línea de pare		

**Cuadro 7** Factores de riesgo que debe abordar una ISV de las rutas de ciclistas

## FACTORES DE RIESGO QUE DEBE ABORDAR UNA ISV DE LAS RUTAS DE CICLISTAS

Sección transversal	Sección de la vía	Superficie de la vía	Intersecciones y accesos	Estacionamiento paradas	Señalización
Existen aceras en ambos costados	Ancho crítico para los ciclistas	Calidad de la superficie	Claridad en la prioridad del ciclista	Legalidad del estacionamiento y paradas a ambos lados de la vía	Claridad en la demarcación
	Límite de velocidad compatible con el diseño	Calidad del drenaje	Velocidad de aproximación de los automotores	Distancias de la línea de circulación de los ciclistas a los vehículos parqueados	La señalización y demarcación generan percepción sobre la presencia de ciclistas
		Drenajes cubiertos con tapas y rejillas	Visibilidad en accesos	Reducción de la visibilidad	
		Colocación y visibilidad de las rejillas	Visibilidad para girar		
		Intersecciones	Visibilidad en la intersección		
			Localización de la línea de pare		
Operación tránsito	Seguridad	Iluminación	Comportamiento	Experiencia en el viaje	Transición entre sistemas
Limpieza de la vía	Ancho suficiente de espacio para el ciclista respecto a los automóviles y autobuses	Estado de la iluminación de la vía	Uso de la calzada o de la acera	Presencia de vistas o paisajes positivos	Visibilidad
Obstaculización de la visibilidad por vegetación	Percepción de seguridad		Cumplimiento de las reglas	Pasos estrechos	Transición en las intersecciones
Estado de la señalización			Cumplimiento de las reglas		Demarcación
			Conflictos con los peatones		Arranque y final de la ciclorruta

Continuación a Cuadro Factores de riesgo que debe abordar una ISV de las rutas de ciclistas



## FACTORES DE RIESGO QUE DEBE CONSIDERAR UNA ISV DE LA CIRCULACIÓN DE CICLISTAS POR BICICARRILES

Sección transversal	Sección de la vía	Superficie de la vía	Intersecciones y accesos	Estacionamiento paradas	Señalización
Existen bicicarriles en ambos costados	Ancho crítico para los ciclistas	Calidad de la superficie	Claridad en la prioridad del ciclista	Estacionamiento y paradas a ambos lados de la vía	Claridad en la demarcación
Existen aceras en uno o ambos costados	Límite de velocidad compatible con el diseño	Calidad del drenaje	Velocidad de aproximación de los automotores	Bloqueo del bicicarril por el estacionamiento	Demarcación longitudinal del bicicarril
		Drenajes cubiertos con tapas y rejillas	Visibilidad en accesos		Demarcación a través de la intersección
		Colocación y visibilidad de las rejillas	Visibilidad para girar		Demarcación de las paradas de autobuses
		Intersecciones	Visibilidad en la intersección		
			Fase para los ciclistas en el semáforo		
			Línea de pare avanzada para ciclistas		
			Geometría, demarcación en glorietas		
Operación tránsito	Seguridad	Iluminación	Comportamiento	Experiencia en el viaje	Transición entre sistemas
Limpieza del bicicarril	Ancho suficiente de espacio para el ciclista respecto a los automóviles y autobuses	Estado de la iluminación de la vía	Uso de acuerdo con el propósito	Presencia de vistas o paisajes positivos	Visibilidad
Obstaculización de la visibilidad por vegetación	Percepción de seguridad		Cumplimiento del sentido de circulación	Pasos estrechos	Anchos de la transición
Estado de la señalización			Circulación por las aceras		Velocidades apropiadas
			Conflictos con automotores		Señalización y demarcación
			Conflictos con los peatones		

Continuación a Cuadro Factores de riesgo que debe abordar una ISV de las rutas de ciclistas



## FACTORES DE RIESGO QUE DEBE CONSIDERAR UNA ISV DE LA CIRCULACIÓN DE CICLISTAS POR CICLORRUTAS

Sección transversal	Sección de la vía	Superficie de la vía	Intersecciones y accesos	Estacionamiento paradas	Señalización
Cumplimiento de estándares seguros	Pendiente máxima	Calidad de la superficie	Claridad en la prioridad del ciclista	Estacionamiento y paradas en la ciclorruta	Claridad en la demarcación
	Acceso a la ciclorruta	Calidad del drenaje	Velocidad de los automotores en la intersección	Obstaculización de la visibilidad en los accesos o en la intersección	Demarcación y señalización de la ciclorruta
	Continuidad	Drenajes cubiertos con tapas y rejillas	Velocidad de los ciclistas		Demarcación de la intersección
	Volúmenes peatonales	Colocación y visibilidad de las rejillas	Visibilidad en accesos		Demarcación de las glorietas
	Acceso de automotores a predios	Alto de los bordillos en la intersección y en los accesos	Visibilidad para girar		
	Barreras de seguridad para separar el tránsito mixto		Visibilidad en la intersección		
			Fase para los ciclistas en el semáforo		
			Geometría, demarcación en glorietas		
Operación tránsito	Seguridad	Puentes y pasos inferiores	Comportamiento	Experiencia en el viaje	Transición entre sistemas
Limpieza de la ciclorruta	Percepción de seguridad en la red	Pendiente para el cruce	Uso de acuerdo con el propósito	Presencia de vistas o paisajes positivos	Visibilidad
Obstaculización de la visibilidad por vegetación	Iluminación	Pendiente con respecto a la vía	Uso de la ciclorruta en el puente	Pasos estrechos	Pendientes en intersecciones
Estado de la señalización		Ancho y alto de la ciclorruta	Circulación por las aceras		Barrera y defensas de protección
		Visibilidad en acceso e intersección	Conflictos entre ciclistas en diferentes direcciones		Señalización y demarcación
		Iluminación en el paso subterráneo	Conflictos con los peatones		
		Drenaje en el paso inferior	Conflictos con automotores en la intersección y en los accesos		

### 2.3.2 Deficiencias típicas que afectan a la seguridad vial

En este numeral se presentan, igualmente a manera de orientación para quienes realizan las ISV, algunas deficiencias típicas en la infraes-

tructura vial, que pueden afectar a la seguridad de los usuarios de una vía en operación, pero en ningún momento reemplazan el examen detallado que debe realizar el equipo inspector sobre las condiciones en la vía bajo inspección.

**Cuadro 8** Deficiencias típicas que pueden afectar la seguridad vial

Elemento	Deficiencia típica	Riesgo
<b>Función de la vía</b>	Disconformidad entre la función de la vía y la operación de altos volúmenes de tránsito	Conflictos con los usuarios vulnerables, especialmente con los peatones, con riesgo de siniestros de tránsito por atropello
	Disconformidad del uso existente con el tránsito mixto (pasos por centros poblados)	
	Ausencia de cruces peatonales protegidos	
	Límites de velocidad no coherentes con la presencia de peatones en ciertos tramos de la vía	Conflicto vehículo - peatón con riesgo potencial de siniestros de tránsito por atropello
<b>Sección transversal</b>	Vías con dos carriles por sentido de circulación sin separador	Conflicto vehículo - vehículos con riesgo potencial de siniestros de tránsito por choque de frente
	Vías de dos carriles de circulación, uno por sentido, con ancho de carril inseguro	Conflicto vehículo - vehículo con riesgo potencial de siniestros de tránsito por choque de frente
	Elementos del sistema de drenaje que producen cambios repentinos del ancho	Choques laterales por la restricción para el adelantamiento, la cual se empeora cuando hay presencia de vehículos pesados  Siniestros de tránsito por choque con objeto fijo
<b>Alineamientos</b>	Restricciones en la distancia de visibilidad, distancia de parada insuficiente y mala orientación a los conductores, que pueden ser ocasionadas por curvas pronunciadas, las crestas de las curvas o la vegetación	Conflictos vehículo - vehículo con riesgo potencial de siniestros de tránsito por choques de frente
	Con relación al alineamiento horizontal las deficiencias más frecuentes son: inconsistencia en las secuencias de radios con diferenciales de alta velocidad, uso de radios pequeños en secciones con alta velocidad y cambios repentinos de alineación sin transición. Esto deberá realizarse mediante el análisis de los planos de diseño geométrico o los datos de un levantamiento topográfico	También pueden ocurrir siniestros de tránsito por salida de la vía en las curvas

<b>Elemento</b>	<b>Deficiencia típica</b>	<b>Riesgo</b>
<b>Intersecciones</b>	No proporciona información adecuada a cada usuario para que adopte decisiones seguras	Conflictos vehículo – vehículo con riesgo potencial de siniestros por choques laterales
	Intersecciones mal diseñadas que inducen a decisiones de alto riesgo o malentendidos en los derechos de paso (algunas intersecciones en Y)	
	Obstruidas por la vegetación o con obstáculos difíciles de detectar	
	Falta de carriles de giros a la izquierda controlados	
	La intersección no es fácilmente reconocible o no hay suficiente visibilidad	
	Falta de control de los accesos	
	Falta de visibilidad en la intersección	
	Espacio insuficiente para maniobras	
	Problemas de visibilidad de los semáforos	
<b>Señalización vertical</b>	Inexistencia de cruces peatonales seguros	Conflicto vehículo – peatón con riesgo potencial de siniestros de tránsito por atropello
	Falta de señalización	Siniestros de tránsito por mala interpretación o ausencia de la reglamentación o prevención que debe proporcionar las señales
	Señalización incompleta	
	Señalización inconsistente	
Señales ilegibles		
<b>Demarcación</b>	Falta de claridad en las marcas viales	Siniestros de tránsito por mala interpretación o ausencia de la reglamentación o prevención que debe proporcionar la demarcación
	Mala visibilidad nocturna de la demarcación	
	Inconsistencia entre la demarcación y las señales verticales	
<b>Usuarios vulnerables</b>	Tránsito transversal de peatones sin ninguna protección	Conflicto vehículo – peatón con riesgo potencial de siniestros de tránsito por atropello
	Tránsito longitudinal de peatones por la calzada o muy cerca de esta	Conflictos vehículo – ciclistas con riesgo potencial de siniestros por choques laterales o por arrastre
	Circulación de ciclistas con el tránsito mixto	
<b>Zona lateral</b>	Obstáculos en la zona lateral sin tratar	Siniestros de tránsito por choque con objeto fijo
	Extremos de las barreras expuestos libremente al tránsito	
	Ausencia de una transición adecuada entre las barandas de los puentes y las barreras de contención vehicular contiguas	
	Defensas semirrígidas, discontinuas o con extremos agresivos o sin abatir, no flexibles	

Fuente: SEETO. Road Safety Inspection Guideline. Belgrade, Serbia. 2012.

### 2.3.3 Programa iRAP

Una referencia importante para la identificación de los factores de riesgo en una vía en operación la brinda la metodología que desarrolló el programa internacional iRAP (*International Road Assessment Programme*).

El programa iRAP<sup>4</sup> trabaja en conjunto con las organizaciones gubernamentales y no gubernamentales con el objetivo de:

- \* Inspeccionar vías de alto riesgo y desarrollar la Calificación por Estrellas y los Planes de Inversión para Vías Más Seguras.
- \* Proveer capacitación, tecnología y apoyo con el fin de sostener el desarrollo de la capacidad en los ámbitos nacional, regional y local.
- \* Rastrear el desempeño de la seguridad de las vías de tal manera que los organismos donantes puedan evaluar los beneficios de sus inversiones.

La calificación por estrellas implica realizar una inspección de los elementos de la infraestructura vial que se sabe tienen un impacto en la probabilidad de que ocurra una colisión y en su nivel de gravedad. Se otorga entre 1 y 5 estrellas según el nivel de seguridad que posee una vía.

Las vías más seguras<sup>5</sup> (4 y 5 estrellas) tienen elementos de seguridad vial apropiados para las velocidades de tránsito actuales. Los elementos de la infraestructura vial en una vía segura

podrían incluir la separación del tránsito en direcciones opuestas mediante un separador ancho, demarcación adecuada y diseño de intersecciones apropiado, carriles amplios y bermas selladas (pavimentadas), bordes de la vía libres de peligros e instalaciones para ciclistas y peatones, como vías y cruces diseñados especialmente para estos.

Las vías menos seguras<sup>6</sup> (1 y 2 estrellas) no tienen elementos de seguridad vial apropiados para velocidades de operación del tránsito. Los análisis del iRAP muestran que a menudo estas son vías de un solo carril que registran límites de velocidad relativamente altos, con curvas e intersecciones frecuentes, carriles estrechos, bermas no selladas, demarcaciones deficientes, intersecciones ocultas y peligros laterales a las vías que no se encuentran debidamente blindados, como árboles, postes y terraplenes empinados cercanos al borde de la vía. Es muy probable que tampoco tengan las facilidades adecuadas para ciclistas y peatones.

#### Factores de riesgo

En el Cuadro 9 se presentan los atributos de la infraestructura vial que, de acuerdo con la metodología de inspección de carreteras de iRAP, pueden convertirse en factores de riesgo si no se diseñan, construyen y operan con el cumplimiento de los estándares que los hacen seguros para todos los usuarios.

4 iRAP. Calificación por Estrellas para Vías Más Seguras.

5 Ídem.

6 Ídem.

**Cuadro 9** Factores de riesgo para los distintos usuarios según los tipos de siniestro

<b>Tipo de siniestro</b>	<b>Factores de riesgo</b>
	<b>Ocupantes del vehículo</b>
Siniestros por salida de la vía	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carril ancho</li> <li>Curvatura</li> <li>Calidad curva</li> <li>Demarcación</li> <li>Bandas sonoras en berma</li> <li>Condiciones vía</li> <li>Pendiente</li> <li>Adherencia</li> <li>Objeto en la zona lateral</li> <li>Distancia al objeto</li> <li>Ancho berma pavimentada</li> <li>Velocidad de operación</li> <li>Influencia flujos externos</li> <li>Transversalidad del separador</li> </ul>
Choque de frente por pérdida del control	<ul style="list-style-type: none"> <li>Carril ancho</li> <li>Curvatura</li> <li>Calidad curva</li> <li>Demarcación</li> <li>Bandas sonoras en el eje vía</li> <li>Condiciones vía</li> <li>Pendiente</li> <li>Adherencia</li> <li>Tipo de separador</li> <li>Velocidad de operación</li> <li>Influencia flujos externos</li> <li>Transversalidad del separador</li> </ul>
Choque de frente por giro	<ul style="list-style-type: none"> <li>Número de carriles</li> <li>Pendiente</li> <li>Adherencia</li> <li>Diferencial de velocidad</li> <li>Tipo de separador</li> <li>Velocidad de operación</li> <li>Influencia flujos externos</li> <li>Transversalidad del separador</li> </ul>
Siniestros en intersecciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tipo de intersección</li> <li>Calidad de la intersección</li> <li>Pendiente</li> <li>Iluminación</li> <li>Adherencia</li> <li>Canalización</li> <li>Distancia de visibilidad</li> <li>Gestión de la velocidad</li> <li>Velocidad de operación</li> <li>Influencia flujos externos</li> </ul>
Siniestros por acceso a predios	<ul style="list-style-type: none"> <li>Punto de acceso a predios</li> <li>Vías de servicio</li> <li>Tipo separador</li> <li>Velocidad de operación</li> <li>Influencia flujos externos</li> </ul>



**Tipo de siniestro****Factores de riesgo****Motociclistas**

Siniestros por salida de la vía

Carril ancho  
 Curvatura  
 Calidad curva  
 Demarcación  
 Bandas sonoras en berma  
 Condiciones vía  
 Pendiente  
 Adherencia  
 Objeto en la zona lateral  
 Distancia al objeto  
 Ancho berma pavimentada  
 Velocidad de operación  
 Influencia flujos externos  
 Transversalidad del separador

Choque de frente por pérdida del control

Carril ancho  
 Curvatura  
 Calidad curva  
 Demarcación  
 Bandas sonoras en el eje vía  
 Condiciones vía  
 Pendiente  
 Adherencia  
 Tipo de separador  
 Velocidad de operación  
 Influencia flujos externos  
 Transversalidad del separador

Choque de frente por giro

Número de carriles  
 Pendiente  
 Adherencia  
 Diferencial de velocidad  
 Tipo de separador  
 Velocidad de operación  
 Influencia flujos externos  
 Transversalidad del separador

Siniestros en intersecciones

Tipo de intersección  
 Calidad de la intersección  
 Pendiente  
 Iluminación  
 Adherencia  
 Canalización  
 Distancia de visibilidad  
 Gestión de la velocidad  
 Velocidad de operación  
 Influencia flujos externos



**Tipo de siniestro****Factores de riesgo**

Acceso a predios

Punto de acceso a predios  
 Vías de servicio  
 Tipo separador  
 Punto de accesos a predios  
 Velocidad de operación  
 Influencia flujos externos

Siniestros viajando a lo largo de la vía

Instalaciones para motociclistas

**Ciclistas**

Siniestros por salida de la vía

Carril ancho  
 Curvatura  
 Calidad curva  
 Demarcación  
 Iluminación  
 Condiciones vía  
 Pendiente  
 Adherencia  
 Objeto en la zona lateral  
 Distancia al objeto  
 Velocidad de operación  
 Influencia flujos externos

Siniestros viajando a lo largo de la vía

Instalaciones para ciclistas  
 Curvatura  
 Calidad curva  
 Distancia de visibilidad  
 Carril ancho  
 Demarcación  
 Pendiente  
 Condiciones de la vía  
 Gestión de la velocidad  
 Bandas sonoras en la berma  
 Parqueo de vehículos  
 Adherencia  
 Iluminación  
 Velocidad de operación  
 Influencia flujos externos



**Tipo de siniestro****Factores de riesgo**

Siniestros en intersecciones

Tipo de intersección  
 Calidad de la intersección  
 Punto de acceso a propiedades  
 Adherencia  
 Instalaciones para ciclistas  
 Iluminación  
 Distancia de visibilidad  
 Canalización de la intersección  
 Gestión de la velocidad  
 Cruce de peatones  
 Accesos a predios  
 Velocidad de operación  
 Influencia flujos externos

**Peatones**Siniestros caminando  
a lo largo de la vía

Andén  
 Curvatura  
 Calidad curva  
 Distancia de visibilidad  
 Carril ancho  
 Demarcación  
 Pendiente  
 Condiciones vía  
 Gestión de la velocidad  
 Parqueo de vehículos  
 Bandas sonoras en la berma  
 Iluminación  
 Velocidad de operación  
 Influencia flujos externos

Siniestros cruzando la vía

Número de carriles (cada lado de la vía)  
 Tipo de separador (cada lado de la vía)  
 Cruce para peatones (cada lado de la vía)  
 Calidad de cruces peatonales  
 Tipo de intersección  
 Calidad de la intersección  
 Defensas o barandas para peatones  
 Adherencia  
 Iluminación  
 Distancia de visibilidad  
 Parqueo de vehículos  
 Gestión de la velocidad  
 Zona escolar  
 Cruce peatonal  
 Velocidad de operación  
 Influencia flujos externos

Fuente: iRap. *Methodology Fact Sheet # 6 – Star Rating Score equations*. 2014.

### 2.3.4 Medidas para el tratamiento y control de los riesgos de siniestros de tránsito para todos los usuarios

En la siguiente cuadro se presentan algunas guías para el tratamiento de los hallazgos que frecuentemente se detectan como resultado de las ISV.

**Cuadro 10** Tratamiento de los hallazgos según los elementos de la vía inspeccionados

Hallazgo/problema	Siniestros potenciales	Usuarios afectados	Tratamiento
<b>Función de la vía</b>			
Mezcla de tránsitos mixtos en asentamientos longitudinales, con flujos de tránsito lento y usuarios no motorizados	Atropellos a peatones choques con ciclistas  Choques laterales  Choques de frente con barreras	Peatones, ciclistas y motociclistas	Control de accesos  Separación de las bermas con barreras  Vías separadas
Mezcla de funciones, vías nacionales que atraviesan poblaciones	Atropellos a peatones y choques con ciclistas	Población local y el comercio	Construcción de variantes  Construcción de los sistemas de vías fuera de las áreas urbanas  Construcción de vías expresas
Uso de las carreteras y vías distribuidoras por los usuarios no motorizados	Atropellos a peatones y choques con ciclistas	Usuarios no motorizados, especialmente los niños	Demarcación  Vías separadas para peatones y ciclistas  Construcción de andenes  Construcción de bermas pavimentadas, para vías con velocidades de operación menor a 60 km/h
Velocidad y volúmenes de tránsito altos para la seguridad de los usuarios no motorizados	Todo tipo de siniestro, especialmente choques de frente, choques laterales y choques por alcance	Todo tipo de usuario por el movimiento rápido del tránsito	Medidas de tránsito calmado
Secciones peligrosas de vías (vías de dos carriles con bermas pavimentadas, vías de cuatro carriles no separadas)	Choque de frente Choques laterales  Vuelco y salidas de la calzada	Ocupantes de todos los vehículos	Diseño de la sección recta segura desde la fase de diseño  Separación de las vías mediante barreras  Reconstrucción de la vía a una sección recta segura
Cruces no controlados en el separador	Choque por alcance  Choques laterales	Camiones, autobuses, automóviles y motociclistas	Demarcación giro en U  Eliminación del cruce  Provisión de carriles de aceleración y deceleración  Construcción del retorno
Vías no divididas, sin separador	Choques de frente  Choque por alcance	Ocupantes de camiones, autobuses, automóviles y motociclistas	Barrera central  Separador central zona verde

Hallazgo/problema	Siniestros potenciales	Usuarios afectados	Tratamiento
<b>Alineamientos</b>			
El curso de la vía no es predecible por los conductores	Choques de frente Choque por alcance Choques laterales	Ocupantes de camiones, autobuses, automóviles y motociclistas	Proporcionar suficientes distancias de visibilidad
Inconsistencia en los alineamientos, combinación de curvas de radios pequeños con curvas de radios grandes	Choques de frente Choque por alcance	Ocupantes de camiones, autobuses, automóviles y motociclistas	Señalización Instalación de barreras Reconstrucción de curvas
Curvas ocultas después de las cimas o en bajadas	Choques de frente Choque por alcance	Ocupantes de camiones, autobuses, automóviles y motociclistas	Señalización Reconstrucción de curvas
Mala visibilidad en las inmediaciones de los puentes	Choques de frente Choque por alcance	Ocupantes de camiones, autobuses, automóviles y motociclistas	Señalización Reconstrucción de curvas
Falta de peraltes	Pérdida de control del vehículo Choques de frente Atropellos en la parte externa de la curva		Señales de advertencia anticipadas Señalización Instalación defensas Garantizar una condición constante Instalación de barreras Mejorar la tracción Reconstruir el peralte Eliminar las curvas cerradas
Mala curvatura horizontal y vertical:	Pérdida de control del vehículo	Todos los usuarios	Señalización
Una sola curva estrecha entre una serie de curvas largas	Vuelco Choques de frente		Bandas alertadoras Barreras
Una curva horizontal después de una cresta			Mejora de la visibilidad Mejora de la curvatura
Una curva horizontal en un descenso o ascenso largo			
Un cambio de pendiente en una curva horizontal			
Una curva cerrada en la parte inferior de un descenso largo			
<b>Intersecciones</b>			
Intersecciones diagonales	Choques laterales Choques de frente Atropellos Choques con ciclistas	Ocupantes de camiones, autobuses, automóviles y motociclistas Usuarios vulnerables	Definir claramente las prioridades y conectar las vías secundarias perpendicularmente a la principal Disminuir el ancho de la intersección
Fallas en glorietas pequeñas:	Choques laterales Atropellos Choques con ciclistas	Ocupantes de camiones, autobuses, automóviles y motociclistas Usuarios vulnerables	La isla central de la glorieta debe tener un relieve en forma de colina Las islas de entrada deben utilizarse para los pasos de peatones y ciclistas cuando sea necesario

Hallazgo/problema	Siniestros potenciales	Usuarios afectados	Tratamiento
Deflexión insuficiente a través de la glorieta	Choques laterales Vuelco		Proporcionar islas - mini rotonda Aumentar el tamaño de la isla central Aumentar el tamaño de las islas de entrada Escalonar las vías de acceso Realignar las vías de acceso
Mala visibilidad en intersecciones tipo T	Choques laterales Choques por alcance	Todos los usuarios	Aumentar la obstrucción visual en el acceso de la vía menor Proporcionar señales de advertencia en todos los accesos Eliminar la obstrucción visual en la intersección Demarcar los carriles a través de la intersección Aumentar el ancho del acceso de la vía secundaria Aplicar un límite de velocidad en la intersección Proporcionar un refugio central para el tránsito que gira Ampliar localmente la vía principal Señalizar el cruce Proporcionar una glorieta Realignar las vías
Mala visibilidad de los cruces	Choques laterales Choques por alcance	Todos los usuarios	Mejorar la señalización Mejorar la intersección en T Mejorar el escalonamiento Cambiar la intersección
Longitud de los carriles de aceleración y desaceleración insuficiente	Choques laterales Choques por alcance	Todos los usuarios	Transiciones divergentes al lado izquierdo Carriles auxiliares al lado izquierdo Fusión de transiciones al lado izquierdo
Maniobras de giro peligrosas	Choques laterales Choques por alcance Choques de frente	Todos los usuarios	Señalización y demarcación de los giros Semaforización Construcción de una glorieta Islas de canalización en la vía menor

### Usuarios vulnerables

Contacto cerrado del tránsito rápido y de los vehículos pesados con los usuarios vulnerables	Atropellos Choques con ciclistas Choques con motociclistas	Todos los usuarios	Marcas de borde Instalaciones de cruce adecuadas Reubicación de las paradas de autobuses Bordillos y barreras Pacificación del tránsito Senderos peatonales segregados Bicicarriles segregados
--	--	--------------------	--

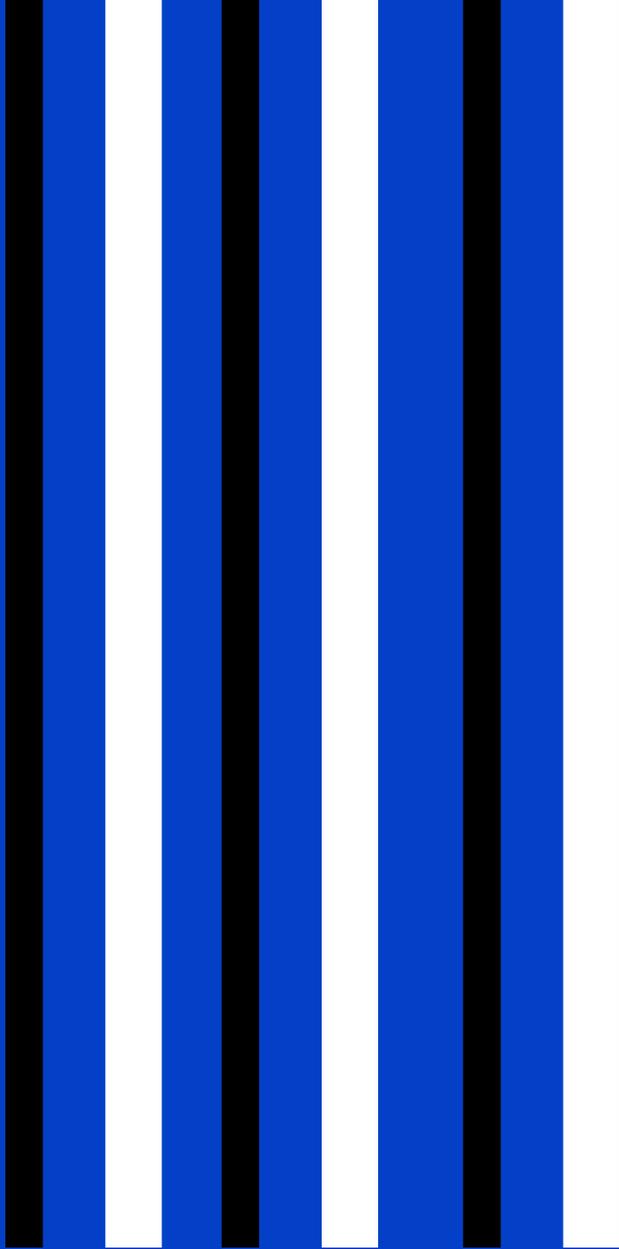
Hallazgo/problema	Siniestros potenciales	Usuarios afectados	Tratamiento
Conflictos de peatones en intersecciones rurales	Atropellos Atropellos por ciclistas	Todos los usuarios, especialmente los peatones	Instalar defensas peatonales y refugios centrales Refugio central en vías menores en cruce no demarcado Cruce de cebra, con o sin refugio central Semáforos para controlar los movimientos en la intersección
Conflictos de los ciclistas en las intersecciones	Choques de ciclistas Atropellos por ciclistas	Todos los usuarios, especialmente los ciclistas	Separación de los ciclistas del tránsito motorizado Modificar el diseño de la intersección dando prioridad al ciclista Semaforizar la intersección
Ausencia de rampas en los sardineles	Atropellos	Todos los usuarios, especialmente los peatones	Uso de rampas para la transición de las calzadas a los andenes Adición de franjas táctiles para invidentes
Ausencia de islas de refugio	Atropellos Choques laterales	Todos los usuarios, especialmente los peatones	Separadores demarcados Separadores elevados Islas de refugios
Conflictos de peatones en intersecciones urbanas	Atropellos Choques laterales	Todos los usuarios, especialmente los peatones	Señalización y demarcación Segregación física
Conflictos de peatones en intersecciones rurales	Atropellos Choques con ciclistas y otros vehículos no motorizados Choques laterales Choques de frente	Todos los usuarios, especialmente los usuarios no motorizados	Segregación física
Obstrucciones para los peatones	Siniestros con peatones	Todos los peatones, especialmente los de movilidad reducida	Sendero y aceras libres de obstáculos
Parqueo cerca de las intersecciones	Atropellos Choques laterales	Todos los usuarios, especialmente los peatones	Demarcación Instalar extensiones de los bordillos
Pasos peatonales sin señalizar	Atropellos Choques laterales	Todos los usuarios, especialmente los peatones	Señalización y demarcación Medidas de tránsito calmado Instalar extensiones de los bordillos
Cruces semaforizados sin fase peatonal	Atropellos Choques laterales	Todos los usuarios, especialmente los peatones	Instalación las fases peatonales
Zonas de trabajo en aceras	Siniestros de peatones invidentes	Todos los peatones, especialmente aquellos con limitaciones en la visión	

Hallazgo/problema	Siniestros potenciales	Usuarios afectados	Tratamiento
<b>Señalización y demarcación</b>			
La señalización de la intersección no indica claramente el derecho de paso	Choques laterales Choques de frente	Todos los usuarios	Mejora de la señalización vertical y horizontal
Carriles de circulación y de giro no demarcados	Choques laterales	Todos los usuarios	Señalización preventiva anticipada Demarcación intersección Señalización de la intersección Romper la distancia de visibilidad en la intersección Escalonamiento de las vías menores
Proliferación de señales	Choques laterales Choques de frente	Todos los usuarios	Simplificar la señalización Mejorar la consistencia de la señalización
<b>Zona lateral</b>			
Terraplenes no blindados	Atropellos Vuelcos Choques con objeto fijo	Todos los usuarios	Señales, demarcación, bandas alertadoras Barrera de seguridad delante del borde del terraplén Ampliar la berma Suavizar las pendientes
Drenaje lateral profundo	Atropellos Salida de la calzada	Todos los usuarios	Señalización, demarcación, bandas alertadoras Barrera de seguridad delante del canal Rejillas sobre el canal Pendientes traspasables Relocalización del canal
Zanjas profundas y cabezales de alcantarillas	Salida de la calzada Vuelco	Usuarios vulnerables Ocupantes de camiones, autobuses, automóviles y motocicletas	Señalización y demarcación Bandas alertadoras Barreras semirrígidas Colocar tubería o rejillas Eliminar los cabezales peligrosos
Bermas peligrosas	Atropellos Choques con ciclistas Impactos laterales Choque por alcance	Todos los usuarios	Señalización y demarcación Mantenimiento de bermas Relocalización de los objetos peligrosos Blindaje de los objetos peligrosos
Extremos de las barandas de los puentes, expuestos al tránsito vehicular	Vuelcos Choques con objeto fijo		Instalación de una barrera semirrígida con su debida transición a la baranda del puente
Extremos agresivos de defensas metálicas	Vuelcos Choques con objeto fijo	Conductores y ocupantes de los vehículos	Abatir y desviar el extremo de la barrera Instalación de amortiguadores de impacto

Hallazgo/problema	Siniestros potenciales	Usuarios afectados	Tratamiento
Curvas no delineadas	Vuelcos		Instalación de delineadores
	Choques con objeto fijo		Bandas alertadoras
			Paneles informativos y señalización
Zonas laterales no perdonadoras	Vuelcos	Conductores y ocupantes de los vehículos	Remoción de obstáculos en la zona libre
	Choques con objeto fijo		Bandas alertadoras en el borde la de la berma
			Ampliación de la berma
			Instalación de delineadores
			Aplanar las pendientes
			Barreras de seguridad

Fuente: Elaborado a partir de PIARC (Asociación Mundial de Carreteras).  
*Catalogue of Design Safety Problems and Potential Countermeasures*. Francia. 2009.

Para más detalles y especificaciones técnicas de las contramedidas se recomienda consultar el documento *Catalogue of Design Safety Problems and Potential Countermeasures*, publicación 2009R07 de PIARC.



# 3

## GUÍA PARA LA APLICACIÓN DE LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL

## 3.1

# INTRODUCCIÓN A LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL

**Las Inspecciones de Seguridad Vial, son una de las herramientas empleadas para la gestión de la seguridad vial en la infraestructura que difiere en algunos aspectos de otras herramientas, como las ISV, la identificación y solución de puntos de concentración de siniestros y los diagnósticos de la seguridad vial provenientes de los análisis a fondo de los informes policiales de siniestros de tránsito. Por esta razón y con el objetivo de clarificar su alcance y diferencias, así como de establecer por qué deben ser parte del conocimiento de los interesados, en este capítulo se presentan los conceptos que enmarcan las ISV.**

### 3.1.1 Definición de ISV

Las ISV, provienen de la concepción inicial de las de ISV que surgió en el Reino Unido y que se incluyeron en la etapa posterior de la preapertura de vía <sup>7</sup>. La definición de ISV varía internacionalmente según alcance de las actividades y su relación con los siniestros de tránsito para iniciar y ejecutar las etapas de la inspección y su dependencia de las rutinas de mantenimiento. Algunos países las denominan revisiones de seguridad vial y otros, auditorías de seguridad vial en vías existentes. <sup>8</sup>

A partir del Proyecto RIPCORDER-iSEREST que consultó el entendimiento de las ISV en los

países europeos y la tarea de la PIARC (Asociación Mundial de Carreteras) para clarificar el concepto, se adopta la siguiente definición.

“La Inspección de Seguridad Vial es una herramienta proactiva desarrollada mediante un proceso sistemático y regular de revisión en el sitio, de un tramo o de una carretera, por un equipo entrenado, experto en seguridad vial e independiente, con el fin de identificar aspectos peligrosos, deficiencias o carencias susceptibles de desencadenar un siniestro de tránsito, proponer medidas de tratamiento y monitorear su implementación”.

### Independencia del equipo de inspección

Para garantizar la objetividad y transparencia del proceso, los miembros del equipo de inspección deben ser un grupo independiente y no tener ninguna relación con el diseño, ni la operación de la vía que se va a someter a la inspección. De igual manera, el equipo de inspección debe tener absoluta independencia del cliente o contratante para que sus apreciaciones y decisiones sean objetivas, sin ningún tipo de sesgo que pueda desviar la presentación de los hallazgos.

<sup>7</sup> RISMET. *Recommendations for the development and application of evaluation tools for road safety infrastructure management in the EU*. EU. 2011.

<sup>8</sup> Idem.

## Elementos esenciales de las ISV

De la definición surgen varios elementos que se deben resaltar y tener en cuenta por quienes contratan y desarrollan las ISV. Estos elementos se describen a continuación.

### Las ISV como proceso sistemático

Las ISV se llevan a cabo mediante el desarrollo de un proceso metódico y organizado que implica el desarrollo y documentación de una serie de etapas planificadas y secuenciales. Comprende una labor previa de planificación, seguida de una visita de campo que culmina con el análisis de los hallazgos y la propuesta de intervenciones.

### Conocimiento, entrenamiento y experiencia del equipo de inspección

El equipo que realizará la inspección de la seguridad vial debe no solo contar, sino certificar, con experiencia y conocimiento en el área de la seguridad vial, diseño geométrico de vías, ingeniería de tránsito, estudio del comportamiento de los usuarios, diseño de la zona lateral, sistemas de drenaje seguros y sistemas de contención vehicular, entre otros. El contratante de la ISV debe comprobar la idoneidad del equipo de inspección. Los integrantes del equipo deben tener entrenamiento y habilidad en la inspección visual de las redes viales.

### Inspección en el sitio

Ineludiblemente, la inspección debe desarrollarse mediante una visita de campo, recorrer la vía tanto de día como de noche, en ambos sentidos de circulación, caminando y conduciendo un vehículo y tantas veces como sea necesario. Esto no implica que no se puedan utilizar cámaras panorámicas de video instaladas en un vehículo, los registros fotográficos y ayudas como Google Earth o las ortofotos. Sin embargo, siempre será mejor la observación

visual directa, corroborada y complementada con las pruebas en video y fotografías.

Adicionalmente, se pueden utilizar los siguientes equipos personales y técnicos, sin limitarse a estos:

- I Planos, mapas o cualquier información de la vía.
- II Nivel del agua para verificar la caída transversal y la súper elevación, especialmente en curvas.
- III Cinta métrica / rueda de medición.
- IV Cámara digital (para imágenes o video).
- V GPS.
- VI Aerosol para marcar puntos específicos.
- VII Alguna forma de grabación de voz.
- VIII Papel y lápiz.
- IX Cronómetro para registrar la velocidad del vehículo, las brechas de avance y los flujos de tráfico.
- X Herramienta de medición óptica de distancia.
- XI Una pistola de velocidad de agarre (pistola de radar).
- XII Lista de chequeo.
- XIII Chaleco / protección: para usar durante la inspección para que los inspectores estén visibles para los usuarios de la vía.
- XIV Luz amarilla parpadeante para automóviles y antorchas parpadeantes para su inspección por la noche.
- XV Ropa adecuada para las condiciones climáticas, botas.
- XVI Se recomienda una carta de presentación, en caso de que la policía o los peatones pregunten.

### 3.1.2 Objetivos de las ISV

De acuerdo con la definición adoptada, las ISV tienen los siguientes objetivos:

- \* Identificar peligros con riesgo potencial de siniestros de tránsito.
- \* Proponer medidas de tratamiento para el control de los riesgos.
- \* Monitorear la implementación de las medidas de tratamiento adoptadas.

### 3.1.3 Beneficios de las ISV

Entre los beneficios de las ISV se destacan:

- \* Disminución del riesgo potencial de siniestros de tránsito como consecuencia de la identificación y análisis de situaciones peligrosas existentes.
- \* Identificación de los posibles problemas de seguridad vial para todos los usuarios de las vías en operación.

Como evidencia de lo anterior, el Manual de Medidas de Seguridad Vial<sup>9</sup> de Rune Elvik señala que “una evaluación de la inspección de seguridad vial realizada a 300 sitios de alta siniestralidad en Nueva York reportó una reducción entre el 20% y 40% en los siniestros (FHWA,

2006). Otro estudio estadounidense realizado en Carolina del Sur demostró que la inspección de seguridad vial tuvo una reducción entre el 12,5% y 23,4% y un sitio tuvo una reducción del 60% en las muertes (FHWA 2006).

### 3.1.4 Tipos de proyectos sujetos de las ISV

En general, cualquier vía en operación, ya sea urbana o de carretera, se puede someter a un proceso de inspección de seguridad vial. Todo depende de las necesidades de las autoridades encargadas de la administración de vías urbanas y rurales, las cuales deben elaborar un plan priorizado de inspecciones, tomando en cuenta aspectos como la importancia y papel de la vía, localización, volumen de tránsito o siniestros de tránsito vistos de manera global. En este punto es necesario aclarar que para la realización de una ISV no es indispensable contar con los registros ni los datos específicos de siniestralidad vial. Sin embargo, contar con estos es de mucha utilidad.

Ni las inspecciones ni las auditorías se hacen sobre los factores que afectan o califican la seguridad en túneles, por lo que esta actividad corresponde a otro tipo de especialistas en vulnerabilidad y tratamiento de emergencias en situaciones de riesgo.

## 3.2 MÉTODO PARA EL DESARROLLO DE LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL

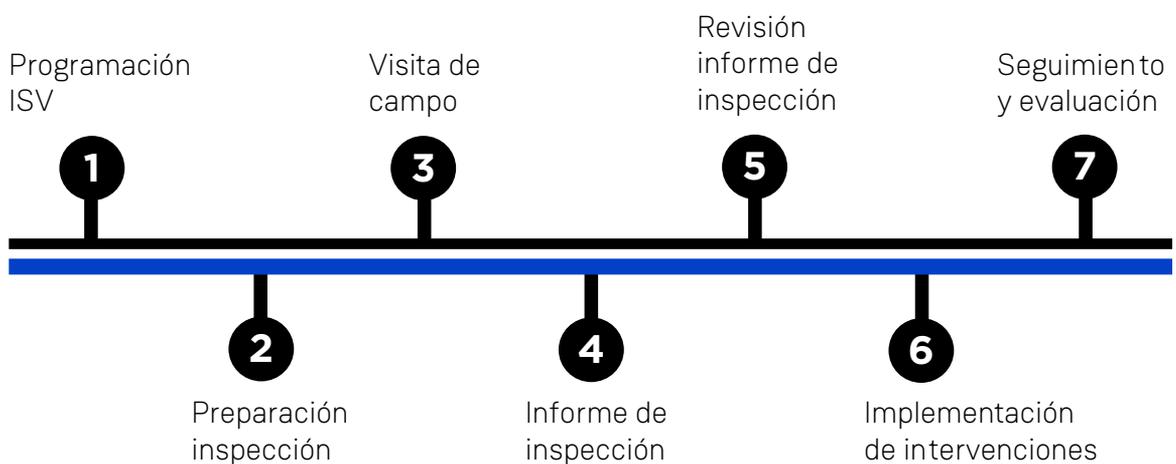
Una de las características principales de las ISV, es que corresponden a un proceso organizado, sistemático, metódico, documentado y confidencial. En concordancia con lo anterior, en este capítulo se aborda la metodología comúnmente utilizada para desarrollar las ISV y se indican los pasos que se deben seguir y los responsables de estos.

En la práctica común, las ISV se desarrollan mediante la ejecución de siete pasos secuenciales planeados, de manera que su aplicación tenga un orden lógico y se posea, a la vez, un control sobre las actividades. Aunque se considera que el pro-

ceso formal de ISV está compuesto por las fases 2, 3 y 4, las demás fases involucran las actividades que debe realizar el responsable de la vía, para asegurar la aplicación de las recomendaciones del informe de inspección, lo que convierte el proceso en parte integral de un plan de gestión de la seguridad vial de la infraestructura. Adicionalmente, permite la retroalimentación del grupo inspector sobre la efectividad de las medidas que pueden formar parte de las lecciones aprendidas.

Los pasos que componen la ejecución de las ISV se indican en la Figura 1, los cuales se describen a continuación.

**Figura 1** Paso del proceso para la realización de una ISV



### 3.2.1 Programación y solicitud de la ISV

En este paso la entidad encargada de la administración y operación de las vías, ya sean urbanas o rurales, debe establecer un plan de inspecciones de seguridad vial, para la red vial a su cargo. Este plan se debe priorizar, puede responder al cumplimiento de un programa regular de inspección

o atender situaciones nuevas de una sección específica de una vía. Dentro de la ejecución del plan de inspección se procede a elaborar una agenda o programación de la ISV para la vía escogida.

La programación debe considerar aspectos como los que se muestran en el Cuadro 11.

#### Cuadro 11

##### Programación de la ISV

###### Programación

---

Identificación exacta de la vía (nombre, kilometraje, nomenclatura)

---

Longitud del tramo que se va a someter a la ISV

---

Periodo en que se llevará a cabo la ISV

---

Documentación necesaria para ISV

---

Mecanismos para la coordinación entre el equipo inspector y la entidad contratante

---

Canales de comunicación entre el equipo inspector y la entidad contratante

---

Medidas de seguridad y protección del equipo inspector en su desplazamiento por la vía

---

### 3.2.2 Preparación de la visita de campo

Este paso de la ISV corresponde a la fase previa a la visita de campo y se debe invertir el tiempo necesario para preparar la inspección, la cual se constituye en la base para la elaboración del informe de los hallazgos de la ISV.

Esta fase preparatoria comprende la recopilación de todos los datos necesarios sobre la vía y la preparación de la logística necesaria para llevar a cabo el trabajo de campo con protocolos de seguridad y protección del personal y con todos los elementos de apoyo requeridos que garanticen un trabajo completo y de calidad.

**Cuadro 12** Información requerida y logística mínima recomendada para la ISV

### PREPARACIÓN DE LA VISITA DE CAMPO DE LA ISV

Tipo de vía	Situación del transporte	Estado de la vía	Logística mínima
Tipo: urbana, interurbana, carretera	Volúmenes de tránsito	Consistencia de los alineamientos con las curvas	Vehículo equipado con cámaras de video
Función	Composición del tránsito vehicular	Distancias de visibilidad	Chalecos reflectantes
Usuarios vulnerables	Composición del tránsito no motorizado		Botas de seguridad
Paso por ciudades y centros poblados	Patrón de crecimiento del tránsito		Protectores solares y gorras o cascos
Centros generadores de viajes	Rutas de transporte público de pasajeros		Cinta métrica y niveles para medir pendientes
Zonas escolares			Cronómetro
			Cámara fotográfica y de video
			Cámara fotográfica y de video
			Mapas
			Lista de chequeo
			GPS
			Radars control velocidad

#### 3.3.3 Visita de campo

La visita de campo es tal vez la fase más importante de la ISV, la cual, junto con el análisis de la información recolectada, es la base para el informe de inspección y la presentación de recomendaciones de intervención.

El trabajo de campo o visita de inspección tiene por objeto identificar los peligros y los riesgos potenciales de siniestros de tránsito para todos los usuarios de la vía en operación, en cuanto a la infraestructura, el entorno, la

señalización, demarcación y todos los elementos y atributos de la vía que pueden afectar el desempeño de la seguridad vial y amenazar la integridad de los usuarios, especialmente de los más vulnerables.

Para facilitar la visita de campo, la vía se debe dividir en tramos de geometría homogénea, por lo cual se deben conocer aspectos relacionados con la planta (curvas horizontales), el perfil (curvas verticales) y la sección transversal (ancho calzada, bermas, separador, zona despejada).

**Cuadro 13** Aspectos que se deben tener en cuenta en la visita de campo para la realización de la ISV

## INSPECCIÓN DE CAMPO

¿Qué inspeccionar?	¿Cuándo?	¿Cómo?	¿Quiénes?
<b>Entorno</b> Tipo de zona (urbana o rural) Uso del suelo Actividades en zona urbanas (residencial, comercial, industrial) Centros generadores de tránsito Accesos a predios	Durante el día Durante la noche En condiciones normales del tránsito En condiciones favorables del clima	Dividir la vía en tramos de geometría homogénea Conducir un vehículo Caminar la vía en los dos sentidos de circulación Revisar las zonas laterales Examinar trayectorias y campos de visión de los usuarios Hacer el recorrido dos veces Apoyarse en listas de chequeo Apoyarse en video y registros fotográficos Localización de hallazgos por GPS, en lo posible	Todo el equipo inspector Involucrar apreciaciones de usuarios en el sitio Tener en cuenta las percepciones de riesgo por parte de los cuerpos de vigilancia y control del tránsito La opinión de los técnicos encargados de la conservación de la vía, así como de los agentes de tránsito es de utilidad para conocer el comportamiento de la zona
<b>Tránsito</b> Densidad del tránsito Velocidad de operación Volumen de usuarios vulnerables y centros generadores de viajes			
<b>Estado infraestructura</b> Visibilidad de los elementos de la vía por parte de los usuarios Visibilidad entre usuarios Legibilidad de los elementos de la vía, fácil decodificación Posibilidad de recuperación de un vehículo fuera de control Consistencia de los elementos de la vía con relación a lo criterios citados Identificación de deficiencias con ayuda de la lista de chequeo Intersecciones Zona lateral Usuarios vulnerables			

### 3.3.4 Informe de inspección

La siguiente fase del proceso de inspección corresponde a elaborar un informe completo sobre los resultados de la ISV. El contenido de un modelo de informe de inspección con base en la práctica común de las ISV se muestra en el Cuadro 14.

**Cuadro 14** Contenido del informe de ISV

## INFORME DE ISV

### Introducción

Descripción de la vía inspeccionada	
Nombre de la vía	
Localización	
Función	
Usos del suelo	
Características generales	
<b>Equipo de inspección</b>	
Nombres, profesiones y cargos de los integrantes	
<b>Proceso de inspección</b>	
Fecha inicio y final	
Fecha visita de campo	
Condiciones durante la visita	
Elementos de apoyo utilizados (lista de chequeo, video, fotografía, GPS)	
Alcance	
<b>Calificación de los hallazgos</b>	
Métodos utilizados para la calificación de los riesgos y la priorización	

### Resultados de la inspección de seguridad vial

Actividades realizadas	Hallazgos	Recomendaciones
<b>Antecedentes</b>		
<b>Información recopilada</b>		
Relación de la información, fuentes, estado y utilidad	Se describen los hallazgos encontrados como resultado de la inspección, argumentados y ordenados por temas y debidamente referenciados u ordenados de acuerdo con el recorrido practicado, también referenciados por la nomenclatura o el kilometraje, en lo posible con coordenadas geográficas	Para cada hallazgo se debe indicar la naturaleza de la medida para tratar el mismo. Cada recomendación debe recibir una calificación que indique el nivel de prioridad que debe tener dentro de los tratamientos para eliminar los peligros, la cual está asociada al nivel de riesgo de que ocurra el siniestro. Esta priorización es responsabilidad del equipo inspector
Encuestas e indagaciones		
<b>Proceso realizado</b>		
Descripción de las actividades realizadas		
	<b>Potencial de daño</b>	
	Los hallazgos o peligros encontrados deben estar acompañados por los riesgos potenciales y la calificación correspondiente	
	<b>Evidencias</b>	
	Adjuntar evidencias fotográficas y referencias a los planos respectivos	

### 3.3.5 Presentación y revisión del informe de inspección

Lo más saludable en el desarrollo del proceso de las ISV es presentar los resultados a la entidad que ordenó la inspección, mediante una reunión con la participación de las partes. Esta reunión es la oportunidad para conocer uno a uno los hallazgos, los argumentos por los cuales se considera que son una amenaza para la seguridad de los usuarios y obtener una retroalimentación por parte de

los responsables de la administración y operación de la vía.

Una vez el cliente reciba el informe se debe producir al interior de la entidad ordenadora de la inspección, una revisión o examen del informe, la cual debe culminar en un plan de acción para el tratamiento de los peligros y el control de los riesgos.

En el Cuadro 15 se indican las actividades que comprende la revisión del informe de la inspección de seguridad vial por el cliente.

**Cuadro 15** Revisión del informe de ISV

**Revisión del informe de ISV**

---

Examen de los hallazgos y su fundamentación desde el punto de vista de la seguridad vial
Examen de las recomendaciones para el tratamiento de los hallazgos y el control de los riesgos
Examen del plan de priorización
Exposición argumentada de los hallazgos, recomendaciones y prioridades que se consideran cuestionables
Programación de una nueva visita si se requiere
Decisión para formular y ejecutar un plan de acción para implantar las recomendaciones

---

Teniendo en cuenta que la aplicación de las ISV se hace mediante un proceso metódico, organizado y documentado, el cliente debe proporcionar una respuesta adecuada a cada sección del informe de inspección. El cliente deberá indicar en su plan de acción las recomendaciones que implantará, así como las medidas que no podrá implantar y las razones por las que las rechazó (presupuesto, legislación, técnica, etc.).

**3.3.6 Implementación de las intervenciones recomendadas**

Luego de revisar, discutir y aprobar las recomendaciones para el tratamiento de los peligros encon-

trados que afectan la seguridad vial, el cliente o el encargado de la administración y operación de la vía inspeccionada debe proceder en esta fase a formular un plan de acción para implantar las medidas de tratamiento.

El plan de acción para implantar las medidas de tratamiento de los hallazgos se debe preparar de acuerdo con las siguientes consideraciones.

En el Cuadro 16 se relacionan los lineamientos para la formulación del plan de acción remedial.

**Cuadro 16** Lineamientos para la formulación del plan de acción remedial

### **Lineamientos plan de acción**

---

Clasificación de las medidas de acuerdo con el impacto en la seguridad vial

---

Clasificación de las medidas de acuerdo con el impacto en la seguridad vial

---

Priorización de las intervenciones según el nivel de riesgo

---

Estimación de los costos de las intervenciones

---

Planificación y cronograma de ejecución de las intervenciones con responsables de las actividades

---

Método de monitoreo, control y seguimiento

---

#### **3.3.7 Seguimiento y evaluación**

No debe permitirse por ningún motivo que el proceso de las ISV sea un modelo huérfano. Es indispensable que las medidas de tratamiento adoptadas como producto de los resultados de la ISV se sometan a un método de monitoreo, control y seguimiento que permita medir su eficacia y efectividad.

Dicho método debe monitorear las características de la siniestralidad vial antes y después de que se aplique la medida, controlar que las medidas adoptadas se ejecuten conforme a las especificaciones de seguridad vial propuestas y darle seguimiento a la planeación de los trabajos verificando que se cumplan los cronogramas.

## 3.3 PERFIL Y RESPONSABILIDADES DEL EQUIPO DE INSPECCIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL

En este numeral se brindan las directrices sobre la composición, perfil y responsabilidades del equipo de inspección. Lo ideal es que los requisitos para ser inspector de seguridad vial en sus distintos niveles (líder y auxiliar) los defina una autoridad competente dentro de los gobiernos de la región, una vez el país cuente con programas de formación y en la medida en que se adquiriera la experiencia respectiva. Se debe considerar la participación de las facultades de Ingeniería y Arquitectura, así como las asociaciones profesionales de ingenieros y arquitectos.

### 3.3.1 Composición del equipo de inspección

En general y de acuerdo con la experiencia internacional, un equipo de inspección debe constar como mínimo de dos miembros, uno de ellos debe actuar como líder del equipo. Entidades como la PIARC recomiendan que el equipo de inspección sea plural, lo cual facilita la repartición de tareas y sobre todo el intercambio de opiniones (PIARC, 2007). Sin embargo, en proyectos pequeños la ISV la puede realizar una sola persona. Del equipo de inspección pueden formar parte profesionales de seguridad vial en calidad de aprendices y expertos técnicos cuando sea necesario.

#### Líder del equipo de inspección

Es un miembro principal del equipo de inspección con formación profesional, que debe cumplir con los requisitos que se indican en el Cuadro 17 para dirigir tanto la ISV como al equipo de inspección.

#### Inspector auxiliar

Es otro de los miembros del equipo de inspección con formación profesional que cumple con los requisitos que se indican en el Cuadro 17, encargado de tareas y deberes específicos en la ISV.

#### Inspectores de seguridad vial aprendices

Un profesional que se encuentra en proceso de formación como inspector de seguridad vial que asiste a la inspección solamente en calidad de observador.

#### Técnico experto

Persona que sin ser auditor o inspector se solicita para un concepto técnico.

#### Experto del Área Social

Es un psicólogo, sociólogo o antropólogo que complementa el equipo de ingeniería. El profesional específico y su especialidad se deben seleccionar de acuerdo con las necesidades de cada proyecto y el contexto en que se encuentre.

### 3.3.2 Perfil y responsabilidades del equipo de inspección

A partir de la experiencia internacional, en el Cuadro 17 se presenta el perfil, la experiencia mínima que se debe exigir y las responsabilidades a cargo de cada uno de los miembros del equipo inspector.

Estos requisitos se deben tomar como referencia para la contratación y la realización de las ISV. Entre estos requisitos cobra especial importancia la experiencia comprobada de los miembros del equipo de inspección, lo cual es indispensable para garantizar la calidad de las inspecciones.

**Cuadro 17** Perfil y responsabilidades del equipo de inspección

<b>Cargo</b>	<b>Perfil académico</b>	<b>Experiencia</b>	<b>Responsabilidad</b>
Inspector líder	<p>Formación profesional y registro en Ingeniería Civil de vías que contemplen la formación en el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructura vial</p> <p>Conocimiento en Ingeniería de seguridad vial</p> <p>Curso de formación en ASV o ISV</p> <p>Curso de formación y otras actividades relacionadas con temas como: señalización vial, diseño de sistemas de contención vial, diseño de zonas laterales, diseño de medidas de tráfico calmado, etc</p>	<p>7 años de experiencia profesional</p> <p>Mostrar habilidades de liderazgo y dirección de proyectos</p> <p>Experiencia específica en diseño de vías, técnicas de reconstrucción de vías e ingeniería y gestión del tránsito y señalización</p> <p>Haber participado en no menos de 5 ISV o ASV, 3 de las cuales deben corresponder a proyectos en carretera o urbanos según el tipo de proyecto que se contrate</p>	<p>Pactar el objeto y alcance de la ISV</p> <p>Definir la composición del equipo de inspección</p> <p>Dirigir y llevar a cabo la ISV</p> <p>Administrar el proceso de la ISV</p> <p>Intervenir en el desarrollo de todas las etapas de la inspección</p> <p>Analizar la información requerida para la ISV</p> <p>Definir las listas de chequeo</p> <p>Organizar y dirigir la visita de campo</p> <p>Elaborar y firmar el informe de ISV</p> <p>Hacer la presentación del ISV</p> <p>Verificar que se cuente con los elementos de protección personal y el equipo para realizar la ISV</p>
Inspector auxiliar	<p>Formación profesional en Ingeniería Civil, de vías u otras profesiones similares</p> <p>Conocimientos en Ingeniería de seguridad vial</p> <p>Curso de formación en Inspecciones o Auditorías de Seguridad Vial</p>	<p>5 años de experiencia profesional</p> <p>Haber participado en al menos una ISV o ASV</p>	<p>Intervenir en la recopilación y el análisis de los datos para la ISV</p> <p>Participar en la elaboración de las listas de chequeo</p> <p>Participar en la visita de campo</p> <p>Diligenciar las listas de chequeo</p> <p>Tomar los registros fotográficos y de video como prueba de los peligros encontrados</p> <p>Intervenir en la elaboración del informe de la ISV</p> <p>Participar en la presentación del informe de inspección</p>
Inspectores de seguridad vial aprendices	<p>Formación profesional en Ingeniería Civil, de vías u otras profesiones similares</p> <p>Conocimientos en ingeniería de seguridad vial</p>	<p>1 año de experiencia profesional</p> <p>Haber recibido capacitación en temas de seguridad vial</p>	<p>Participar en calidad de observador del proceso de inspección</p>
Experto del Área Social	<p>Formación profesional y registro en disciplinas como Antropología, Sociología o Psicología</p> <p>Experiencia en análisis de factores humanos e impacto de proyectos viales en comunidades</p>	<p>3 años de experiencia en gestión de proyectos con comunidades</p> <p>Experiencia en análisis del impacto social de proyectos viales</p>	<p>Determinar los posibles impactos del proyecto sobre las comunidades aledañas y su funcionamiento habitual</p> <p>Determinar los factores humanos que podrían afectar la seguridad vial en el diseño de la obra</p> <p>Elaborar reportes de análisis del riesgo de situaciones que se puedan presentar con las comunidades y su respectiva medida de mitigación</p>

## 3.4 PROGRAMA REGULAR DE INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL

El desarrollo de las ISV debe obedecer, en la medida de lo posible, a la ejecución de un programa de evaluación de la seguridad vial en vías en operación, debidamente financiado, tanto para la realización de la ISV como para la implementación de las medidas remediales.

### 3.4.1 Frecuencia de la realización de las ISV

Aunque las limitaciones presupuestales pueden ser el obstáculo para la regularidad de las ISV, los responsables de la administración y operación de las vías deben procurar que las inspecciones, por corresponder a un proceso sistemático, se ejecuten regular y periódicamente, según tipo de los elementos de las vías y tomando en cuenta la necesidad de evaluar permanentemente la seguridad de todos los usuarios de la red vial a cargo.

Para esta decisión se debe tener en cuenta que hay elementos de la infraestructura vial que cambian con mayor frecuencia que otros, como el estado de la superficie del pavimento, la señalización, la demarcación y la iluminación. Hay atributos de las vías que se deben inspeccionar regularmente, como las intersecciones, el control de los accesos, las zonas peatonales, las vías para ciclistas, la zona lateral, entre otros.

### 3.4.2 Selección de las vías para ser inspeccionadas

Existen algunos criterios en la práctica internacional para la selección de las vías que se deben someter a un proceso de inspección, por ejemplo<sup>10</sup>:

#### Tramos de vías

Estos son algunos criterios para seleccionar los tramos individuales de vías para inspeccionar:

- \* Cuando se observa una concentración de siniestros en el tramo, especialmente con diversos tipos de estructuras.
- \* Cuando existen pruebas u otra información sobre problemas en el tramo que hacen que sea prudente una ISV.
- \* Cuando existen deficiencias de seguridad vial, peligros potenciales o el mismo tipo de siniestros a lo largo del tramo.

#### Redes viales

Cuando se trata de redes viales completas, los análisis de priorización deben garantizar que se realicen inspecciones de seguridad en las vías en las que la aplicación de las medidas aportará los mayores beneficios en materia de seguridad vial.

10

Federal Ministry for Transport, Innovation and Technology. ROAD SAFETY INSPECTIONS (RSI): Manual for Conducting RSI. Austria, Vienna. 2014.

Se utilizan varios métodos para cuya clasificación se recomiendan periodos de observación entre tres y cinco años.

#### **Clasificación de las vías por el volumen de tránsito**

Si se considera una sola categoría de vías, la ISV se debe hacer primero en las vías con mayor volumen de tránsito.

#### **Clasificación según la densidad de siniestros viales**

La clasificación se hace al dividir el número de siniestros viales en una sección por la longitud

de la sección. La ISV se debe hacer primero en las secciones con mayor densidad de siniestros de tránsito.

#### **Clasificación según la tasa de siniestros viales**

La clasificación se hace de acuerdo con la tasa de siniestros viales relacionados con el volumen que circula por la sección bajo estudio. La ISV se debe hacer primero en las secciones con mayor tasa de siniestros viales.

## **3.5** LISTAS DE VERIFICACIÓN PARA LAS ISV

De la misma forma en la que las listas de chequeo se usan para las auditorías de seguridad vial, se conciben para las inspecciones de seguridad vial. No son obligatorias, pero sí una herramienta útil para la revisión de los aspectos de infraestructura vial o del comportamiento humano, que pueden ser o convertirse en potencialmente peligrosos.

En el caso de las inspecciones son aún más útiles, por lo que la revisión detallada en campo es la esencia de este tipo de estudios y llevar un listado de puntos o de preguntas que deben hacerse para observar o tomar pruebas que faciliten un verda-

dero juicio en el momento de realizar la evaluación de riesgos o de proponer medidas de mitigación, es la forma de garantizar que todos los elementos que pueden afectar la seguridad vial se incluyeron, cubrieron y evaluaron de manera objetiva.

Es claro pensar que olvidarse de observar algún aspecto que pueda ser potencialmente peligroso en la visita de campo puede exigir una nueva visita, la prolongación de tiempos y el incremento de costos para el equipo inspector.

Las inspecciones deben estar normalizadas y diseñadas para que puedan ser procedimientos

sistemáticos, y para este propósito puede ser de gran ayuda el desarrollo de listas de chequeo. No obstante, se debe recordar que su solo diligenciamiento no supe la experiencia, el conocimiento, ni el buen juicio de los auditores y que no se constituyen en la labor fundamental para realizar una ISV, pero sí son una forma de apoyo para que, de estas, los auditores puedan extraer de forma objetiva las bases para sus valoraciones y juicios.

En las ISV la observación directa de la forma operativa de una vía ayuda a detectar variables ambientales, socioculturales, de la infraestructura, de la circulación de los vehículos y peatones, del comportamiento de usuarios, la forma como asumen riesgos, la generación de cuasi siniestros, la relación con la velocidad y otros aspectos que se deben evaluar.

Los factores de riesgo que se describen en el numeral 1.3 de esta guía, son la base para la elaboración de las listas de chequeo, que incluyen aspectos funcionales de la superficie de rodadura, del entorno, de la operación, de la señalización, visibilidad, iluminación, accesibilidad, control del tránsito, factores de circulación para la comodidad y seguridad en las secciones transversales, la superficie para el rodamiento de vehículos y para caminar por parte de peatones, la interrelación y condiciones entre los distintos usuarios de la infraestructura para compartir áreas comunes, etc. La lista se puede complementar con los factores de riesgo que contempla el Programa iRAP descritos en el Cuadro 9 para los distintos usuarios según los tipos de siniestro. Cada uno de estos es motivo de preguntas en el momento de planificar el proceso de una inspección de seguridad vial.

En vías rurales las características fundamentales que califican una vía como segura están más relacionadas con los peligros potenciales para los

usuarios de los vehículos automotores, entre los cuales se incluye la presencia de peatones. En cambio, en vías urbanas, es el vehículo el que se constituye en un peligro para la movilidad del peatón y esa diferencia conceptual modifica la forma de contemplar el tema en las listas de chequeo para realizar la pregunta y su posterior análisis. Lo mismo sucede con los tipos y comportamientos de los usuarios, entre los cuales la cantidad y variedad son formas determinantes para definir la peligrosidad de una vía.

Cada caso de ISV es una situación particular con variables que dependen del objeto, de las condiciones presentes en el sitio y, por esto, adaptar o elaborar las listas de chequeo es tarea de los auditores coordinados por el auditor líder, y forma parte de la fase preparatoria de esa inspección, para incluir los elementos que se consideren importantes, distribuir el trabajo y asignar responsabilidades. El uso de listas de chequeo preconcebidas es una ayuda, pero la experiencia del grupo es fundamental para su aplicabilidad.

Como listas base para las inspecciones de seguridad vial se pueden utilizar las que recomiendan las guías internacionales en los países que las aplican de manera sistemática y adaptarlas para el caso específico, estudiarlas y modificarlas, codificar las preocupaciones o necesidad de prueba en los aspectos más relevantes, definir el nivel de detalle para observaciones directas y relacionarlas con fotos o videos que se deben tomar durante la inspección.

Es recomendable primero realizar una lista general de aspectos a considerar en la evaluación y luego decidir qué listas de chequeo se pueden utilizar como base para su adaptación.

A continuación, se describen listas generales de chequeo que pueden ser útiles para elaborar listas detalladas en cada inspección

### 3.5.1 Lista de chequeo para inspecciones de seguridad vial en vías rurales

#### Aspectos generales

1	<b>Funcionalidad de la vía:</b> tipo de vía, jerarquía vial, parámetros de diseño, características generales, características especiales de la vía, características especiales durante las obras
2	<b>Verificación recomendaciones anteriores:</b> recomendaciones en la etapa de diseño definitivo, en la etapa de preapertura y en inspecciones anteriores Interacción de los aspectos funcionales
3	<b>Tránsito:</b> revisión de los generadores de viaje actuales comparados con los de diseño, uso del suelo, volúmenes actuales, conflictos de prioridad, operación diurna y nocturna, legibilidad para conductores, intercambiadores, entrecruzamientos, giros
4	<b>Transporte:</b> tipo de cargas, tipo de pasajeros, orígenes, destinos, uso de la vía para el transporte actual
5	<b>Vehículos:</b> tipos de vehículos que circulan, cumplimiento de condiciones para vehículos permitidos y no permitidos, volúmenes actuales, composición del tránsito
6	<b>Velocidades de operación:</b> tramos de velocidad homogénea, reducción de velocidad en sitios especiales, mantenimiento de velocidad de día y noche, velocidades problemáticas, cambios bruscos de velocidad, velocidad señalizada
7	<b>Condiciones ambientales:</b> comportamientos en situaciones normales y adversas, climatológicas, geofísicas, topográficas
8	<b>Siniestralidad:</b> bases de datos y sitios de concentración de siniestros viales
9	<b>Medidas preventivas y de control:</b> policía de carreteras, campañas de sensibilización, mensajes y programa de prevención
10	<b>Comportamiento de usuarios:</b> sanciones por control de tránsito, solución de controversias y conflictos, aceptación de medidas de control, grados de conformidad/inconformidad
11	<b>Cierres temporales:</b> programados, no programados, desvíos, actuaciones administrativas

#### Geometría de la vía

12	<b>Sección transversal:</b> funcionamiento de carriles, carriles especiales, cambios de sección transversal
13	<b>Bermas:</b> uso temporal de bermas, anchos, obstáculos, pendiente lateral, traspasabilidad
14	<b>Cunetas:</b> drenaje, traspasabilidad
15	<b>Medianas o separadores centrales:</b> anchos, obstáculos, traspasabilidad, encandilamiento, desniveles
16	<b>Bordillos:</b> altura, bordes redondeados, traspasabilidad
17	<b>Alcantarillas:</b> visibilidad, localización lateral, altura de cabezales, cubiertas, traspasabilidad
18	<b>Puentes y pontones:</b> anchos, visibilidad diurna y nocturna, señalización especial, barandas, pasos peatonales, protección anterior y posterior, elementos de transición
19	<b>Zona lateral:</b> obstáculos laterales, traspasabilidad, áreas para protección de usuarios
20	<b>Obstáculos laterales:</b> árboles, postes, piedras, elementos de choque, elementos traspasables
21	<b>Taludes laterales:</b> separación, pendientes de inclinación, traspasabilidad, abismos, desprendimiento de rocas

- 22 **Accesos:** intercambiadores viales, accesos a propiedades, retornos, carriles de aceleración y de desaceleración, visibilidad, legibilidad para conductores, funcionalidad, operatividad, velocidades de operación, rampas de ascenso/descenso, entrecruzamientos, áreas de empalme, isletas, tiempos de espera
- 23 **Glorietas:** radios, velocidades de operación, visibilidad, incorporaciones, salidas, carriles anulares, señalización especial, tránsito peatonal
- 24 **Superficie de rodadura:** tipo, estado actual para circulación vehicular, afectaciones por la construcción de obras, características generales y especiales, zonificación, interacción vehículo - superficie (fricción), drenaje de la superficie, encharcamientos, uniformidad de superficie, desperfectos, color de la superficie, acción de reductores de velocidad, bermas y bandas alertadoras principalmente

## Amueblamiento de la vía

- 25 **Paraderos:** localización y funcionamiento, separación lateral, señalización especial, zonas de refugio, capacidad, estructura, sistema de protección, zona de ascenso/descenso de pasajeros
- 26 **Peajes:** Localización, tipos, casetas, velocidades, señalización especial, protección de funcionarios, refugios, isletas, amortiguadores de impacto, longitud de colas, telepeajes
- 27 **Elementos de redireccionamiento y contención:** tipos, ubicación, altura, área de trabajo, deflexión dinámica, rigidez, instalación, empotramiento, longitud, terminales, elementos de transición, anclajes, discontinuidades, visibilidad diurna y nocturna, uniformidad, impactos, estado de mantenimiento
- 28 **Amortiguadores de impacto:** localización, nivel de contención, tipo, homogeneidad, área de trabajo, instalación, visibilidad, señalización especial, estado de funcionamiento, riesgos al tránsito, obstrucciones de visibilidad, mantenimiento
- 29 **Rampas de escape o de frenado:** localización, tipo, señalización especial, visibilidad, maniobrabilidad, entrada de vehículos, longitud, estado del lecho, área de recuperación
- 30 **Semáforos temporales:** localización, instalación, visibilidad, señalización especial temporal, operatividad, funcionamiento de fases, ciclos, postes, previsiones para funcionamiento y operatividad temporal
- 31 **Servicios:** gasolineras, restaurantes, talleres mecánicos, localización, señalización especial, entrada/salida de vehículos
- 32 **Reductores de velocidad:** medidas de tránsito calmado, bandas alertadoras, resaltos, justificación, funcionalidad, reductores temporales
- 33 **Iluminación:** visibilidad de trabajos en la vía y restricciones de tránsito de día y de noche, necesidad de iluminación temporal, tipo de iluminación, zonas escolares, senderos peatonales, zonas de intersecciones, pasos poblacionales, zonas de puentes, sectores de alto riesgo
- 34 **Vehículos de emergencia:** ubicación de sedes, alarmas, llamadas, accesos especiales, facilidades para paso, retornos, localización de centros de atención, tiempos de viaje

## Señalización

- 35 **Señales verticales:** tamaño, formas, colores, pictogramas, mensajes, ubicación, altura, visibilidad diurna, reflectividad nocturna, consistencia con la demarcación, pertinencia con señales existentes  
Mantenimiento
- 36 **Demarcación:** líneas centrales y laterales, anchos, visibilidad diurna y nocturna, líneas de paraderos, estacionamientos, canalización, refugios, uniformidad, símbolos, caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplean, tipos de materiales usados, consistencia con la señalización vertical, uso de demarcación temporal necesaria
- 37 **Controladores auxiliares de tránsito:** indumentaria, localización donde se necesitan, capacitación, ubicación, funciones, paletas pare y siga, pitos, visibilidad diurna y nocturna, horarios de atención
- 38 **Delineadores y canalizadores de tránsito:** localización, ubicación sobre la vía, tamaños, formas, longitudes, tipos, visibilidad, proximidad, alertas, consideraciones de usuarios durante las obras, estacionamientos, averías
- 39 **Señales elevadas:** mensajes, postes, localización

---

40 **Señales de mensaje variable:** localización, mensajes, visibilidad diurna y nocturna

---

41 **Señales para peatones, ciclistas, motociclistas**

---

### Segregación de usuarios

---

42 **Motovías:** separación de carriles, señalización, velocidades, cruces, giros, anchos, usos de zonas compartidas, separación de carriles, bordes de vía u obstáculos en obras de drenaje, protección en barreras de redireccionamiento y contención, superficies deslizantes

---

43 **Ciclo vías:** segregación, accesos seguros durante la construcción, continuidad, señalización especial para ciclistas y conductores de vehículos, localización, cruces, giros, anchos, usos de zonas compartidas, facilidades para usuarios, zonas de incorporación, pendientes, geometría de la vía, rampas de ascenso/descenso, puentes o pasos deprimidos

---

44 **Peatones:** movilidad durante la construcción, grupos predominantes, acceso a ancianos y discapacitados, volúmenes, red peatonal, senderos peatonales, zonas de refugio, vallas, pasarelas, pasos a nivel, puentes peatonales, elementos de protección, estado de superficies, barandas, señalización especial para conductores y para peatones, movilidad incluyente, rampas, escaleras, ascenso/descenso de vehículos, pasos en intersecciones, fases peatonales de semáforos, continuidad, accesos a edificaciones, afectaciones por densidad de las vías, conflictos con otros usuarios viales, espacios compartidos con ciclistas, situaciones y efectos de peligro

---

45 **Vehículos no motorizados:** tipo, carriles de uso, operatividad, volúmenes previstos, velocidades de operación, interacción con otros vehículos, señalización especial

---

46 **Animales:** presencia, clase de animales, vallas, cercas, señalización especial, cosos, medidas de control, pasos fauna, localización, visibilidad, previsiones especiales

---

47 **Elementos de segregación:** tipo, longitud, altura, localización, instalación, visibilidad, comprensión, continuidad, aperturas para entrada/salida de vehículos

---

### Zonas especiales

---

48 **Zonas escolares:** señalización especial, zonas de ascenso/descenso, estacionamientos, refugios, senderos peatonales, sistema de protección de usuarios, reductores de velocidad

---

49 **Pasos urbanos:** velocidad máxima permitida, señalización especial, senderos peatonales, pasos peatonales, usuarios vulnerables, amueblamiento, cruces, giros, entrada y salida de vehículos, zonas de estacionamiento, reductores de velocidad

---

50 **Intersecciones:** advertencias, localización, tipo, señalización especial, visibilidad, incorporación/salida de vehículos, maniobrabilidad, giros, cruces, situaciones a nivel, situaciones a desnivel, rampas de ascenso o descenso, geometría vial, velocidades, usuarios permitidos/no permitidos, sistema de protección de usuarios

---

51 **Otros:** elementos no diseñados, apreciaciones de recorrido diurno y nocturno

---

### 3.5.2 Lista de chequeo para inspecciones de seguridad vial en vías urbanas

#### Aspectos generales

- 1 **Avance de desarrollo del proyecto vial:** objetivos propuestos y su cumplimiento, justificación y operación actual, planes futuros, función de la vía, contexto, jerarquía vial
- 2 **Verificación recomendaciones anteriores:** auditorías anteriores, recomendaciones en la etapa de diseño, inspecciones anteriores, interacción de los aspectos funcionales
- 3 **Movilidad:** accesibilidad, impactos en cada tipo de usuario, movilidad temporal, movilidad futura, recorridos
- 4 **Infraestructura circundante:** afectaciones, contribuciones, movilidad sobre la red vial existente, actividades que se desarrollan en el entorno, conexión de la vía nueva con la existente
- 5 **Siniestralidad:** registros de siniestros en la zona, análisis de siniestralidad, causas, sitios o sectores de concentración de siniestros, medidas de mitigación anteriores
- 6 **Tránsito:** generadores de viaje, uso futuro del suelo, volúmenes de diseño, conflictos de prioridad, operación diurna y nocturna, legibilidad para conductores, intercambiadores, entrecruzamientos, giros, carriles especiales de transporte masivo, horas pico y valle
- 7 **Transporte:** sistemas de transporte, tipo de cargas, tipo de pasajeros, orígenes, destinos, uso de la vía para el transporte, horarios especiales de carga/descarga, rutas de transporte de carga, rutas especiales escolares
- 8 **Vehículos:** tipo de vehículo, vehículos permitidos/no permitidos, dimensiones aceptables, impactos al tránsito, impactos a la accesibilidad, composición vehicular
- 9 **Velocidades de operación:** concordancia con la jerarquía vial, tramos de velocidad homogénea, velocidades problemáticas, cambios bruscos de velocidad, velocidad señalizada
- 10 **Condiciones ambientales:** climatológicas, geofísicas, topográficas
- 11 **Comportamiento de usuarios:** población vulnerable, efectividad de medidas especiales de señalización, espacios, servicios sociales, sitios de concentración, aceptación de medidas de control
- 12 **Medidas de control:** acciones policiales y de brigadas de comportamiento ciudadano
- 13 **Coordinación institucional:** responsabilidades institucionales, criterios de evaluación y valoración del funcionamiento de la infraestructura

#### Espacio urbano

- 14 **Concepción urbanística:** relación peatón/vehículo, transporte público/transporte privado, conexiones con otros modos y corredores viales en el entorno, compactibilidad con el uso del suelo futuro
- 15 **Elementos de espacio urbano instalados:** elementos de protección del peatón, paraderos, estacionamientos, parqueaderos, vendedores ambulantes, vallas publicitarias, infraestructura de servicios públicos, seguridad de accesos a garajes y sitios públicos
- 16 **Movilidad de pasajeros:** transferencias entre modos de transporte, compatibilidad física y operacional de modos de transporte en la zona, estaciones, continuidad de viajes, afectaciones a otros tipos de usuarios
- 17 **Arborización:** tratamiento de jardines, áreas verdes construidas, paisajismo, cercanía al área de flujo vehicular, árboles como obstáculos en áreas peatonales, materas
- 18 **Superficies peatonales:** forma, tipo, continuidad, estado actual, defectos de construcción, tabletas para ciegos, pasos para sillas peatonales, rampas de acceso a andenes, bordillos, áreas de drenaje

- 
- 19 **Peatones:** movilidad, grupos predominantes, volúmenes, red peatonal, senderos peatonales, zonas de refugio, vallas, pasarelas, pasos a nivel, puentes peatonales, elementos de protección, estado de superficies, barandas, señalización especial para conductores y para peatones, movilidad incluyente, rampas, escaleras, ascenso/descenso de vehículos, pasos en intersecciones, fases peatonales de semáforos, continuidad, accesos a edificaciones, afectaciones por densidad de las vías, conflictos con otros usuarios viales, espacios compartidos con ciclistas, situaciones y efectos de peligro
- 

### Geometría de la vía vehicular

---

- 20 **Alineamiento horizontal:** curvatura, radios mínimos, grados de curvatura, ángulos de deflexión, peraltes, visibilidad en curvas, inestabilidad de vehículos, visibilidad
- 21 **Alineamiento vertical:** pendientes máximas y mínimas, visibilidad, longitud de curvas, pérdidas de trazado
- 22 **Sección transversal:** carriles, carriles especiales, anchos de carriles, bombeos, sobreeanchos, sobreeancho trasero, cambios de sección transversal
- 23 **Bermas:** anchos, obstáculos, pendiente lateral, traspasabilidad
- 24 **Cunetas:** anchos, profundidad, pendientes laterales, contracunetas, pasacunetas, obstáculos, traspasabilidad
- 25 **Medianas o separadores centrales:** anchos, obstáculos, traspasabilidad, encandilamiento, desniveles
- 26 **Bordillos:** altura, bordes redondeados, traspasabilidad
- 27 **Alcantarillas:** localización lateral, altura de cabezales, cubiertas, traspasabilidad
- 28 **Puentes y pontones:** anchos, visibilidad diurna y nocturna, señalización especial, barandas, pasos peatonales, protección anterior y posterior, elementos de transición
- 29 **Obstáculos laterales:** árboles, postes, piedras, elementos de choque, elementos traspasables
- 30 **Accesos:** intercambiadores viales, accesos a propiedades, retornos, carriles de aceleración y de desaceleración, visibilidad, legibilidad para conductores, funcionalidad, operatividad, velocidades de operación, rampas de ascenso/descenso, entrecruzamientos, áreas de empalme, isletas
- 31 **Glorietas:** radios, velocidades de operación, visibilidad, incorporaciones, salidas, carriles anulares, señalización especial, tránsito peatonal
- 32 **Superficie de rodadura:** tipo, características generales y especiales, zonificación, interacción vehículo - superficie (fricción), drenaje de la superficie, encharcamientos, uniformidad de superficie, desperfectos, color de la superficie, acción de reductores de velocidad, bermas y bandas alertadoras
- 

### Amueblamiento de la vía vehicular

---

- 33 **Paraderos:** localización, separación lateral, señalización especial, zonas de refugio, capacidad, estructura, sistema de protección, zona de ascenso/descenso de pasajeros
- 34 **Peajes urbanos:** Localización, tipos, casetas, velocidades, señalización especial, protección de funcionarios, refugios, isletas, amortiguadores de impacto
- 35 **Elementos de redireccionamiento y contención:** tipos, ubicación, altura, área de trabajo, deflexión dinámica, rigidez, instalación, empotramiento, longitud, terminales, elementos de transición, anclajes, discontinuidades, visibilidad diurna y nocturna, uniformidad
- 36 **Amortiguadores de impacto:** localización, nivel de contención, tipo, homogeneidad, área de trabajo, instalación, visibilidad, señalización especial, estado de funcionamiento
- 37 **Semáforos:** localización, instalación, visibilidad, señalización especial, operatividad, funcionamiento de fases, ciclos, postes
- 38 **Servicios:** gasolineras, restaurantes, talleres mecánicos, localización, señalización especial, entrada/salida de vehículos
-

- 
- 39 **Reductores de velocidad:** medidas de tránsito calmado, bandas alertadoras, resaltos, justificación, funcionalidad
- 
- 40 **Iluminación:** necesidad, tipo de iluminación, zonas escolares, senderos peatonales, zonas de intersecciones, pasos poblacionales, zonas de puentes, sectores de alto riesgo
- 
- 41 **Vehículos de emergencia:** ubicación de sedes, alarmas, llamadas, accesos especiales, facilidades para paso, retornos, localización de centros de atención, tiempos de viaje
- 

### Señalización del área vehicular

---

- 42 **Señales verticales:** tamaño, formas, colores, pictogramas, mensajes, ubicación, altura, visibilidad diurna, reflectividad nocturna, consistencia con la demarcación
- 
- 43 **Demarcación:** líneas centrales y laterales, anchos de las líneas, visibilidad diurna y nocturna, líneas de paraderos, estacionamientos, canalización, refugios, uniformidad, símbolos, caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplean, tipos de materiales usados, consistencia con la señalización vertical
- 
- 44 **Tachas:** ubicación, tipo, tamaño, delineación, espaciamiento, demarcación, color, visibilidad diurna y nocturna, traspasabilidad
- 
- 45 **Señales elevadas:** mensajes, postes, localización
- 
- 46 **Señales de mensaje variable:** localización, mensajes, visibilidad diurna y nocturna
- 
- 47 **Señales para peatones, ciclistas, motociclistas**
- 

### Segregación de usuarios

---

- 48 **Motovías:** separación de carriles, señalización, velocidades, cruces, giros, anchos, usos de zonas compartidas, separación de carriles, bordes de vía u obstáculos en obras de drenaje, protección en barreras de redireccionamiento y contención, superficies deslizantes
- 
- 49 **Ciclovías:** segregación, continuidad, señalización especial para ciclistas y conductores de vehículos, localización, cruces, giros, anchos, usos de zonas compartidas, facilidades para usuarios, zonas de incorporación, pendientes, geometría de la vía, rampas de ascenso/descenso, puentes o pasos deprimidos
- 
- 50 **Vehículos no motorizados:** tipo, carriles de uso, operatividad, volúmenes previstos, velocidades de operación, interacción con otros vehículos, señalización especial
- 
- 51 **Elementos de segregación:** tipo, longitud, altura, localización, instalación, visibilidad, comprensión, continuidad, aperturas para entrada/salida de vehículos
- 

### Zonas especiales

---

- 52 **Zonas escolares:** señalización especial, zonas de ascenso/descenso, estacionamientos, refugios, senderos peatonales, sistema de protección de usuarios, reductores de velocidad
- 
- 53 **Intersecciones:** localización, tipo, volúmenes, diseño para demanda futura, variación de flujo horaria, diaria, ocasional, señalización especial, visibilidad, incorporación/salida de vehículos, maniobrabilidad, giros, cruces, situaciones a nivel, situaciones a desnivel, rampas de ascenso o descenso, geometría vial, velocidades, usuarios permitidos/no permitidos, sistema de protección de usuarios, estado superficial, peraltes, bombeo, drenaje, gálibos
- 
- 54 **Otros:** elementos no diseñados, apreciaciones de recorrido diurno y nocturno
-

### 3.5.3 Lista de chequeo para verificación por parte del cliente

#### Lista detallada para verificación por el cliente

Proyecto:

Inspector:

Fecha:

Pregunta	Comentarios
1	¿Se han considerado todos los usuarios de la vía?
2	¿Se han tenido en cuenta los usuarios vulnerables?
3	¿Se han considerado todos los vehículos de la vía?
4	¿Se han considerado los volúmenes de tráfico?
5	¿Se ha considerado la composición vehicular?
6	¿Se han tenido en cuenta los sitios generadores de viaje?
7	¿Se hizo recorrido diurno?
8	¿Se hizo recorrido nocturno?
9	¿Se ha revisado la consistencia del diseño, en caso de requerirse?
10	¿Se han revisado las zonas laterales de la vía?
11	¿Se ha revisado la superficie de rodadura?
12	¿Se han detectado obstáculos potencialmente peligrosos?
13	¿Se presentan revisiones sobre el entorno de la vía?
14	¿Se han revisado las intersecciones?
15	¿Se ha revisado la señalización vertical?
16	¿Se ha revisado la demarcación vial?
17	¿Se ha revisado la señalización temporal?
18	¿Se ha revisado la semaforización?
19	¿Se ha calculado el factor riesgo en cada aspecto inseguro?
20	¿Se han revisado los factores que contribuyen al riesgo?
21	¿Se han revisado los elementos de redireccionamiento y contención de la vía?
22	¿Se presentan evidencias de los hallazgos?
23	¿Se han realizado recomendaciones sobre los hallazgos?
24	¿Se ha establecido etapa de seguimiento?

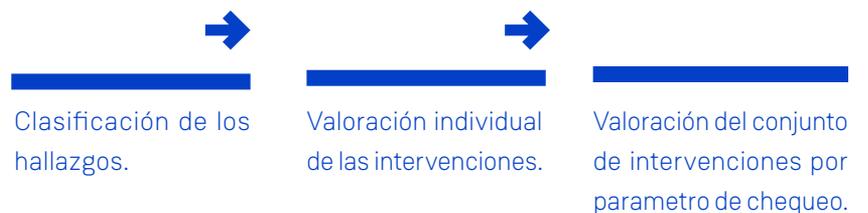
## 3.6 EVALUACIÓN DE LAS MEDIDAS DE INTERVENCIÓN COMO RESULTADO DE LA ISV

Como en el caso de la aplicación de la teoría del riesgo, la metodología para el seguimiento de la implementación de las medidas de intervención adoptadas como resultado de las recomendaciones de los procesos de auditoría o inspección de seguridad vial, es aplicable tanto a unas como a las otras.

Esta metodología tiene por objeto evaluar de manera cuantitativa y cualitativa los resultados de las acciones tomadas con respecto a la implementación de las recomendaciones para mitigar los riesgos de siniestralidad identificados por las inspecciones de seguridad vial.

El método de evaluación está compuesto por tres pasos como se indica en la Figura 2:

**Figura 2** Pasos para evaluar la implementación de las recomendaciones del informe de ISV



La clasificación de los hallazgos comprende la clasificación y organización de las intervenciones recomendadas por el informe de ISV en las categorías de acuerdo con los factores de riesgo que se encontraron, denominados parámetros de chequeo.

La valoración individual de cada una de las recomendaciones se da en función de cuatro criterios o variables: 1) avance de la implementación,

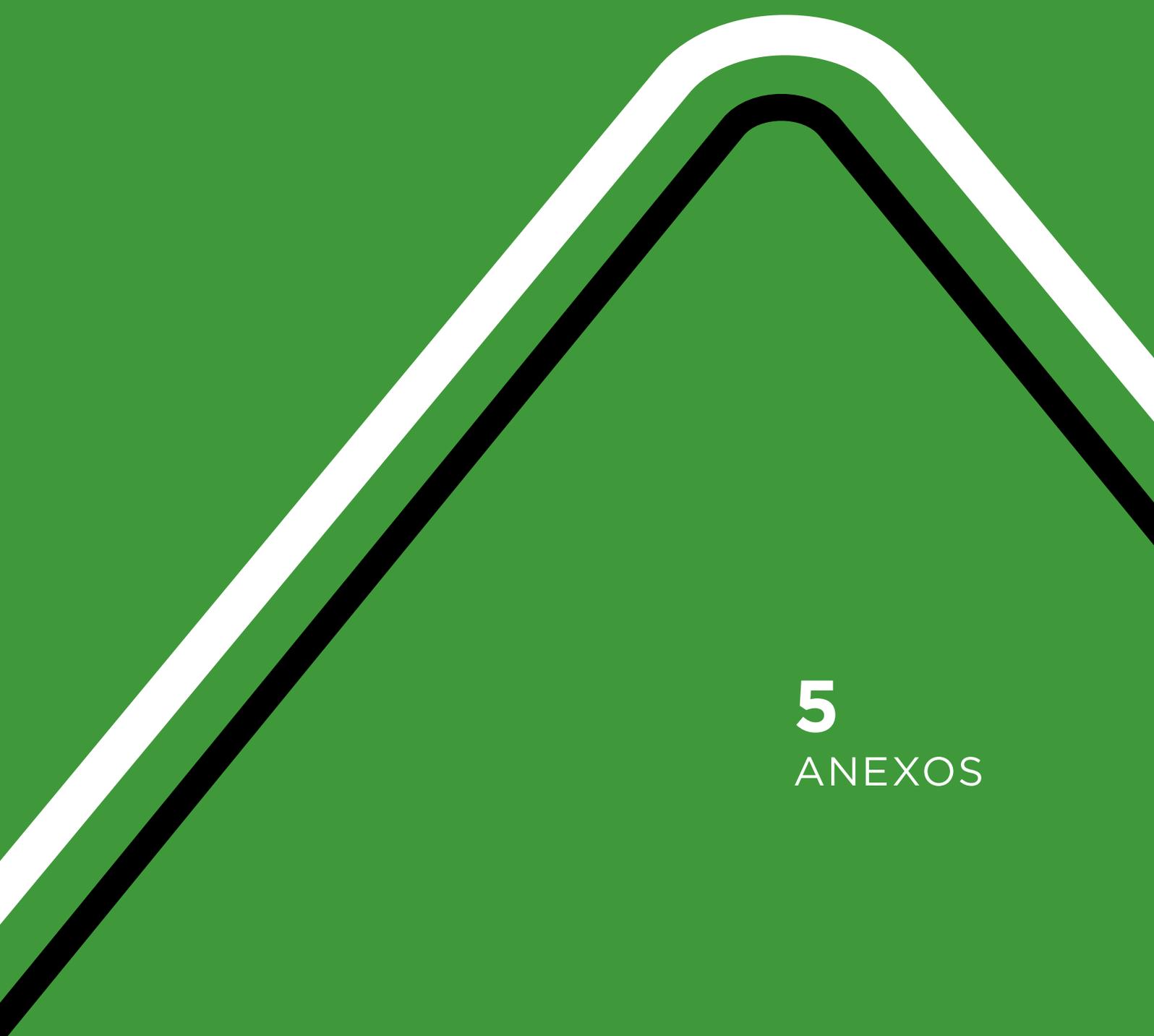
2) tiempo de implementación, 3) complejidad y 4) costo aproximado de la implementación, de acuerdo con unos criterios de evaluación previamente establecidos. La medición de cada criterio se obtiene de las entrevistas con los responsables del proyecto, de las visitas de campo realizadas y de la experiencia del equipo evaluador. Los resultados obtenidos se consignan en una matriz de valoración individual dentro de cada criterio evaluado.

Para la valoración del conjunto de intervenciones se utilizan las mediciones de eficacia y eficiencia, complejidad y costo para las intervenciones realizadas en cada parámetro de chequeo y para el total de proyecto auditado, en términos absolutos y relativos. La eficacia se establece en cuanto al nivel de implementación de las recomendaciones de la ISV, calificada dentro de tres posibilidades: total, parcial y nula. La eficiencia se define con base en el cumplimiento del plazo estimado para la implementación de las recomendaciones de la ISV como “Sí” o “No”. La complejidad cuenta con tres categorías: baja, media y alta y el costo se mide bajo tres categorías: bajo, medio y alto. En la evaluación se debe tener en cuenta que no necesariamente todas las recomendaciones se deben implantar.

Para establecer los índices de cumplimiento para el conjunto de intervenciones, se elabora una matriz a la cual se trasladan los resultados totales obtenidos por cada parámetro de chequeo para cada criterio de evaluación. El análisis se hace a partir de las variaciones absolutas que corresponden al total de intervenciones en cada categoría o de las variaciones relativas que se calculan al dividir el total de intervenciones para cada columna, sobre el total de intervenciones en cada parámetro.

El desarrollo detallado de esta metodología, acompañado de un ejemplo práctico se presenta en esta guía.

- FEDERAL MINISTRY FOR TRANSPORT, INNOVATION AND TECHNOLOGY. ROAD SAFETY INSPECTIONS (RSI): Manual for Conducting RSI. Viena, Austria. 2014.
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION GEOMETRIC DESIGN LABORATORY. IHSDM Roadway Model. Washington, EUA. 2001.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION - ICAO. Safety Management Manual (SMM). Montreal, Canada. Second Edition - 2009.
- INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANIZATION - ICAO. Safety Management Manual (SMM). Montreal, Canada. Third Edition - 2013.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. ISO/IEC 31010, Risk management - Risk assessment techniques. 2009.
- INSTITUTE OF INTERNAL AUDITORS. IIA Position Paper: The Role of Internal Auditing in Enterprise-Wide Risk Management. 2009.
- ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD. Informe sobre la situación de la seguridad vial en la Región de las Américas. EUA. Washington, DC. 2015.
- RUNE ELVIK. The Handbook of Road Safety Measures -Second Edition. Institute of Transport Economics. Oslo, Noruega. 2009.
- RUNE ELVIK. Road safety inspections: safety effects and best practice guidelines. Institute of Transport Economics - TøI. Oslo, Noruega. 2006.
- SEETO. Road Safety Inspection Guideline. Belgrado, Serbia. 2009.
- SWEDISH TRANSPORT ADMINISTRATION. Analysis of road safety trends 2013. Management by objectives for road safety work towards the 2020 interim targets. Borlänge, Suiza. 2014.
- swov. Functionality and homogeneity. Leidschendam, Países Bajos. 2010.
- swov. Sustainable Safety: principles, misconceptions, and relations with other visions. Países Bajos. 2013.
- swov. Predictability by recognizable road design. Leidschendam, Países Bajos. 2012.
- SWEDISH ROAD ADMINISTRATION. SAFE TRAFFIC: Vision Zero on the move. Borlänge, Suecia.
- UNISDR. Terminología sobre Reducción del Riesgo de Desastres. 2009.
- WORLD HEALTH ORGANIZATION. Global status report on road safety. Ginebra, Suiza. 2015.



**5**  
ANEXOS

## 5.1

# ANEXO 1.

## CONTENIDO BÁSICO DE LOS TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA LA CONTRATACIÓN DE ISV

**Nota para el lector:** los textos *[entre corchetes]* deben ser completados con la información específica en cada caso.

### 5.1.1 Antecedentes

Circunstancias como el crecimiento de la red vial, el aumento y la diversidad del parque automotor (vehículos pequeños comparten la vía con vehículos grandes), el aumento y la diferencia de edad de los conductores, las restricciones económicas en la construcción de las vías, el desarrollo económico de los países y el avance tecnológico, han contribuido a un aumento potencial de los siniestros de tránsito.

La ocurrencia de los siniestros de tránsito tradicionalmente se ha relacionado con fallas en los vehículos, los factores humanos o en las vías y su ambiente. Diferentes factores están involucrados en la ocurrencia de un siniestro de tránsito, el vehículo (fallas mecánicas), el conductor (errores humanos), la carretera y el ambiente. Estos elementos podrían actuar individual o conjuntamente para causar un siniestro de tránsito.

Antes de 1960, en el mundo se diseñaban y construían vías que no consideraban la debida protección de los usuarios, ni sus limitaciones físicas y psicológicas. Entre los años 1960 y 1970 se inició la construcción y operación de vías que consideraban cómo mitigar la gravedad y consecuencias de un siniestro. Desde la década de los años 1970 los países que realizan las mayores inversiones en infraestructura vial tomaron interés en construir y operar vías con estándares de seguridad más altos y resaltaron la necesidad de impedir colisiones,

en lugar de mitigarlas. A pesar de este avance, en los países en desarrollo todavía se diseñan y construyen proyectos de infraestructura vial con normas con bajos estándares de seguridad, debido a múltiples factores.

Los proyectos de infraestructura que se diseñan y construyen con criterios limitados de seguridad vial, son propensos a la generación de puntos o tramos críticos de siniestralidad vial que se identifican con el tiempo. La realización de estudios que identifican y analizan los sitios críticos de mayor siniestralidad son una medida reactiva para tratar problemas de seguridad vial, con base en hechos consumados que han causado lesiones o pérdidas humanas. Muchas veces se identifica que estos sectores críticos se generaron por defectos de seguridad no analizados en el diseño de los proyectos viales.

Con el propósito de plantear una metodología que permitiera la detección de los errores en aspectos de seguridad vial de manera anticipada a los siniestros, en el año 1987 surgieron en Inglaterra las Auditorías de Seguridad Vial a los diseños de los proyectos de infraestructura, que buscaban detectar las deficiencias o problemas potenciales de seguridad sobre los planos antes de la construcción de los proyectos. De esta manera, se pueden subsanar los errores modificando los planos, en lugar de implantar medidas correctivas en una obra construida. Es evidente que resulta más rentable para los países y para la sociedad en general, si se detectan y se solucionan los problemas de seguridad vial con antelación a la construcción de una vía.

La necesidad de realizar Inspecciones de Seguridad Vial a los proyectos de infraestructura vial ya existente se ha recomendado desde tiempo atrás. Las principales organizaciones internacionales preocupadas por el tema de la seguridad vial las recomiendan como una medida que genera una relación beneficio-costos importante para los proyectos viales.

Debido a la declaración del Decenio de Acción para la Seguridad 2011 – 2020, las Naciones Unidas presentaron un Plan Mundial de Acción, en el cual se destaca en el numeral 2.2.-Iniciativas que dan resultados, el diseño de carreteras más seguras y la exigencia de auditorías independientes en materia de seguridad vial para los nuevos proyectos de construcción. En el pilar 2 “Vías de tránsito y movilidad más seguras”, se definen seis actividades prioritarias, una de las cuales destaca la necesidad de fomentar la creación de nuevas infraestructuras seguras, en las que se fijen mejores estándares de seguridad para nuevos diseños e inversiones en carreteras.

*[Se deben mencionar antecedentes del país donde se va a realizar la ISV. Datos acerca de la condición del sector transporte, retos en cuanto al historial de siniestros de tránsito, políticas y programas existentes para mitigar el problema, el contexto y relevancia del proyecto en estudio para el país y presentar algunas experiencias o expectativas (según el caso) de las ISV en el país.]*

### 5.1.2 Justificación

*[En esta sección se deberá incluir una breve descripción del proyecto y de la necesidad de realizar la ISV que se propone desarrollar. Así como el contexto, estadísticas (si aplica), el tipo de ISV que se requiere y otra información relevante.]*

### 5.1.3 Objetivos

#### Objetivo general

Realizar una ISV al proyecto vial *[Nombre del proyecto (describir el proyecto)]*, entre el sitio, *[población o kilómetro]* y el sitio, *[población o kilómetro]*, para que se identifiquen las condiciones que generan riesgo de siniestralidad vial a los diferentes usuarios de la vía *[(personas con movilidad reducida, peatones, ciclistas, motociclistas, usuarios del transporte público y ocupantes de vehículos o los que apliquen al proyecto específico)]* y con base en esto se presenten recomendaciones generales para la mejora de la seguridad del proyecto vial.

#### Objetivos específicos

- \* Identificar elementos de la infraestructura vial que se constituyan en condiciones potencialmente peligrosas para los usuarios de las vías.
- \* Analizar el comportamiento histórico de la siniestralidad vial presentada en el proyecto vial en estudio, de acuerdo con la información disponible.
- \* Identificar las condiciones de riesgos potenciales y de la seguridad vial en el diseño geométrico, obras de drenaje, zonas laterales, visibilidad, velocidades, señalización horizontal y vertical, sistemas de contención vehicular, medidas de pacificación de tránsito, etc.
- \* Recomendar alternativas costo-eficientes de mejora a las condiciones de la infraestructura que busquen la mitigación o eliminación de las condiciones de riesgo de siniestralidad de los usuarios de las vías.
- \* (Si aplica) Revisar ISV realizadas en el pasado en el proyecto y verificar las acciones tomadas.

### 5.1.4 Alcance

- A Definir las razones por las que se está adelantando la inspección de seguridad vial.
- B Descripción de la vía (ubicación, punto de inicio y punto final, longitud, número de calzadas, número de carriles por calzada, número de intersecciones reguladas (pare, semáforos, cruces a desnivel, etc.-, tipo de terreno, tipo de vehículos, importancia de la vía, TPD, pavimento, obras planeadas o en construcción, etc.)
- C Detalles de la actividad a realizar
  - Planificación de la ISV
  - Ejecución de la ISV
  - Informe de la ISV
- D Detalles de la información existente o faltante
  - Planos detallados
  - Información de tránsito y siniestralidad
  - Señalización vertical/horizontal
- E Confidencialidad
- F Entregables
- G Plazo

### 5.1.5 Metodología

La metodología para desarrollar la ISV comprende la descripción de las técnicas que se usarán para realizar el trabajo, con base en la Guía Técnica para la Aplicación de las Inspecciones de Seguridad Vial en los Países de América Latina y el Caribe, publicada por el Banco Interamericano de Desarrollo - BID y contemplar los métodos y procedimientos que se van a utilizar para el desarrollo del trabajo, que permitirá el cumplimiento de los objetivos previstos.

La metodología para la evaluación de cada propuesta será parte fundamental de la misma y deberá evaluarse la pertinencia de los métodos propuestos y la innovación, coherencia y solidez de la misma.

La metodología debe comprender, al menos:

- \* Elementos conceptuales básicos.
- \* Técnicas a aplicar cuyo empleo hará más probables los resultados esperados.
- \* Métodos y técnicas que deberá emplear el contratista.
- \* Actividades o tareas por realizar que cumplan con las planteadas en estos términos de referencia.

Para el desarrollo de las actividades de las ISV el proponente deberá considerar como mínimo los siguientes puntos:

- \* Reunión con la entidad contratante para suscribir el acta de inicio del estudio y presentar el Plan de Trabajo que incluya el cronograma de actividades con los tiempos estimados.
- \* Descripción de la toma de información secundaria necesaria para el desarrollo de la ISV, con base en lo establecido en la Guía Técnica para la Aplicación de las Inspecciones de Seguridad Vial en los Países de América Latina y el Caribe, publicada por el Banco Interamericano de Desarrollo - BID. Para el cumplimiento de esta tarea, el inspector deberá elaborar un informe de diagnóstico con la información recopilada.
- \* Descripción de la visita de campo. Según el tipo de proyecto por inspeccionar se pueden hacer tomas de información mediante videos, fotografías, mediciones en vía, etc.
- \* Reuniones intermedias con el contratante para la presentación del diagnóstico de los hallazgos y el análisis de riesgos.
- \* Elaborar un informe en el que se destaquen las recomendaciones en materia de seguridad vial aplicables a las vías estudiadas, conforme a los estándares técnicos internacionales para la construcción y operación de vías seguras.
- \* Hacer una presentación del informe de ISV, durante la reunión final con el contratante, en la que se sustenten las recomendaciones presentadas.

*[El proponente debe describir con precisión las tareas, principales actividades que se ejecutarán y definir su secuencia y articulación. Además, los productos y resultados que se esperan obtener que permitan lograr el objetivo general y los objetivos específicos del servicio a contratar. Se debe tomar en cuenta que las actividades y tareas se deben describir de forma específica para cada proyecto.]*

### **5.1.6 Personal principal para el desarrollo de la ISV**

Para la composición, definición de perfiles y responsabilidades del equipo de inspección deberá considerarse lo que contempla el numeral 2.3 de la Guía Técnica para la Aplicación de las Inspecciones de Seguridad Vial en los Países de América Latina y el Caribe, publicada por el Banco Interamericano de Desarrollo – BID.

Los perfiles y responsabilidades del equipo de inspección son los que contempla el numeral 3.3.2 de la Guía Técnica para la Aplicación de las Inspecciones de Seguridad Vial en los Países de América Latina y el Caribe, publicada por el Banco Interamericano de Desarrollo – BID, como se detalla a continuación:

En general y de acuerdo con la experiencia internacional, un equipo de inspección debe constar como mínimo de dos miembros, uno de estos debe actuar como líder del equipo. Entidades como la PIARC recomiendan que el equipo de inspección sea plural, lo cual facilita la reparación de tareas y sobre todo el intercambio de opiniones (PIARC, 2007). Sin embargo, en pro-

yectos pequeños la ISV la puede realizar una sola persona. Del equipo de inspección pueden formar parte profesionales de seguridad vial en calidad de aprendices y expertos técnicos cuando sea necesario.

#### **Líder del equipo de Inspección**

*[Indicar acá los requisitos aplicables según lo recomienda el numeral 3.2 de la Guía de ISV del BID.]*

#### **Inspector auxiliar**

*[Indicar acá los requisitos aplicables según lo recomienda el numeral 3.2 de la Guía de ISV del BID.]*

#### **Inspectores de seguridad vial aprendices**

*[Indicar acá los requisitos aplicables según lo recomienda el numeral 3.2 de la Guía de ISV del BID.]*

#### **Técnico experto**

*[Indicar acá los requisitos aplicables según lo recomienda el numeral 3.2 de la Guía de ISV del BID.]*

### **5.1.7 Perfil y responsabilidades del equipo de inspección**

*[A partir de la experiencia internacional, en el Cuadro 18 se presenta el perfil, la experiencia mínima que se debe exigir y las responsabilidades a cargo de cada uno de los miembros del equipo inspector.]*

*Estos requisitos se deben tomar como referencia para la contratación y la realización de las ISV. Entre estos requisitos cobra especial importancia la experiencia comprobada de los miembros del equipo de inspección, lo cual es indispensable para garantizar la calidad de las inspecciones.]*

**Cuadro 18** Perfil y responsabilidades del equipo de inspección

<b>Cargo</b>	<b>Perfil académico</b>	<b>Experiencia</b>	<b>Responsabilidad</b>
Inspector Líder	<p>Formación profesional y registro en ingeniería civil, de vías u otras profesiones similares, que contemplen la formación en el diseño, construcción y mantenimiento de infraestructura vial</p> <p>Conocimiento en ingeniería de seguridad vial</p> <p>Curso de formación en ASV o ISV</p> <p>Curso de formación y otras actividades relacionadas con temas como: señalización vial, diseño de sistemas de contención vial, diseño de zonas laterales, diseño de medidas de tráfico calmado, etc</p>	<p>Siete años de experiencia profesional</p> <p>Mostrar habilidades de liderazgo y dirección de proyectos</p> <p>Experiencia específica en diseño de vías, técnicas de reconstrucción de vías e ingeniería y gestión del tránsito y señalización</p> <p>Haber participado en no menos de cinco ISV o ASV, tres de las cuales deben corresponder a proyectos en carretera o urbanos según el tipo de proyecto que se contrate</p>	<p>Pactar el objeto y alcance de la ISV</p> <p>Definir la composición del equipo de inspección</p> <p>Dirigir y llevar a cabo la ISV</p> <p>Administrar el proceso de la ISV</p> <p>Intervenir en el desarrollo de todas las etapas de la inspección</p> <p>Analizar la información requerida para la ISV</p> <p>Definir las listas de chequeo</p> <p>Organizar y dirigir la visita de campo</p> <p>Elaborar el informe de ISV</p> <p>Hacer la presentación del ISV</p> <p>Verificar que se cuente con los elementos de protección personal y el equipo para realizar la ISV</p>
Inspector auxiliar	<p>Formación profesional en ingeniería civil, de vías u otras profesiones similares</p> <p>Conocimientos en ingeniería de seguridad vial</p> <p>Curso de formación en Inspecciones o Auditorías de Seguridad Vial</p>	<p>Cinco años de experiencia profesional</p> <p>Haber participado en al menos una ISV o ASV</p>	<p>Intervenir en la recopilación y el análisis de la información para la ISV</p> <p>Participar en la elaboración de las listas de chequeo</p> <p>Participar en la visita de campo</p> <p>Diligenciar las listas de chequeo</p> <p>Tomar los registros fotográficos y de video como prueba de los peligros encontrados</p> <p>Intervenir en la elaboración del informe de la ISV</p> <p>Participar en la presentación del informe de inspección</p>

### 5.1.8 Productos e informes a entregar

El equipo de inspección deberá presentar los siguientes informes o productos:

**Informe 1:** Plan de trabajo y cronograma de actividades que incluya los tiempos estimados.

**Informe 2:** Recopilación de información y diagnóstico, visita de campo.

**Informe 3:** Identificación, análisis y propuestas de mitigación y manejo de riesgos.

**Informe 4:** Informe final de inspección que incluya los hallazgos y las recomendaciones.

*[En proyectos de corta duración los informes 3 y 4 pueden presentarse en uno solo.]*

Dichos informes deberán contar con toda la información requerida y debidamente justificada y evidenciada para su comprensión. Los informes deberán presentar claramente lo siguiente: los manuales o estándares aplicados, dibujos de diseño de las recomendaciones, estadísticas de siniestros (si aplica), y comparaciones con casos de buenas prácticas internacionales.

### 5.1.9 Plazo del contrato

*[El trabajo del grupo que realiza la ISV no depende de la longitud de una vía y, por consiguiente, no se establece un valor por kilómetro de recorrido, sin embargo, depende del número de tramos homogéneos que tenga la vía, por lo que por cada uno de estos debe realizar los estudios, mediciones y análisis para determinar las condiciones de seguridad vial.]*

*Los costos y tiempos para la realización de Inspecciones de Seguridad Vial se deben analizar de acuerdo con las características de cada país, la ubicación geográfica del proyecto, el número de personas que realizarán la inspección, honorarios,*

*el equipo que se utilizaría, los elementos de protección personal y vehículos, entre otros.]*

### 5.1.10 Recursos y facilidades

*[Para el desarrollo de la ISV se puede considerar la disponibilidad de que el contratante facilite al equipo de inspección recursos como los siguientes: oficina, vehículo para realizar las visitas de campo, planos del proyecto, sala para reuniones, etc.]*

### 5.1.11 Forma de pago

*[La entidad contratante deberá especificar los costos que constituirán la remuneración del proponente, la moneda en que se realizará el pago, la forma del cálculo de honorarios, forma e hitos de pago (se recomienda usar los informes y entregables indicados anteriormente), con base en las cuales el consultor preparará su propuesta y se indicarán en esta sección. En cada propuesta se deben establecer las condiciones y porcentajes de pago: anticipo (%), pago parcial (%) y pago final (%).]*

### 5.1.12 Criterios de selección y evaluación

Los siguientes aspectos se deben considerar para la evaluación de las propuestas:

#### A Experiencia:

**Experiencia específica del inspector líder** en inspecciones de seguridad vial.

**Experiencia general del inspector líder** en obras de ingeniería de carreteras.

**Experiencia específica del inspector auxiliar** en inspecciones de seguridad vial.

**Experiencia general del inspector auxiliar** en obras de ingeniería de carreteras.

*Nota: la experiencia específica en la realización de ASV o ISV se deberá valorar a través de contratos*

*previos o mediante el análisis de facturación. Comprende la cantidad de contratos de Inspección de Seguridad Vial terminados, experiencias en la región, país o localidad.*

- B Calidad** de la metodología y del plan de trabajo propuesto.
- C Calificaciones** del auditor (inspector) líder.
- D Valor** de la propuesta.

Se podrá establecer unas ponderaciones de los factores por evaluar, por lo cual deberá definirse objetivamente la distribución de los puntos sobre cada factor, entendiéndose

que las propuestas que no cumplan con los requisitos mínimos establecidos en estos términos de referencia no deberían considerarse. Como ejemplo se plantean ponderaciones las siguientes, sobre la base de un total de 100 puntos:

- \* Calidad de la metodología y plan de trabajo propuesto: entre 0 y 10 puntos.
- \* Calificaciones del auditor (inspector) líder entre 10 y 20 puntos.
- \* Experiencia: entre 30 y 40 puntos.
- \* Valor de la propuesta: entre 30 y 40 puntos.

## 5.2 ANEXO 2.

### EJEMPLO PRÁCTICO DE UNA ISV A UNA CARRETERA

Con el objetivo de dar a conocer de manera práctica la aplicación de los conceptos, criterios y proceso de las ISV, en este anexo se presenta un ejemplo del informe de una ISV realizada a una carretera.

#### 5.2.1 Introducción

La carretera tiene una longitud de 86 km sobre terreno ondulado, montañoso y escarpado. Se trata de una vía de primer orden que conecta sectores de gran potencial agrícola e industrial, con tránsito promedio diario superior a 8.000 vehículos/día, en una sola calzada.

Se encuentra pavimentada en su totalidad. Actualmente, se realizan obras de ampliación y estudios para construir una segunda calzada.

#### Alcance

La ISV cubrió la longitud total de la carretera y se realizó en ambos sentidos de circulación. Se revisaron todos los elementos de la carretera potencialmente peligrosos.

#### Objetivos

Para el presente estudio se plantearon los siguientes objetivos:

#### Objetivo general

Realizar una inspección de seguridad vial al corredor, en una longitud total de 86 km, para la identificación de los riesgos potenciales de siniestralidad de los usuarios y la propuesta de recomendaciones generales que contribuyan a la disminución de la siniestralidad vial.

#### Objetivos específicos

- \* Revisar las especificaciones geométricas de la vía, la señalización, el entorno y condiciones de operación de esta, desde el punto de vista de la seguridad vial.
- \* Identificar los factores que pueden constituirse en riesgo para los usuarios de la vía.
- \* Formular recomendaciones generales (relacionadas con la vía) que contribuyan a la prevención de la ocurrencia de siniestros viales o a minimizar los efectos negativos.

#### Descripción del proyecto

##### A Aspectos generales básicos de localización

La vía se extiende entre el p. k. 0+000 al p. k. 85+600.

##### B Condiciones especiales de la vía

- I El primer tramo tiene su recorrido a través de un área eminentemente rural, con peatones y algunos desarrollos poblacionales al borde de la vía.
- II Se trata de una vía con grandes dificultades de estabilidad geológica y topográfica con frecuentes deslizamientos que requieren presencia constante de trabajos en la vía.
- III De acuerdo con el tipo de terreno se puede clasificar por tramos en terrenos ondulado, montañoso y escarpado. Su topografía es

relativamente montañosa durante los 25 primeros kilómetros, luego cambia a escarpada aproximadamente hasta el kilómetro 70 y luego toma un alineamiento sobre una topografía de tendencia ondulada a plana.

- IV En cuanto a las pendientes transversal y longitudinal de la vía se encuentran sectores de fuerte inclinación que influyen en la velocidad de operación según el sentido de recorrido.
- V La superficie de rodadura se puede catalogar como buena, pavimentada en su totalidad con mezcla asfáltica a excepción de los sectores con pavimentos rígidos en los túneles y algunas secciones cortas que se encuentran con adoquines.
- VI La mayor parte de la carretera es de dos carriles, con secciones de ascenso/descenso de tres carriles y algunos pasos en intersecciones que tienen separación de calzada y cuatro carriles.
- VII Los anchos de calzada y de bermas no son constantes, específicamente por el paso en puentes, en donde se reduce la visibilidad lateral. La berma tampoco es constante por el paso de túneles y en las secciones en donde se presenta un tercer carril.
- VIII Por ser una vía sin separador central, hay peligro de choque frontal y lateral por las zonas de entrecruzamiento entre carriles de forma peligrosa. El choque frontal se vuelve más peligroso a velocidades superiores a 60 km/h y con poca visibilidad, características que se encuentran frecuentemente en la vía.
- IX El choque lateral se origina principalmente por la incorporación de vehículos en forma perpendicular, sin carriles de aceleración y desaceleración que se convierten en obstáculos para los vehículos que vienen a velocidades superiores a 60 km/h y que no disponen de la suficiente visibilidad y distancia de frenado para evitar las

colisiones, situación que es crítica en la vía por la gran cantidad de accesos no controlados.

- X Existen pasos poblacionales que inciden directamente en el tránsito y la velocidad de operación vehicular, para los cuales se contemplan sitios especiales de señalización.
- XI La vía no dispone de zonas libres o perdonadoras para la eventual salida de vehículos en forma lateral.
- XII La toma de velocidades de operación la realizó el administrador de la vía en 39 estaciones ubicadas a lo largo de la carretera y en los dos sentidos de flujo.
- XIII Se utilizan reductores de velocidad en zonas poblacionales y con flujo de peatones, los cuales se pueden detectar en el plano de señalización entregado por el administrador de la vía. Estos puntos se consideraron como áreas especiales para el establecimiento de medidas de reducción de velocidad y su correspondiente zona de transición.

### 5.2.2 Actividades de la inspección

Para el desarrollo de la ISV se cumplieron las siguientes etapas:

- \* Planificación de la inspección
- \* Ejecución de la inspección
- \* Informe de la inspección

Estas etapas se desarrollaron de acuerdo con las siguientes actividades:

#### Actividades preliminares

##### A Reunión inicial

Se realizó una reunión previa con representantes de los administradores de carretera. El inspector líder explicó lo que es y no es una inspección, los principios básicos, la forma

operativa y el trabajo del grupo inspector. En esta reunión se definió el alcance de la ISV, los canales de comunicación, los documentos a entregar por parte del responsable de la carretera y el plan de ejecución, entre otros.

### **B Recibo y posterior revisión de la información existente sobre la carretera**

Se recibió la siguiente información:

- I Archivo de los planos detallados de la vía existente con información geométrica horizontal.
- II Archivos de tránsito y siniestralidad de la vía.
  - \* Elementos y condiciones de tránsito, volúmenes de tránsito, composición vehicular, usuarios, periodos, días y horas de máxima demanda.
  - \* Información de la siniestralidad vial e identificación de sitios críticos de siniestralidad.
- III Archivo de las señales verticales, con las velocidades reglamentadas.
- IV El registro de accesos sobre la vía.

### **Reconocimiento de la vía**

Se realizó una visita a la vía, en la que se hicieron recorridos diurnos y nocturnos.

Para iniciar el proceso de inspección, el equipo inspector se reunió con los grupos de trabajo del administrador de la carretera, se ajustó el plan de trabajo y se definieron las bases para el trabajo en equipo.

El grupo inspector realizó el recorrido de toda la vía, deteniéndose en los sitios que requerían la toma de fotografías y mediciones de campo que sirvieran como evidencias de la inspección.

En la visita se pudieron analizar las medidas tomadas para la aplicación del Plan de Manejo de Tránsito en algunos sectores en los que se desa-

rrollaban obras de construcción que requieren la canalización y aplicación de medidas de seguridad.

Se realizaron mediciones de la altura y características de algunas barreras de seguridad (defensas metálicas) instaladas y se complementó la información escrita y ocular con el reconocimiento y medición de elementos existentes que inciden en la seguridad vial. Se observaron con detalle operaciones vehiculares para la incorporación y salida de la carretera y para el paso en las poblaciones o zonas urbanas. Se realizó un análisis de los sitios que registran alta siniestralidad, de acuerdo con las estadísticas entregadas para el estudio.

### **Análisis de la información**

Con la información suministrada y la que se obtuvo en la visita de campo se procedió a la revisión de los diseños geométricos y de señalización contenida en los planos, al análisis de siniestralidad en los dos últimos años.

La información se evaluó tomando en cuenta una lista de chequeo fundamentada en los siguientes criterios de inspección:

- \* Bases para el cumplimiento de las normas de diseño geométrico.
- \* Visibilidad y operatividad de todos los elementos geométricos.
- \* Necesidad de señalización adicional o de modificación de la señalización actual.
- \* Estado actual de la superficie de rodadura.
- \* Señalización y adecuación de la vía tomando en cuenta a todos los usuarios de la misma: ciclistas, motociclistas y peatones.
- \* Correspondencia entre las condiciones de circulación y la señalización.
- \* Afectaciones de la carretera a la continuidad de la red vial adyacente e identificación de las

necesidades de seguridad de todos los usuarios de la vía, peatones, pasajeros y conductores.

- \* Para el análisis del diseño geométrico se tuvo en cuenta el cumplimiento de normas y requisitos establecidos en:
  - \* El manual de diseño geométrico para carreteras.
  - \* El manual de señalización vial.
  - \* American Association of State Highway and Transportation Officials – Aashto (2001). Roadside Design Guide. Washington, USA.
  - \* Federal Highway Administration (2001). IHSDM Roadway Model.

#### **Listas de chequeo**

Para llevar a cabo la inspección se utilizó la lista de chequeo para la verificación de los criterios de las inspecciones, con el objeto de asegurar que no se había olvidado ningún aspecto.

#### **Procesamiento de la información**

En esta etapa se realizaron las siguientes actividades:

- \* Revisión de las características geométricas y del cumplimiento de las normas de diseño.
- \* Procesamiento de las velocidades medidas para obtener los perfiles de velocidades de operación.
- \* Análisis de la consistencia del diseño geométrico.
- \* Inventario detallado de señalización y demarcación y revisión del cumplimiento de las normas.
- \* Inventario de elementos de la vía que pueden representar un peligro potencial para los usuarios.
- \* Determinación de sitios críticos de siniestralidad de la vía actual.
- \* Análisis de la siniestralidad y determinación de niveles de amenaza, vulnerabilidad y riesgo de siniestro.

#### **Elaboración del informe de ISV**

En este se consignan los procedimientos seguidos, los hallazgos de la inspección y los resultados encontrados y se formulan las recomendaciones generales.

### Presentación final de ISV

Se hará la presentación de los resultados ante la empresa auditada, durante la cual se cumplirá el principio de confidencialidad en todo momento por parte de los inspectores.

### 5.2.3 Descripción de los hallazgos

En las siguientes fichas se presenta la descripción de los hallazgos en del desarrollo de la ISV, clasificados por temas:

**Cuadro 19** Ficha de descripción de hallazgos

## INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL

Día

Mes

Año

VÍA: Población A – Población B  
RUTA: No. 1A  
TIPO: 1<sup>er</sup> orden  
LONGITUD: 86 km

## DESCRIPCIÓN DE LOS HALLAZGOS Y RIESGOS

### 1 Análisis de accesos

#### A Accesos a estaciones de servicio

Los accesos a las estaciones de servicio no cuentan con carriles de desaceleración e incorporación; hay entrecruzamiento de vehículos, lo que genera un alto riesgo de choque lateral; los conductores utilizan las zonas aledañas como sitios de estacionamiento, lo que impide una buena visibilidad de los vehículos que entran y salen

de estas y obstaculizan el paso, obligando a los usuarios de la vía a disminuir repentinamente la velocidad de operación. En algunos casos están ubicadas en curvas en donde hay poca visibilidad para incorporarse nuevamente a la vía e incumplen las normas vigentes para la construcción de accesos.



---

## B Accesos a lavaderos de carros

Estos negocios están ubicados al lado de la vía, no cuentan con la adecuación de los accesos para salida e incorporación en forma segura, con áreas insuficientes para el parqueo y con concentración de personas que laboran en este oficio.

El riesgo se aumenta para los vehículos que circulan normalmente por la vía, porque reducen el ancho de las bermas y la visibilidad, lo que crea inseguridad para los peatones.



---

## C Accesos a negocios al lado de la vía

La mayoría de los restaurantes, talleres, etc., no tienen carriles de aceleración y desaceleración, generan riesgos por choque lateral y por alcance, y propician que los vehículos se estacionen en la bermas y cunetas o invadan el carril de circulación, lo cual genera que los vehículos que van de paso

invadan el carril contrario para adelantar a los estacionados y en el sentido contrario generan detenciones para giro izquierdo. Se aumenta el riesgo por el cruce de peatones o por su tránsito longitudinal; algunos tienen zona de parqueo, pero no cuentan con pasos seguros o refugios para usuarios vulnerables.



## D Otros accesos

A lo largo del recorrido se observó una serie de accesos a predios y viviendas que son potencialmente peligrosos, que, además de no contar con los carriles de incorporación, están ubicados en sitios de poca visibilidad de una curva y seguida de una contracurva. También, existe una construcción inadecuada de pasa cunetas rígidas con bordillos, en algunos casos perpendiculares a la vía, que ocasionan peligro ante la eventual salida de un vehículo que impacte con estas.

Otro riesgo adicional al permitir los accesos ubicados indiscriminadamente es la discontinuidad

en las barreras de contención para permitir el acceso a los predios, perdiéndose el anclaje que permite la contención y el redireccionamiento de los vehículos ante un posible choque.

Es crítico también lo que se registró en el p. k. 19+250 en donde hay una incorporación y entrecruzamiento en un sector de pendiente del 9,96 %, lo que incrementa la velocidad para los vehículos que descienden.

A continuación, se citan algunos accesos a predios con mayor riesgo:



## 2 Consistencia en el diseño

### A Curvas peligrosas

La carretera tiene 152 curvas horizontales que limitan la velocidad de operación a menos de 60 km/h y, entre estas, 15 curvas que limitan la velocidad específica en 40 km/h. La combinación de grado de curvatura superior a 100° y radios pequeños se puede observar en cinco curvas. Que pueden tener algún grado de peligrosidad cuando se circula a mayores velocidades de las permitidas.

En el p. k. 29 hay una zona de curvas peligrosas, algunas no tienen visibilidad. Se observa, además, que las defensas no tienen continuidad y que no hay enlace de barreras flexibles con barreras rígidas (en este caso tipo New Jersey). No funcionan como sistema de contención.



## B Curvas sin sobreebancho

En el p. k. 9+000, la falta de sobreebancho en las curvas induce a una sobreposición de los vehículos sobre las líneas de demarcación y la invasión del carril contrario o de la berma, como se aprecia en las fotografías.



p. k. 4+480



p. k. 9+000



---

## 3 Señalización

### A Falta de información:

La señalización informativa no describe todos los destinos, por ejemplo, no hay señalización que indique la entrada a una población.

### B Mantenimiento de señales

En el p. k. 3+120, se observan señales deterioradas y árboles no podados que disminuyen la visibilidad en las señales verticales, lo que impide su legibilidad por parte del conductor.



---

### C Funcionalidad de señales

En la señalización de la intersección en el p. k. 6+000, se encuentra la señal que indica la aproximación a una glorieta, sin embargo, la intersección no es una glorieta.



---

### D Ubicación de señales

La señal informativa de destino está instalada sobre la intersección. Ésta debería estar repetida anticipadamente, ya que existe un giro izquierdo sin carril de desaceleración, lo cual produce que los conductores al leer la señal tengan que parar

de forma intempestiva en el mismo carril de circulación, lo que produce colas. Adicionalmente, el acceso queda en medio de la curva horizontal, situación que restringe la visibilidad de los conductores y genera un alto riesgo.



---

### E Dispositivos de seguridad

No existen los dispositivos para delinear los obstáculos, ni la demarcación de aproximación a la bifurcación.



**F Localización de señales**

Las señales indican una curva peligrosa a la derecha en mitad de la curva horizontal hacia la derecha y a continuación viene la contracurva hacia la izquierda. En este caso en particular se debe revisar la entretangencia, para determinar si aplica la señalización de curva-contracurva.



---

**4 Sitios potenciales de siniestralidad**

**A Cunetas**

Se encontraron cunetas triangulares con pendientes laterales entre el 30% y el 40%, ubicadas junto a bermas angostas que generan la detención de vehículos, para no invadir la cuneta de manera riesgosa, como se aprecia en las

fotografías. Esta práctica de estacionamiento, además de afectar la estructura del pavimento, por la reducción del área de contacto entre la llanta y la superficie, puede producir vuelco de los vehículos.



En el p. k. 45+000 se observaron canales de 75 cm de profundidad al borde de la vía, con bordillos de 30 cm y ranuras para paso del agua. El ancho de la berma de 80 cm. Estos bordillos se convierten en un obstáculo que al impactarse puede producir el vuelco. Si se requiere esa mayor sección hidráulica, la cuneta se puede cubrir con rejillas para hacerlas traspasables.

---

## B Pasacunetas

Debido a la gran cantidad de predios aledaños a la vía con uso de vivienda, negocios, accesos a zonas pobladas y a vías antiguas, se han construido una gran variedad de pasacunetas, que se constituyen en

elementos agresivos para los vehículos que circulan por la vía. La agresividad de los pasacunetas es mayor cuanto más cercanos se encuentren a los carriles de circulación.



---

## C Cambios en la superficie de rodadura

En varios puntos de la vía se utilizan pavimentos adoquinados de color rojo debido a la inestabilidad geológica que deforma constantemente la superficie de rodadura. Esto ocasiona que los vehículos disminuyan la velocidad repentinamente por el cambio de rugosidad y regularidad de la capa de

rodadura, funciona como si fuera un reductor virtual de velocidad, lo cual, a la vez, reduce la posibilidad de choques frontales. No obstante, se pueden incrementar los choques por alcance debido al efecto de frenado. Existe señalización preventiva que advierte esta situación.



---

## D Árboles

En la zona lateral del derecho de vía se encuentran árboles frondosos de diámetros superiores a 10 cm, que pueden constituir obstáculos peligrosos para los ocupantes de los vehículos fuera de control, con riesgo potencial de siniestros por choques con objeto fijo.

En sectores cuya velocidad de operación sea superior a 60 km/h, la probabilidad de impacto

por salida de la vía se incrementa y, por consiguiente, la mayor gravedad de los choques contra objetos fijos.

Para la seguridad vial, estos árboles se deben eliminar, reemplazar o proteger con barreras de seguridad, con el objeto de que se elimine la posibilidad de impactarlos o minimicen la magnitud del siniestro de tránsito.



---

## E Piedras

Hay rocas de gran tamaño sobre el derecho de vía y dentro de la franja de 9,0 m, de la zona lateral, que constituyen objetos peligrosos que pueden golpear los vehículos fuera de control con alto riesgo de siniestros por choques con objeto fijo. Se recomienda su remoción.

Las obstrucciones en la vía constituyen peligros que deben suprimirse siempre que sea posible; sin embargo, cuando no se puedan eliminar, debe advertirse su presencia a los usuarios.

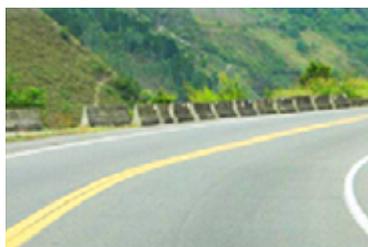


---

## F Muros

En varios puntos al borde de la vía se han instalado barreras muy cortas que imitan los muros conocidos como New Jersey, las cuales no funcionan como sistemas de redireccionamiento, ni de contención por encontrarse como elementos separados que no trabajan a tensión. Su presencia como delineadores laterales es potencialmente peligrosa, ya que se

constituyen en objetos fijos cercanos a la vía que al impactarlos de frente o lateralmente pueden ocasionar graves siniestros. En algunos casos, detrás de los muros hay taludes negativos con inclinación profunda, hacia los cuales se pueden arrastrar tanto los muros como los vehículos, e incrementar la gravedad en caso de salida de la vía en esos tramos.



---

## G Resaltos

La colocación de resaltos para disminución de velocidad debe estar acompañada de una señalización adecuada que incluye, además de señales verticales, la visibilidad permanente del resalto pintado y en lo posible la iluminación.



---

## H Cabezales de alcantarilla salidos

Son frecuentes los cabezales de alcantarilla que sobresalen en más de 10 cm sobre las bermas y que se encuentran muy cercanos a la superficie de rodadura, lo que se constituyen en puntos potencialmente peligrosos.

Se recomienda que se alejen o rediseñen para volverlos traspasables y que no produzcan vuelco en caso de impactarlos. En estos casos, se recomienda el uso de rejillas que cubran el hueco que genera la construcción de la alcantarilla.



---

## I Postes cercanos a la vía

En el p. k. 5+900 se encuentra un poste de iluminación cercano al talud de corte que reduce el efecto de amplitud y de visibilidad de la curva y se convierte en un objeto peligroso para los ocupantes de los vehículos que se salen de la vía.



Postes de señales informativas en la berma, que se convierten en objetos peligrosos para los ocupantes de los vehículos que se salen de la calzada, con alto riesgo de siniestros de tránsito por choque con objeto fijo.

## J Defensas metálicas o barreras de seguridad

En varios puntos de la vía se encuentran defensas metálicas que no se han diseñado, ni colocado, técnicamente para que funcionen como sistemas de redireccionamiento y contención. Las vigas metálicas son elementos semiflexibles que no funcionan para detención por impacto frontal, sino que su eficacia se encuentra en el trabajo a tensión que absorbe parte de la energía cinética de los vehículos que las impactan.

Se observan muchos sitios en los cuales no hay continuidad y, por el contrario, hay interrupción en la transmisión de esfuerzos lo que las hace inoperantes porque pierden funcionalidad. Longitudes muy cortas no alcanzan a desarrollar las distancias necesarias para anclaje que debe ser mínimo de ocho (8) postes y 64 pernos para disipar el esfuerzo solicitado en caso de impacto.

Muchas barreras de contención presentan posibilidad de enganche, por lo que se han colocado

con traslapes contrarios al sentido del tránsito o porque no tienen los separadores necesarios para brindar el ancho de trabajo.

Las defensas metálicas en su mayoría no tienen terminales adecuados, porque se utiliza la cola de pez, elemento que se ha revaluado en muchas partes del mundo, pues generan el denominado efecto cuchillo o "punta de lanza", al introducirse en la parte frontal de los vehículos y penetrar, en algunos casos, hasta el habitáculo de los pasajeros, lo que compromete su seguridad.

Tampoco se observa el uso de elementos de transición para cambio de rigidez o transferencia de energía entre diferentes sistemas de contención, por ejemplo, al pasar de muros a defensas metálicas o entre estas y barandas de puentes. Cada elemento actúa de manera aislada con el consecuente peligro al impactar en la zona de transición.



← Defensa metálica de 0,75 m de altura (p. k. 5+280), sin área de trabajo ya que los primeros ocho postes son de anclaje. Parece ser de encauzamiento y no de contención por la poca probabilidad de salida de la vía en ese sitio. Se podría reevaluar su necesidad.

En el p. k. 15+180 hay una defensa metálica muy corta, inicia en la curva y no brinda ninguna seguridad a un vehículo que la impacte en ese punto. →





← En el p. k. 18+200 hay una defensa sin separadores ni postes quebradizos. La zona lateral es plana, con cunetas que pueden ser traspasables a excepción de los cabezales de la alcantarilla y el sitio de encauzamiento de las aguas en el punto de inicio. Termina en un dispositivo “cola de pez” en dirección al tráfico que puede producir el efecto cuchillo. Se podría reconsiderar su uso, ya que podría no ser necesaria.

En el p. k. 21+100 hay una defensa metálica que demarca cabezal de alcantarilla, con una longitud muy corta (3 cuerpos de 3,81 m), lo que no garantiza su funcionamiento como sistema de contención. →



← En algunos casos se observó que debajo de las defensas metálicas se construyen bordillos con alturas superiores a 10 cm, lo que impide el trabajo normal de flexibilidad de las defensas y puede producir detenciones bruscas con alto impacto a los ocupantes de los vehículos.

En el p. k. 24+460 el bordillo está antes de la defensa, lo que impide que los vehículos errantes puedan llegar a ella. Esta situación se repite en varios puntos de la vía.

## K Desniveles entre la calzada y la berma

Debido a las continuas repavimentaciones, se incrementa la altura de la rasante y el desnivel con la cuneta se vuelve mayor. En este caso, es peligroso un desnivel de 10 cm o más, para un vehículo que inesperadamente se salga de su carril, especialmente en sitios de curva horizontal en donde se aumenta el riesgo de salida por la fuerza centrífuga.

En el p. k. 7+700 existe un desnivel peligroso entre la calzada y la zona verde (>10 cm). →



---

## L Terraplenes

La mayor parte de los terraplenes tienen taludes 2:1, los cuales no son traspasables, ni recuperables. Si un vehículo se sale de la vía puede sufrir vuelco y choques contra los objetos laterales. Se recomienda que los taludes de terraplén mayores a 3:1 y de altura superior a un metro tengan barreras de redireccionamiento y contención. →



---

## M

### Intersecciones

Se presentan dificultades y demoras para el giro en esta intersección, por el alto volumen vehicular, lo cual constituye un peligro para los usuarios. Se debe revisar la funcionalidad de la intersección. →



#### 5.2.4 Conclusiones y recomendaciones

La infraestructura actual es de una sola calzada con tránsito bidireccional, lo que aumenta el riesgo de siniestro por choque frontal en el caso de invasión del carril contrario, con el agravante para la seguridad de los usuarios de tener un alto porcentaje de vehículos pesados en ambos sentidos. En general se encuentra en buen estado, se han mejorado alineamientos, se han construido túneles y viaductos que han contribuido a la ampliación de los espacios de la vía y la reducción de los tiempos de viaje para los usuarios. La vía presenta un aspecto agradable por la limpieza de las áreas de circulación, bermas y zonas laterales.

Durante la visita, hubo variación climática en la vía: en horas de la mañana hubo neblina, a mediodía sol y un tiempo despejado, y por la tarde lluvia. Se realizaron recorridos diurnos y nocturnos, que permitieron observar: (i) que el drenaje superficial es aceptable pues no se producen encharcamientos o acumulaciones de agua que puedan disminuir los coeficientes de fricción entre la vía y los vehículos; (ii) que existen tramos de muy buen estado de reflectividad e iluminación; y (iii) que se presentan acciones del tráfico en circunstancias variables.

La funcionalidad de la vía se encuentra afectada por fenómenos geológicos y geotécnicos frecuentes que, asociados con las obras de mejora, rehabilitación y construcción con obras de protección de taludes y trabajos en la vía, reducen la movilidad a flujo libre.

Una de las mayores preocupaciones para la seguridad vial es el control de entradas y salidas a la vía, porque, aunque el responsable de la vía ha realizado un esfuerzo por mitigar el impacto negativo de los accesos, no se puede desconocer el hecho de la gran cantidad de estos, lo que aumenta el riesgo de siniestro por entrecruzamiento de vehículos, choques laterales y choques traseros, entre otros.

En la carretera hay más de 400 accesos directos, para el ingreso de los vecinos del sector y a nego-

cios al borde de la carretera o a intersecciones con vías de menor jerarquía. Estos accesos no poseen carriles de aceleración ni de desaceleración, son puntos potenciales de siniestralidad por ser una vía de una sola calzada. Al no tener accesos controlados, carecen de un diseño seguro. A veces, se encuentran en curvas horizontales, con pendientes fuertes y poca visibilidad que inducen a maniobras peligrosas.

En los hallazgos se destacaron los accesos que presentan mayores riesgos para la vía, clasificados en ingreso o salida a estaciones de servicio, lavaderos de carros, canteras, negocios, zonas poblacionales y para la operación de la vía. Es preocupante el ingreso mediante giro a la izquierda, que requiere parada de los vehículos en los carriles de flujo directo, que por la poca visibilidad en algunos sectores puede contribuir al choque por alcance.

Como el principal objetivo de la vía es la comunicación dentro de una zona rural, favoreciendo que los vehículos circulen a alta velocidad sin interferencia del entorno que los rodea, se recomienda minimizar el efecto de los accesos a la vía y mejorar los conflictos con los peatones mediante la instalación de reductores de velocidad. Esto necesariamente va a afectar a las velocidades de operación en la vía.

Si se quiere tener una carretera sin restricciones para el tránsito a la velocidad máxima permitida, se deben tener vías que separen los flujos por sentido y vías internas paralelas a estas, que se interconecten a través de pasos a desnivel o que se incorporen al tránsito de la vía a través de accesos controlados en los puntos de intersecciones previamente diseñados. Las vías rápidas no deben tener controles que obliguen a la disminución de la velocidad, generados por el entorno vial, la presencia de peatones o por la peligrosidad que se pueda generar en las áreas laterales en el momento en que un vehículo se salga de la vía por una falla humana, del vehículo o de la misma carretera.

Como resumen del análisis de la consistencia del diseño geométrico de la carretera en toda su extensión, se hacen los siguientes comentarios:

- \* Hay diferentes condiciones de circulación a lo largo del tramo, por lo que fue necesario dividirlo en ocho sectores, al interior de los cuales se mantienen condiciones de circulación homogéneas.
- \* Se descartaron los subsectores con características especiales relacionadas con la presencia de túneles, peajes, puentes, poblaciones y otros, que afectan a las velocidades, sin embargo, se tiene en cuenta su interrelación con el resto de la vía.
- \* Para el estudio de consistencia se utilizó el método de perfiles de velocidades de operación y la comparación de velocidad entre elementos consecutivos.
- \* Para obtener el perfil de velocidades se evaluaron diferentes modelos y se aplicó el que más se adaptó a las características del sector en estudio.
- \* De acuerdo con los resultados obtenidos, los sectores localizados en los extremos (sectores uno y ocho) no presentan problemas de consistencia del trazado, ya que tienen características geométricas generosas, con radios y segmentos rectos relativamente grandes.
- \* Los sectores más críticos son el cuatro y el seis, que se caracterizan por tener gran cantidad de curvas consecutivas, radios pequeños y entretangencias cortas.
- \* Se encontraron 35 sitios con problemas de consistencia del diseño geométrico, en los que se presentan reducciones de velocidad iguales o superiores a 20 km/h.
- \* La principal causa de inconsistencia se debe a las curvas de radio pequeño localizadas a corta distancia de la finalización de curvas de

radio grande. Es menos frecuente la ubicación de curvas de radio pequeño a continuación de rectas largas.

- \* En la mayor parte de los sitios identificados se incumple la relación entre radios de curvas horizontales consecutivas.
- \* En los sitios encontrados se recomienda estudiar la posibilidad de mejorar la geometría, al aumentar el radio de la curva horizontal. Como medida provisional conviene instalar o reforzar la señalización preventiva y reglamentaria, se busca que el conductor no deba desacelerar de forma repentina. Igual en el acceso a puentes, túneles, zonas urbanas, zonas con fallas o hundimientos y otros elementos que restringen velocidad.
- \* La mayor parte de los sitios indicados los ha detectado el método para establecer límites de velocidad y se ha dispuesto la señalización reglamentaria correspondiente.
- \* En el acceso y salida de puentes grandes es difícil mejorar la geometría por los costos que esto implica, en esos casos debe reforzarse la señalización o utilizar dispositivos reductores de velocidad que no representen riesgo para los conductores.

En cuanto a la señalización, existen señales verticales preventivas, informativas y reglamentarias en la vía, para las cuales se destacan las siguientes anotaciones:

- \* En algunas señales hay exceso de destinos por señal informativa, lo que las hace ilegibles y confusas.
- \* Debe revisarse la ubicación de señales para garantizar una funcionalidad correcta de las mismas.
- \* Se debe garantizar el cumplimiento de las características técnicas de diseño de las

señales informativas con relación a la cantidad de líneas, tamaño y forma de las flechas de acuerdo con lo estipulado en el Manual de Señalización Vial.

- \* Algunos mensajes en las señales no representan claramente la geometría de la vía. Existen señales de puente angosto, en casi todas las estructuras, que indican que el ancho de la vía se reduce aun cuando esta situación no se presenta.
- \* Existen señales electrónicas utilizadas en los túneles que informan las condiciones de velocidad y seguridad que se deben tener en el mismo.

En la visita realizada se observó la demarcación en buen estado y con los colores que establece la norma. La parte cuantitativa de medidas de retrorreflectividad que la pintura proporciona, no fue objeto de esta inspección y, por consiguiente, no se conceptualiza sobre el cumplimiento de los valores mínimos a los que las normas se refieren. En el recorrido nocturno se observó que los sectores ya señalizados y demarcados tenían buena reflectividad a simple vista.

Se observaron tramos largos en construcción con señalización de obra y otros ya construidos que estaban al servicio sin demarcación o señalización, lo que representa un peligro para los usuarios. En algunos tramos solamente se demarcó la línea central amarilla y faltaban las líneas laterales blancas.

En los tramos con asfalto nuevo que no han cumplido los días de curado (30 aproximadamente), no es posible aplicar la pintura de manera definitiva pues sería absorbida en gran parte y se perdería su aplicación. Sin embargo, al tener en cuenta que es necesario garantizar la seguridad de los usuarios se recomienda realizar un prepunteo o demarcación retrorreflectante de mínimo espesor hasta realizar la demarcación definitiva.

Aunque se mejora la visibilidad de la vía con los dispositivos denominados hitos de arista que permiten delimitar la corona, se recomienda la

instalación de tachas o vialetas, especialmente en los sitios como bifurcaciones, islas e isletas, considerando las condiciones climáticas de neblina y lluvia que se presentan en la vía.

Se recomienda revisar los sitios en los que faltan delineadores de obstáculo I, con el fin de advertir al conductor de la proximidad a un elemento peligroso y para ayudar en la canalización de los vehículos al interceptar las isletas.

En la proximidad a sitios peligrosos como zonas peatonales, zonas especiales y pasos poblacionales se han aplicado dispositivos de reducción de velocidad de diferentes tipos, como: resaltos físicos, resaltos virtuales, líneas de espaciamiento logarítmico y estoperoles. Para mejorar su visibilidad se han logrado buenos resultados al instalar tachas o vialetas de manera transversal al inicio de los diferentes reductores y de esta forma ayudar en el mensaje de la señal vertical correspondiente. Se recomienda que los resaltos físicos tengan un mantenimiento constante con una buena demarcación.

Para elegir el tipo de reductor de velocidad más adecuado se recomienda realizar estudios que consideren los parámetros de diseño, el entorno específico y la velocidad que se quiere lograr con estos dispositivos, con el fin de verificar si los que están instalados son los más adecuados o si es necesario cambiar por otros tipos de reductores de velocidad más eficientes, por ejemplo, las bandas sonoras que presentan un mejor comportamiento y menor mantenimiento.

Se observaron barreras flexibles que representan riesgos inminentes para los ocupantes de los vehículos, como los siguientes:

- \* Longitud de desarrollo inadecuada para garantizar contención y redireccionamiento. De acuerdo con las especificaciones técnicas son aproximadamente 30 m, más las longitudes de anclaje necesarias.

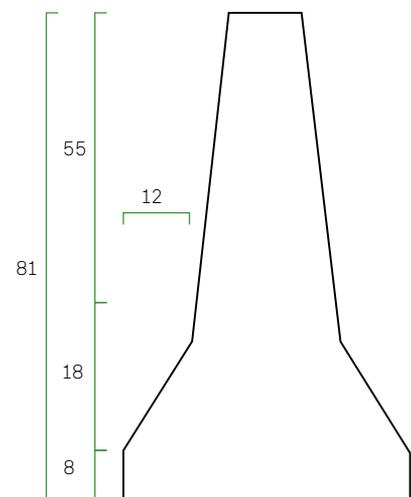
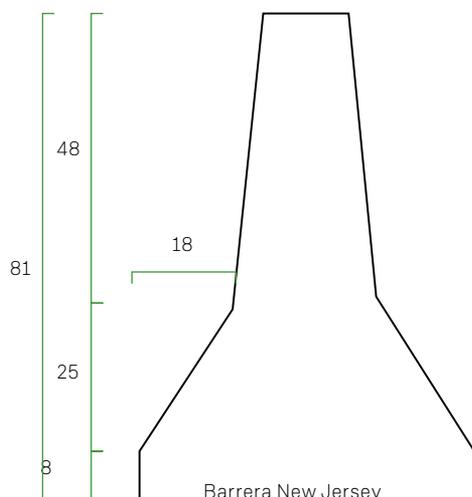
- \* Errores de instalación, que permiten engancharse al dejar los traslapes entre postes en el sentido del tráfico vehicular.
- \* Insuficiente distancia de trabajo para la flexibilidad de este tipo de barreras de contención.
- \* No hay longitudes de anclaje suficientes para que las vigas metálicas actúen eficientemente a tracción.
- \* Existe discontinuidad e interrupción de los cuerpos de las defensas, lo que anula la efectividad de este sistema.
- \* Hay terminales agrestes tipo “cola de pez”, de frente a las líneas de conducción, que ya han demostrado peligrosidad, porque pueden producir el denominado *efecto cuchillo* de penetración hacia los habitáculos de pasajeros.
- \* Hay reducción de alturas de las vigas por las sobrecarpetas que han elevado el nivel de la rasante.

En las barreras rígidas utilizadas en la vía se encuentran cuerpos que imitan el conocido muro tipo “New Jersey”, así como muros lisos y elemen-

tos prefabricados completamente separados que no actúan como una barrera.

Este tipo de elementos en las áreas laterales no cumplen funciones de prevención de siniestralidad, por lo que carecen de las características técnicas para constituirse en una barrera de contención en el caso de que un vehículo se salga de la vía. También hay bordillos peligrosos que pueden generar vuelcos. El impacto de un vehículo contra los muros de concreto sin mitigar las energías cinéticas del movimiento es determinante en la gravedad del siniestro.

Se recomienda que los muros de contención o separadores de calzada lleven el diseño de las barreras ya experimentadas y recomendadas en la literatura de seguridad vial y que su colocación obedezca a un diseño completo que incluya, además de la colocación de tramos de defensas o de muros de contención, los elementos terminales, la colocación de amortiguadores de impacto, de captafaros y de delineadores de obstáculos al inicio de las barreras. Para barreras rígidas se recomienda realizar un diseño de muros tipo F con las alturas y anclajes adecuados para que puedan contener vehículos pesados.



Nota: Medidas en centímetros

Se recomienda instalar sistemas de contención vehicular para blindar taludes en terraplén con pendiente inferior a 3:1 y de altura superior a un metro, cerca de los objetos contundentes que no se puedan remover, como pilas o estribos de puentes, postes de alumbrado, árboles grandes, etc. Las defensas deben quedar tan lejos del borde del carril como lo permitan las condiciones del sitio, y retiradas 60 cm del borde del talud como mínimo deseable, para el caso de terraplenes. El manual de la AASHTO (*Roadside Design Guide, American Association of State Highway and Transportation Officials, 2011*) presenta una serie de recomendaciones y tablas sobre localización, longitud y características de estos elementos de contención.

La mayor parte de las defensas metálicas tienen alturas de 80 cm, pero existen muros en los que la altura es menor a la reglamentaria, por lo que incumplen su función de proteger al usuario. La existencia de defensas metálicas y muros muy bajos pueden permitir el paso de vehículos por encima de estos, especialmente los vehículos grandes, por lo cual se recomienda verificar sus alturas después de repavimentar la vía.

También se recomienda un estudio para determinar los sitios en los que es conveniente instalar dispositivos de impacto frontal (amortiguadores de impacto), como en las casetas de peaje, en la entrada a túneles o para evitar el choque de elementos contundentes contra obstáculos fijos no traspasables.

Al realizar combinaciones de barreras, se deben utilizar dispositivos de transferencia de energía y cambios de rigidez, con el fin de brindar seguridad a los vehículos que puedan impactar en las zonas de transición y que, al pasar de un sistema de contención a otro, no cese el objetivo de redirección y contención.

También se recomienda un estudio de sobreanchos para determinar las curvas que requieren amplia-

ción del espacio para la trayectoria segura de los vehículos sin invadir carriles. Es muy frecuente la circulación de los vehículos sobre las líneas de demarcación, especialmente en las curvas horizontales. Esta medida también requiere una revisión de las bermas.

Los postes de iluminación o de señalización tipo bandera que pueden constituir obstáculos fijos de alta peligrosidad por el impacto frontal, deberían ser abatibles y permitir el desplazamiento y reducción de la alta desaceleración que produce el impacto de un vehículo sobre un elemento rígido.

Los comentarios sobre la siniestralidad en la carretera son los siguientes:

- \* La vía presenta siniestralidad calificada como de alto riesgo por los índices de siniestros por kilómetro y la letalidad de los mismos.
- \* Al tener determinados los sitios críticos se debe proceder al análisis detallado de los siniestros que permitan plantear las recomendaciones que den origen a mejoras operativas en la vía y se logre una disminución de la cantidad de siniestros y de su gravedad. Dichas recomendaciones se pueden plantear para el corto, mediano y largo plazo, según las características de los sitios y la urgencia de las mismas.
- \* Es indispensable realizar una evaluación que permita evaluar en términos de siniestralidad el efecto de las medidas aplicadas. Es decir, una comparación entre las situaciones antes y después que muestre los logros obtenidos.
- \* Para los tramos con más de 10 siniestros se recomienda seguir la siguiente metodología para determinar la solución más conveniente:
  - \* Estudiar las condiciones imperantes en el lugar.
  - \* Entrevistar a vecinos de los lugares definidos como críticos.

- \* Realizar periódicamente mediciones de velocidad y relacionarlos con volumen e inventario de la señalización existente.
- \* Elaborar estudios de siniestralidad que incluyan los diagramas de condición y colisión.
- \* Identificar las causas más probables de la ocurrencia de los siniestros.
- \* Formular propuestas de solución.

En conclusión, la vía presenta un alto potencial de inseguridad vial por sus índices de siniestralidad y de letalidad, por la inexistencia de zonas libres o perdonantes, por su gran cantidad de accesos no

controlados, por las condiciones geométricas de la vía y del tránsito que por allí circula, y por la cercanía de interacción entre la vía y los seres humanos. La reducción de esos índices requiere acciones muy relacionadas con las condiciones de geometría, el comportamiento humano y el estado del parque automotor.

En la inspección de seguridad vial, se encontraron elementos peligrosos de las zonas laterales, algunos de los cuales se pueden remover, otros se pueden reubicar y en su mayor parte se pueden proteger con sistemas de redireccionamiento y contención que sean técnicamente diseñados y colocados para que actúen con eficacia.

