



Certificación ISO 9001:2008 ‡

Mejoras de Seguridad Vial de la Infraestructura de un tramo carretero, a partir de su evaluación iRAP. Corredor México-Nuevo Laredo, Tramo Querétaro-San Luis Potosí

Nadia Gómez González
María Guadalupe Saucedo Rojas
Jaime Guillermo Pérez Castro
Gerardo Rios Quezada
Emilio Abarca Pérez
Alberto Mendoza Díaz

**Publicación Técnica No. 439
Sanfandila, Qro. 2015**

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

**Mejoras de Seguridad Vial de la Infraestructura de
un tramo carretero, a partir de su evaluación
iRAP.
Corredor México-Nuevo Laredo,
Tramo Querétaro-San Luis Potosí**

Publicación Técnica No. 439
Sanfandila, Qro. 2015

Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte, por la M. en I. Nadia Gómez González, la M. en I. María Guadalupe Saucedo Rojas, el M. en I. Guillermo Pérez Castro, el M. en I. Gerardo Rios Quezada, el Dr. Jesús Manuel Chavarría Vega, la M. en C. Ana Cecilia Cuevas Colunga, el Ing. F. Emilio Mayoral Grajeda, el M. en I. Emilio Abarca Pérez y el Dr. Alberto Mendoza Díaz.

Se agradece la colaboración de la Dirección General de Servicios Técnicos por proporcionar el levantamiento fotográfico de la carretera Querétaro-San Luis Potosí, necesario para llevar a cabo la Auditoría de Seguridad Vial del tramo estudiado.

Contenido

Resumen.....	v
Abstract	vi
Resumen ejecutivo.....	1
1 Introducción.....	1
1.1 Objetivo.....	1
1.2 Alcances.....	2
1.3 Metodología	2
2 Antecedentes	5
3 Recopilación de información	11
3.1 Plan de inversión para vías más seguras.....	11
3.1.1 Diseño geométrico de la vía	17
3.1.2 Señalamiento horizontal y vertical	19
3.1.3 Barreras de seguridad y zonas laterales	21
3.1.4 Control de velocidad.....	23
3.1.5 Infraestructura para usuarios vulnerables.....	23
3.2 Accidentalidad.....	23
3.3 Datos de operación	32
3.3.1 Tránsito Diario Promedio Anual.....	32
3.3.2 Índice de Rugosidad Internacional.....	41
4 Auditoría de Seguridad Vial del tramo Querétaro–San Luis Potosí.....	47
4.1 Términos de referencia	48

4.2	Equipo auditor	49
4.3	Análisis de la información.....	49
4.4	Inspección en terreno.....	49
4.5	Resultados generales de la Auditoría de Seguridad Vial del tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí	50
4.5.1	Zonas laterales	50
4.5.2	Barreras.....	55
4.5.3	Señalamiento horizontal y vertical y dispositivos de seguridad	58
4.5.4	Acotamientos.....	62
4.5.5	Alumbrado	63
4.5.6	Infraestructura para peatones.....	65
4.5.7	Zonas escolares	67
4.5.8	Infraestructura para disminuir velocidad	69
4.5.9	Carriles auxiliares y accesos irregulares	69
4.6	Detalle de las deficiencias específicas detectadas en la Auditoría de Seguridad Vial del tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí	74
4.6.1	Zonas laterales	75
4.6.2	Barreras.....	76
4.6.3	Señalamiento horizontal y vertical	77
4.6.4	Acotamientos y bandas alertadoras.....	80
4.6.5	Alumbrado	81
4.6.6	Infraestructura para peatones.....	82
4.6.7	Infraestructura para disminuir velocidad y zonas escolares	83
4.6.8	Control de accesos irregulares	84
4.6.9	Carriles auxiliares	85
4.6.10	Otros.....	86
5	Recomendaciones	91
5.1.1	Zonas laterales	91
5.1.2	Barreras.....	95
5.1.3	Señalamiento horizontal y vertical	97
5.1.4	Acotamientos y bandas alertadoras.....	99
5.1.5	Alumbrado	100

5.1.6	Infraestructura para peatones.....	102
5.1.7	Zonas escolares	102
5.1.8	Infraestructura para disminuir velocidad	103
5.1.9	Control de accesos irregulares	106
5.1.10	Carriles auxiliares	108
5.1.11	Otros.....	109
6	Conclusiones.....	111
	Bibliografía	113
	Anexo 1.....	117

Resumen

En el año 2012, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) dio inicio a la evaluación de la infraestructura carretera mediante el proyecto iRAP México con la finalidad de reducir el número de víctimas ocasionadas por los accidentes de tránsito en la Red Carretera Federal. Hasta la fecha, ha inspeccionado alrededor de 65,000 km de la red generando una Clasificación por Estrellas, que indica el nivel de riesgo de la infraestructura analizada y los planes de inversión, que identifican las medidas a implementar para mejorar dicha clasificación.

Para iniciar la implementación de dichas medidas de mejoramiento recomendadas por el modelo iRAP, la SCT requiere generar los proyectos ejecutivos de construcción e instalación de dichas medidas. Para ello, las Auditorías de Seguridad Vial (ASV) tradicionales son la herramienta más adecuada, ya que es una revisión formal a detalle que pretende garantizar que los elementos de la infraestructura carretera cumplan con los criterios óptimos de seguridad vial. La ASV permitirá revisar que las medidas de mejoramiento propuestas por el modelo iRAP sean las más apropiadas, así como también permitirá obtener información más precisa de su ubicación, contribuyendo a generar los proyectos ejecutivos de construcción e instalación.

El presente trabajo pretende atender la necesidad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) de dar continuidad a los trabajos del proyecto iRAP México para iniciar con las tareas de la implementación de las medidas correctivas recomendadas por el modelo de iRAP, realizando una Auditoría de Seguridad Vial a un corredor piloto, la carretera México–San Luis Potosí, por pertenecer a uno de los principales corredores de carga del país como es el México-Nuevo Laredo.

Abstract

In 2012, the Ministry of Transportation (SCT) began the assessment of road infrastructure with the iRAP Mexico project in order to reduce the number of casualties caused by traffic accidents in the Federal Highway Network. To date, it has been inspected about 65,000 km of the network, generating a star rating which indicates the level of risk in the infrastructure and the investment plans, identifying the measures to be implemented to improve this classification.

To start the implementation of these recommended improvement measures by the iRAP model, the SCT requires generating the construction and installation executive projects of such measures. In order to generate so, the traditional Road Safety Audits (RSA) are the most appropriate tool, it is a formal review in detail which aims to ensure that the elements of the road infrastructure complied the optimal road safety criteria. The RSA allows to review that the improvement measures proposed by the iRAP model has been the most appropriate and also allows to obtain the accurate information on their location, helping to create construction and installation executive projects.

This paper aims to attend the need for the Ministry of Transportation to continue working on the project iRAP Mexico and start with the implementation of the recommended corrective action by the iRAP model, a road safety audit of a pilot corridor is been conducted in the highway Mexico-San Luis Potosi, for belonging to a major freight corridors in the country such as Mexico-Nuevo Laredo.

Resumen ejecutivo

Esta investigación pretende atender la necesidad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) de dar continuidad a los trabajos del proyecto iRAP México para iniciar con las tareas de la implementación de las medidas correctivas recomendadas por el modelo de iRAP, el objetivo del mismo es realizar una Auditoría de Seguridad Vial (ASV) a un tramo carretero de un eje troncal con la finalidad de poder generar las recomendaciones necesarias para la elaboración del proyecto ejecutivo para la construcción e instalación de las medidas de mejoramiento propuestas; el tramo seleccionado para la auditoría es la carretera Querétaro-San Luis Potosí, por pertenecer a uno de los ejes troncales más importantes que comunican el centro del país con la frontera norte, como es el caso del eje México-Nuevo Laredo.

Para el presente estudio se siguió la estructura de ASV propuesta por la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito de Chile, en la que se menciona la importancia de contar con información sobre la operación y accidentalidad de la vía a auditar, por este motivo, el capítulo 3 presenta el análisis de la información disponible para el tramo estudiado Querétaro-San Luis Potosí, dicho capítulo se divide en tres análisis. La primera parte presenta el Plan de Inversión para Vías Más Seguras (PIVMS) resultado de la evaluación con la metodología iRAP, siendo propuestas 17 medidas de mejoramiento para el Sentido A (Querétaro-San Luis Potosí) y 21 medidas de mejoramiento para el Sentido B (San Luis Potosí-Querétaro), mismas que se enlistan en la Tabla 1, en la que se observa que la implementación de barrera lateral tanto del lado del conductor como del pasajero, y la colocación de bandas alertadoras son las medidas de mejoramiento cuya colocación se recomienda en grandes longitudes, mientras que es el alumbrado en intersecciones la medida de mejoramiento reportada en la mayor cantidad de sitios (197 sitios en ambos sentidos). Al analizar los beneficios que se esperan obtener al implementar las medidas de mejoramiento se observa que estos llegan a superar en más de 6 veces a los costos que genera la implementación de las mismas (Relación Beneficio-Costo = 6.72).

La segunda parte del capítulo 3 presenta el análisis de accidentalidad del tramo en estudio, mismo que se realizó para los últimos cinco años con registros disponibles (2009-2013), se reporta un incremento de la accidentalidad de 2009 a 2010, y es a partir de este último año que se empiezan a registrar menor cantidad de accidentes año con año en el tramo estudiado, mientras que los muertos y lesionados reportan una situación similar con 71 muertos y 490 lesionados en 2010, reduciéndose estas cifras a 65 muertos y 321 lesionados para el año 2013.

Tabla 1. Medidas de mejoramiento propuestas para el tramo en estudio

Sentido A		
N° de Medida	Medida de mejoramiento	Longitud / Sitio
1	Bandas de alerta en acotamiento	120.1 km
2	Alumbrado en intersección	80 sitios
3	Mejorar señalamiento horizontal y vertical	4.5 km
4	Mejorar señalamiento en curva horizontal	0.2 km
5	Alumbrado en cruce peatonal	1 sitio
6	Señalamiento en intersección de 4 ramas	3 sitios
7	Ampliación del ancho de carril (hasta 50 cm.)	8.3 km
8	Implementación de barrera central	44.6 km
9	Cerca para contener peatones/Valla peatonal	50 sitios
10	Implementación de barrera lateral del lado del copiloto	102.7 km
11	Implementación de barrera lateral del lado del conductor	100.3 km
12	Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras) del lado del copiloto	18 sitios
13	Mejoramiento del terraplén del lado del copiloto	1.7 km
14	Pavimentación de acotamiento del lado del conductor (mayor a 1 m)	12.3 km
15	Pavimentación de acotamiento del lado del copiloto (mayor a 1 m)	8.2 km
16	Pavimentación de acotamiento del lado del copiloto (menor a 1 m)	0.4 km
17	Infraestructura para disminuir la velocidad	1 sitio
Sentido B		
1	Bandas de alerta en acotamiento	166.3 km
2	Alumbrado en intersección	117 sitios
3	Mejorar señalamiento horizontal y vertical	6.4 km
4	Mejorar señalamiento en curva horizontal	3.8 km
5	Remoción de obstáculos para mejorar la visibilidad	24 sitios
6	Alumbrado en tramo carretero	2 sitios
7	Advertencia de zona escolar - Semáforos intermitentes	1 sitio
8	Señalamiento en intersección de 3 ramas	2 sitios
9	Ampliación del ancho de carril (hasta 50 cm)	8.7 km
10	Implementación de barrera central	32.5 km
11	Cerca para contener peatones/Valla peatonal	52 sitios
12	Implementación de barrera lateral del lado del copiloto	113.1 km

Fuente: Elaboración propia con base en la información de iRAP-México Fase I

Tabla 1. Medidas de mejoramiento propuestas para el tramo en estudio (continuación)

N° de Medida	Medida de mejoramiento	Longitud / Sitios
Sentido B		
13	Implementación de barrera lateral del lado del conductor	131.4 km
14	Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras) del lado del copiloto	56 sitios
15	Mejoramiento del terraplén del lado del copiloto	3.7 km
16	Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras) del lado del conductor	9 sitios
17	Mejoramiento del terraplén del lado del conductor	0.1 km
18	Pavimentación de acotamiento del lado del conductor (mayor a 1 m)	8.6 km
19	Pavimentación de acotamiento del lado del copiloto (mayor a 1 m)	5.5 km
20	Pavimentación de acotamiento del lado del copiloto (menor a 1 m)	0.4 km
21	Infraestructura para disminuir la velocidad	4 sitios

Fuente: Elaboración propia con base en la información de iRAP-México Fase I

A pesar de la reducción que se ha reportado en los últimos años tanto de la accidentalidad como de sus consecuentes víctimas, el tramo en estudio reportó en promedio índices de accidentalidad y morbilidad superiores a la media nacional, para el mismo periodo de tiempo (2009-2013), en la Tabla 2 se presenta la comparativa correspondiente.

Tabla 2. Índices promedio de accidentalidad, mortalidad y morbilidad para el periodo 2009-2013

Año	Índices por cada 100 millones de veh-km		
	Índice de accidentalidad	Índice de mortalidad	Índice de morbilidad
Carretera Querétaro-San Luis Potosí	24.45	3.05	22.32
Red Carretera Nacional	17.74	3.14	18.16

Fuente: Elaboración propia con información del IMT y de la CNS

En la tercera parte del capítulo 3 se analizan los datos de operación del tramo en estudio, específicamente el comportamiento del Transito Diario Promedio Anual (TDPA) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Respecto al TDPA, a lo largo de los cinco años analizados se observa un incremento en la cantidad de vehículos diarios circulando por el tramo carretero estudiado, y del IRI se observa que en términos generales se ha mantenido en buenas condiciones.

En el capítulo 4 se describe el proceso de la ASV que se realizó al tramo Querétaro-San Luis Potosí, detectándose diversas deficiencias mismas que se

describen de forma general y a detalle a lo largo de dicho capítulo. Entre los problemas más recurrentes referentes a los usuarios de vehículos, a lo largo del tramo en estudio se encuentra la presencia de accesos y retornos irregulares, la presencia de objetos que representan un peligro en las zonas laterales, la falta o mala instalación y mantenimiento de las barreras de contención y la falta de alumbrado en las intersecciones; mientras que para los usuarios vulnerables tales como los peatones y ciclistas la falta de infraestructura diseñada para ellos, aunado a la falta de iluminación y señalización provoca un incremento en el riesgo de atropellamiento de este tipo de usuarios. Respecto al mantenimiento que se le da a vía en las tres entidades federativas: Querétaro del km 9+000 al km 36+700, Guanajuato del km 36+700 al km 124+700 y San Luis Potosí del km 124+700 al km 196.300, se reportó la mayor cantidad de deficiencias en el tramo a cargo del estado de Guanajuato.

En el capítulo 5 se describen las recomendaciones o medidas de mejoramiento propuestas para resolver las deficiencias encontradas en la inspección del tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí, entre las que destacan las necesidades enlistadas en la Tabla 3, en las que se muestran las principales medidas de mejoramiento y la totalidad de las mismas para ambos sentidos de circulación.

Tabla 3. Medidas de mejoramiento propuestas

Medida de mejoramiento	Cantidad
Mejoramiento de los taludes de terraplén y corte	63.14 km
Cambiar sección de cuneta	11.9 km
Colocar barrera central	2.29 km
Colocar barrera lateral	402.25 km
Colocación de señalamiento vertical	419 señales
Colocación de rayas sobre el pavimento	203.54 km
Colocación de botones reflejantes	280.69 km
Pavimentación de acotamientos	172.49 km
Colocación de alumbrado	302 sitios
Colocación de puentes peatonales	91 sitios
Colocación de cerca para contener peatones	139.86 km
Eliminar accesos y retornos irregulares	427 sitios
Construcción de carriles auxiliares	343 sitios
Reubicación de parada de autobús	2 sitios
Revisión de intersección	2 sitios

Fuente: Elaboración propia

1 Introducción

En el año 2012, la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) dio inicio a la evaluación de la infraestructura carretera mediante el proyecto iRAP México con la finalidad de reducir el número de víctimas ocasionadas por los accidentes de tránsito en la Red Carretera Federal. Hasta la fecha, ha inspeccionado alrededor de 65,000 km de la red generando una Clasificación por Estrellas, que indica el nivel de riesgo de la infraestructura analizada y los planes de inversión, que identifican las medidas a implementar para mejorar dicha clasificación.

Para iniciar la implementación de dichas medidas de mejoramiento recomendadas por el modelo iRAP, la SCT requiere generar los proyectos ejecutivos de construcción e instalación de dichas medidas. Para ello, las Auditorías de Seguridad Vial (ASV) tradicionales son la herramienta más adecuada, ya que es una revisión formal a detalle que pretende garantizar que los elementos de la infraestructura carretera cumplan con los criterios óptimos de seguridad vial. La ASV permitirá revisar que las medidas de mejoramiento propuesta por el modelo iRAP sean las más apropiadas, así como obtener información más precisa de su ubicación contribuyendo a generar los proyectos ejecutivos de construcción e instalación.

El presente trabajo pretende atender la necesidad de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) de dar continuidad a los trabajos del proyecto iRAP México para iniciar con las tareas de la implementación de las medidas correctivas recomendadas por el modelo de iRAP, realizando una Auditoría de Seguridad Vial a un corredor piloto, la carretera México–San Luis Potosí, por pertenecer a uno de los principales corredores de carga del país como es el México-Nuevo Laredo.

1.1 Objetivo

Realizar una Auditoría de Seguridad Vial a partir de las medidas correctivas recomendadas por la evaluación con la metodología iRAP, que permita elaborar un programa de trabajo detallado de implementación de medidas de mejoramiento de la seguridad vial, acotando la Auditoría al Tramo Carretero Querétaro-San Luis Potosí.

1.2 Alcances

Se realizará la Auditoría de Seguridad Vial (ASV) del tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí, partiendo de la revisión de las medidas correctivas recomendadas por la evaluación iRAP llevada a cabo entre los años 2012 y 2013, en la que se generaron alrededor de 50 medidas correctivas diferentes para el tramo en estudio. Con dicha ASV se busca desarrollar un programa de implementación de medidas de mejoramiento. La selección del tramo Querétaro-San Luis Potosí atiende la importancia del mismo, por pertenecer a uno de los principales corredores de carga del país (México-Nuevo Laredo). Además de los resultados de la evaluación del modelo iRAP, se consideran también otros factores tales como la accidentalidad, los aforos vehiculares y la condición de la superficie del pavimento.

1.3 Metodología

El presente trabajo se compone de cinco capítulos. A continuación se presenta una descripción de cada una de las actividades que se desarrollan en los mismos:

1. Introducción. Se presenta una descripción de las actividades a desarrollar durante el estudio, así como el objetivo principal y los alcances del mismo.
2. Antecedentes. Se proporciona un panorama general de los principales resultados de la evaluación llevada a cabo con metodología iRAP durante los años 2012 y 2013 en la red primaria y secundaria del país.
3. Recopilación de Información. Este capítulo se subdivide en tres categorías, en la primera se recopilan los resultados de la evaluación con metodología iRAP enlistando las medidas correctivas resultantes para el tramo en estudio; en la segunda se analizan las estadísticas de siniestralidad del tramo en estudio (Querétaro-San Luis Potosí), obteniendo los índices de accidentalidad, mortalidad y morbilidad; en la tercer categoría se analiza otra información disponible del tramo, tal como los aforos y la composición vehicular en circulación, las características de la superficie de rodamiento, entre otros.
4. Auditoría de Seguridad Vial (ASV) del tramo. Partiendo de la revisión de las medidas correctivas llevada a cabo en el capítulo 3, se llevó a cabo una ASV. Por tratarse de un tramo en operación, fue necesario conformar un equipo de especialistas multidisciplinario que a su vez se dividió en tres grupos para analizar en paralelo, desde el punto de vista de la seguridad vial, las diferentes características de la vía y su entorno. Adicionalmente, en este capítulo se presentan los resultados de dicha ASV, inicialmente describiendo de forma general la problemática encontrada en el tramo en

estudio y posteriormente detallando cada tipo de deficiencia específica detectada.

5. Recomendaciones. En este capítulo se enuncian las principales recomendaciones derivadas de la ASV hecha al tramo, elaborando una propuesta de medidas de mejoramiento del tramo con un cierto nivel de detalle.

2 Antecedentes

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS) [1] cada año se pierden casi 1.24 millones de vidas a consecuencias de los accidentes de tránsito y entre 20 millones y 50 millones de personas sufren traumatismos no mortales, de los cuales una proporción padecen alguna forma de discapacidad. Las lesiones causadas por el tránsito son la octava causa mundial de muerte y constituyen la principal causa de defunción entre los jóvenes de 15 a 29 años.

En México, durante 2013, fallecieron más de 16 mil personas por accidentes de tránsito [2], de las cuales nueve mil perecieron en el lugar del percance [3]. De acuerdo a la Organización Panamericana de la Salud (OPS), México ocupa el séptimo lugar a nivel mundial en muertes por accidentes de tránsito [4], mientras que a nivel nacional los accidentes de tránsito son la octava causa general de muerte, por encima de las enfermedades infecciosas y por debajo de las enfermedades crónico-degenerativas y sus complicaciones. Asimismo, los accidentes de tránsito son la primera causa de muerte en niños de cinco a nueve años de edad y la segunda causa de muerte entre los adolescentes y adultos jóvenes (10 a 29 años), sólo por debajo de los homicidios [5].

México firmó, dentro del marco de la Semana de la Seguridad Vial, celebrada del 9 al 13 de mayo de 2011 en la Ciudad de México, el acuerdo mediante el cual se adhirió a la iniciativa de las Naciones Unidas para el Decenio de Acción por la Seguridad Vial 2011-2020 (UN, 2010), integrándose de esa forma al compromiso adquirido por la mayoría de los países miembros de la OCDE, estableciendo metas para la reducción y mitigación de las víctimas de accidentes de tránsito, siendo la principal el reducir en 50% el número esperado de muertos para el año 2020.

Derivado de la firma del acuerdo del Decenio de Acción por la Seguridad Vial 2011-2020, en México se elabora la Estrategia Nacional de Seguridad Vial [6], misma que se estructura de acuerdo a los cinco pilares propuestos por la Naciones Unidas, siendo de importancia para el presente trabajo el enfoque del segundo pilar: "Vías más Seguras". Es por estas razones que en el país, por medio de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), se elabora un convenio con el Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (*iRAP*, *International Road Assessment Programme*) que es una organización sin fines de lucro dedicada a salvar vidas buscando promover vías más seguras a través de la inspección de vías de alto riesgo, el desarrollo de su Clasificación por Estrellas y sus Planes de Inversión.

La metodología desarrollada por iRAP consiste en realizar un levantamiento de caracterización de la vía bajo estudio (fotográfico, de video, GPS, etc.), información que se procesa visualmente codificando las características de la vía, complementado dicha información con otra de apoyo (tal como la accidentalidad registrada en la vía en estudio, velocidades de operación, volúmenes de tránsito, etc.) y procesando los datos con el Software desarrollado por iRAP, que da como resultado la clasificación por estrellas de la vía y un conjunto de planes de inversión que contienen las medidas de mejoramiento propuestas.

La clasificación por estrellas es una medición objetiva de la probabilidad de que ocurra un accidente de tránsito y su severidad. El objetivo es identificar y registrar los atributos de la carretera que influyen en los tipos más comunes y graves de accidentes de tránsito, con lo cual se puede identificar el nivel de riesgo de los usuarios sobre una red particular, la clasificación por estrellas se genera para cuatro tipos de usuarios de la vía: ocupantes de vehículos, motociclistas, peatones y ciclistas. La investigación muestra que el riesgo de muerte y lesión grave en una persona es más alto en caminos clasificados con una estrella y es más bajo en caminos clasificados con cinco estrellas [7].

El convenio que celebró la SCT, por medio de la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST), con iRAP, se divide en dos fases. El proyecto iRAP México Fase I, llevado a cabo en 2012, inspeccionó alrededor de 45,000 kilómetros de carreteras de la Red Carretera Federal; mientras que el proyecto iRAP México Fase II, del año 2013, consistió en la inspección de 19,700 kilómetros de carreteras de la red secundaria. Ambos proyectos midieron el riesgo de la infraestructura del 17% de las carreteras nacionales (más de una tercera parte de todas las vías pavimentadas). A continuación se presenta un resumen de los principales resultados [8].

La Figura 1.1 muestra el panorama general resultante del proyecto iRAP México Fase I, dentro del cual, la mayoría de los 45,000 kilómetros analizados se encuentran con una Clasificación por Estrellas de 2 y 3 estrellas principalmente.

De igual manera en la Figura 1.2 se muestra el panorama general resultante del proyecto iRAP México Fase II, dentro del cual, de los 19,700 kilómetros analizados 40% se encuentran clasificadas con 1 y 2 estrellas, y sólo un 23% entre 4 y 5 estrellas.

Los resultados de la Clasificación por Estrellas en ambos proyectos indican el nivel de riesgo de la infraestructura carretera analizada y son los planes de inversión los que identifican las medidas a implementar y mejorar dicha clasificación bajo una relación beneficio-costos, basados en la clasificación por estrellas, volúmenes de tránsito y número estimado de muertos y lesionados graves distribuidos a lo largo de la red analizada, ofreciendo una serie de medidas correctivas efectivas que tienen la finalidad de mejorar la seguridad vial, logrando así reducir la frecuencia y severidad de accidentes.

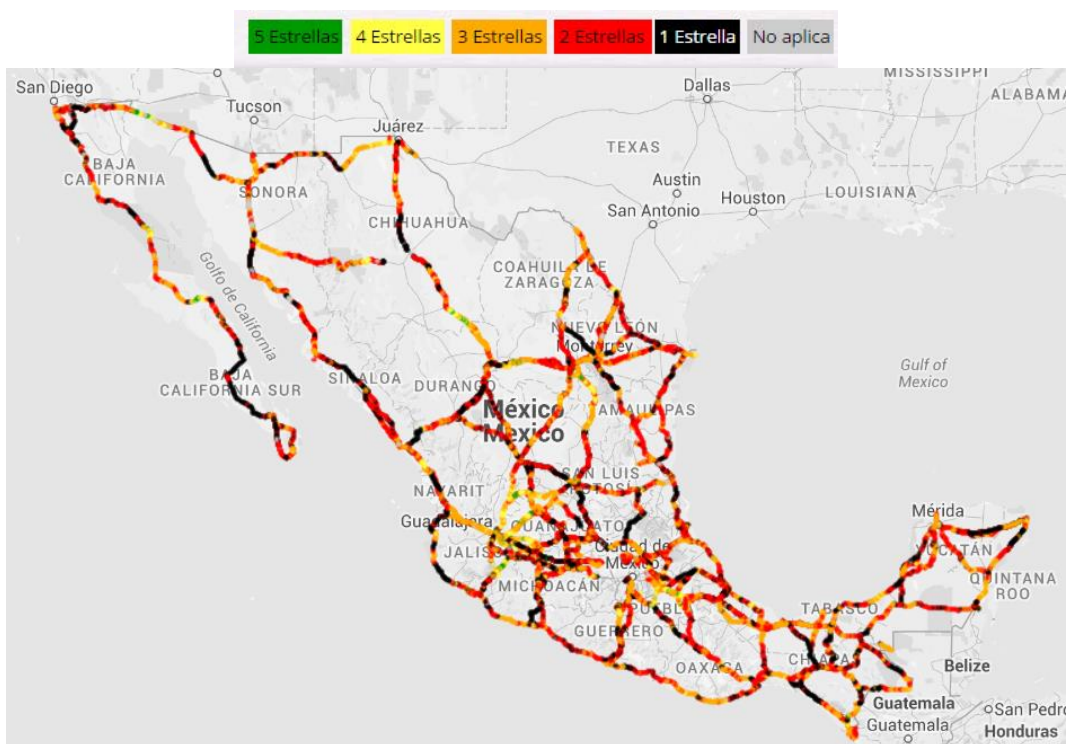


Figura 1.1 Clasificación por estrellas para usuarios de automóviles, proyecto iRAP México Fase I, 2012

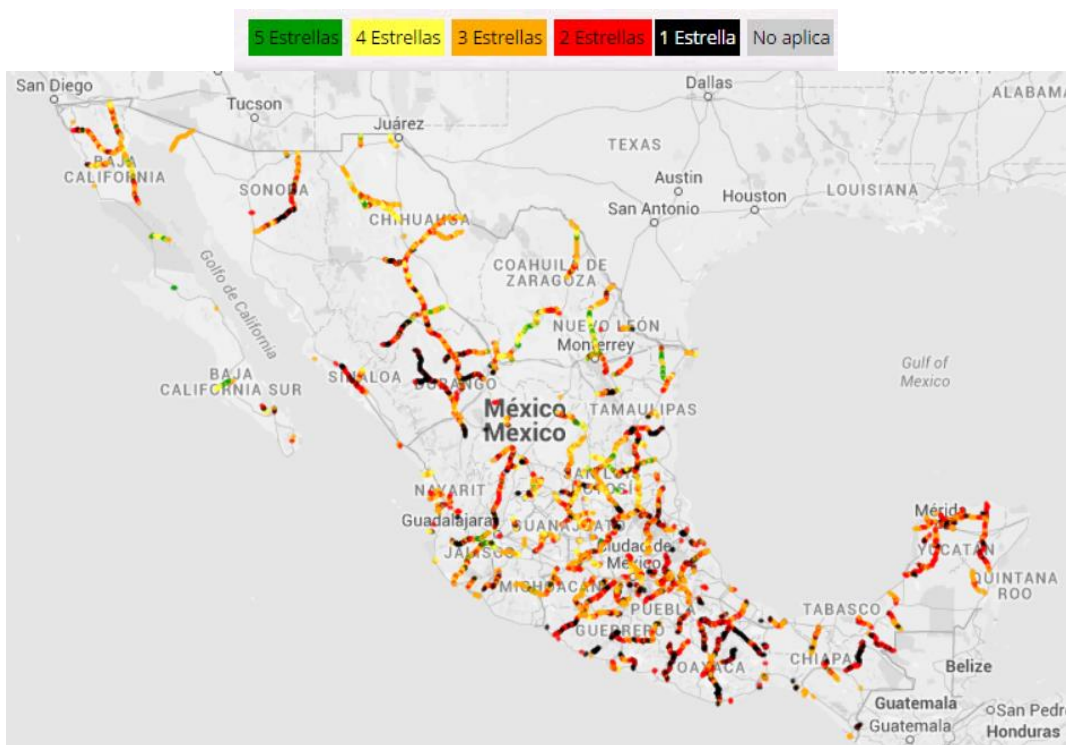


Figura 1.2 Clasificación por estrellas para usuarios de automóviles, proyecto iRAP México Fase II, 2013

Para el caso particular de aplicación del presente estudio, en las Figuras 3 y 4 se presenta la clasificación por estrellas para cada usuario de la vía del tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí de 196.3 kilómetros de longitud.

La Figura 1.3 del lado izquierdo muestra la clasificación por estrellas para los ocupantes de vehículos, se observa que el 50% de la longitud del tramo se encuentra clasificada con una estrella, 46% con dos estrellas y sólo un 4% con tres estrellas. Por su parte, para los usuarios de motocicleta, en la parte derecha de la Figura 1.3, se observa con rojo los tramos que tiene una clasificación máxima de dos estrellas y con negro el 84% de su longitud que tiene la clasificación más baja de 1 estrella, es decir, la infraestructura prácticamente no proporciona ninguna medida de seguridad para los motociclistas.

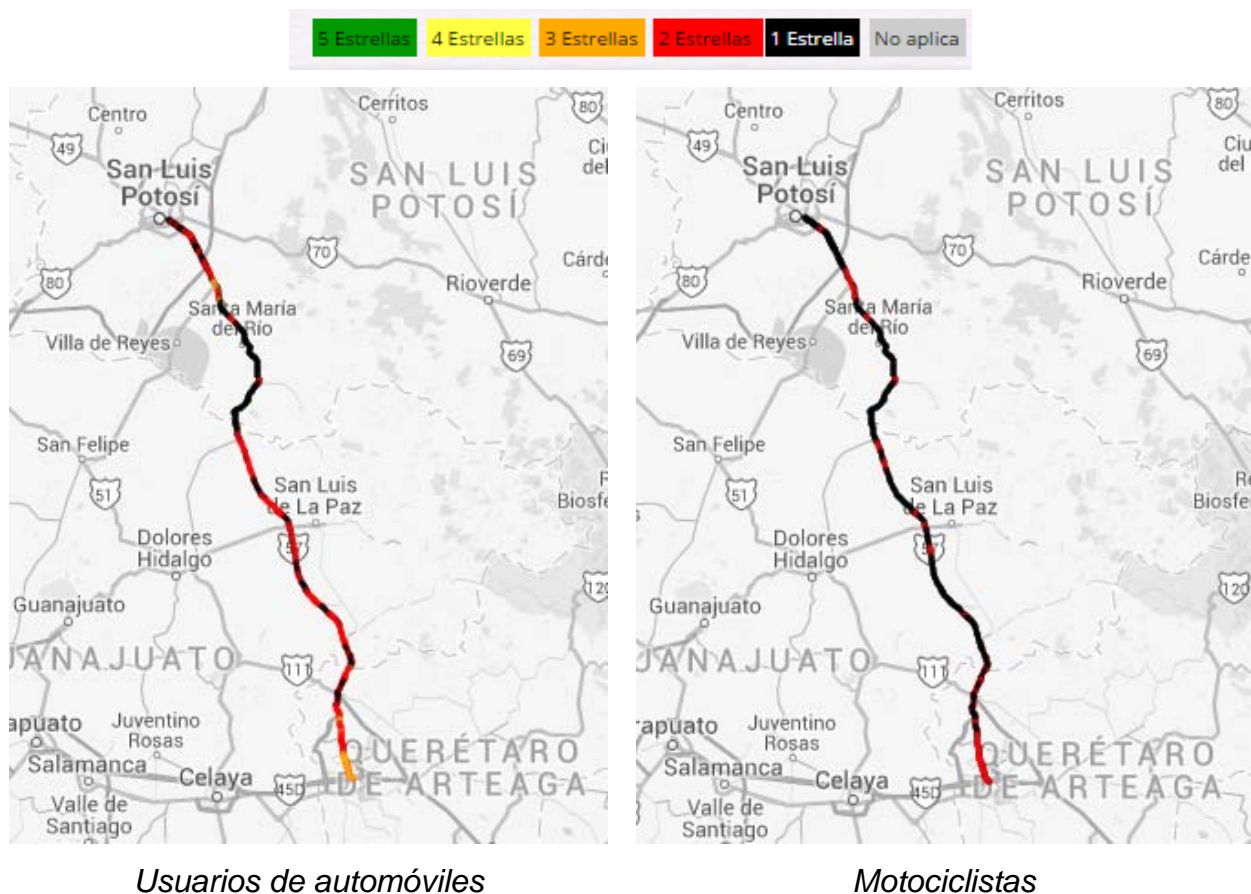


Figura 1.3 Clasificación por estrellas para usuarios de automóviles y motociclistas, tramo Querétaro-San Luis Potosí

La Figura 1.4, muestra la clasificación obtenida para los peatones (izquierda) y ciclistas (derecha), se observa que en ambos casos la clasificación no supera las dos estrellas haciendo evidente la falta de infraestructura adecuada para este tipo de usuarios. En lo que se refiere a aquellos tramos donde no aplica la clasificación, esto se debe a que la metodología de iRAP no evalúa los tramos en donde no se reportó la presencia de peatones y ciclistas en las zonas.

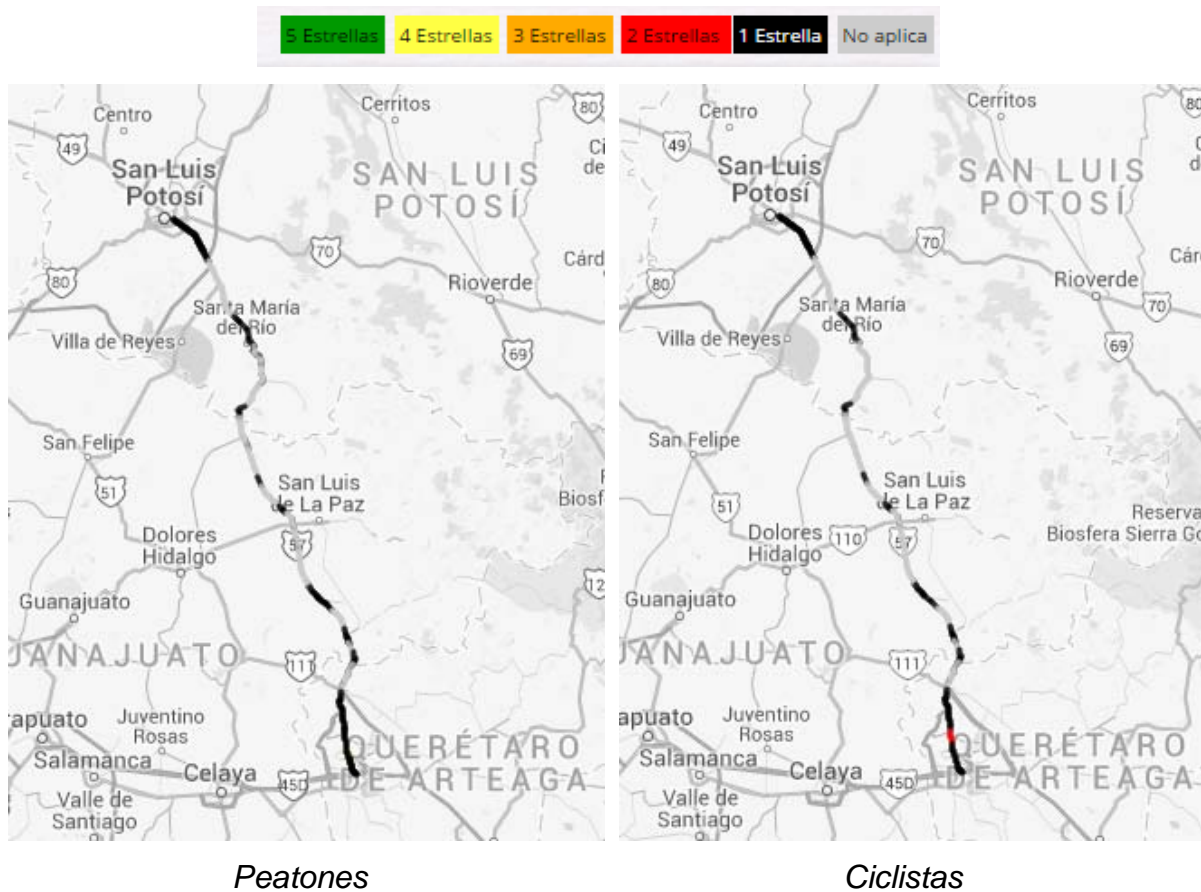


Figura 1.4 Clasificación por estrellas para peatones y ciclistas, tramo Querétaro-San Luis Potosí

Los Planes de Inversión para Vías Más Seguras están basados en aproximadamente 70 opciones de medidas correctivas probadas a nivel mundial para mejorar vías que produzcan infraestructuras asequibles y económicas que salven vidas. Los planes de inversión obtenidos para México consideran del orden de 50 medidas correctivas estimándose que la aplicación de las mismas reduzca un 60% el número de accidentes fatales. Las medidas correctivas propuestas por el modelo de iRAP para el tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí sirvieron de referencia para llevar a cabo la Auditoría de Seguridad Vial del tramo.

En el siguiente capítulo se presenta una breve descripción de las medidas de mejoramiento resultantes al evaluar el tramo Querétaro-San Luis Potosí con la metodología iRAP y, en capítulos subsecuentes, se encuentra lo relacionado con la Auditoría de Seguridad Vial hecha al tramo, así como sus resultados.

3 Recopilación de información

En este capítulo se expondrá la información requerida para llevar a cabo el estudio. Dividido en tres partes, la primera detalla el plan de inversión elaborado a través de la metodología iRAP; la segunda contabiliza los saldos de accidentes de tránsito y calcula índices de accidentalidad que reflejan la problemática de la seguridad vial del tramo en estudio; por último, se desglosa la operación vehicular del tramo en estudio, destacando el aforo vehicular, su composición y la condición del pavimento.

3.1 Plan de inversión para vías más seguras

El Plan de Inversión para Vías Más Seguras (PIVMS) corresponde al tercer protocolo de la organización iRAP dentro del cual se identifican e implementan medidas de mejoramiento con el objetivo de aumentar la seguridad de los distintos usuarios de las vías (ocupantes de vehículo, motociclistas, ciclistas y peatones) y, de este modo, aumentar la clasificación por estrellas bajo una relación beneficio-costos [9]. Estos planes están basados en un análisis económico de todo un conjunto de medidas de mejoramiento establecidas por iRAP, dentro del cual se compara el costo de la implementación de las mismas, así como los ahorros en costos de accidentes que resultarían con su implementación.

Considerando las condiciones actuales de la vía al momento de realizar la inspección, estos planes estiman el número de Muertos y Lesionados Graves (MLGs) que ocurren a raíz de estas condiciones iniciales. Dicho número se obtiene a través del número de muertes y lesiones reportados en la red vial, así como con los porcentajes reportados de muertes de ocupantes de vehículos, motociclistas, ciclistas y peatones. A su vez, estas estimaciones están vinculadas directamente a los volúmenes de tráfico y a la actividad de peatones y ciclistas, por lo que se incluyen en los datos sin procesar recolectados durante las inspecciones de iRAP.

Realizadas estas estimaciones, se analiza el potencial de reducción de muertes y lesiones graves a través de la aplicación de medidas de ingeniería de seguridad. Para esto, iRAP ha compilado aproximadamente 90 medidas de mejoramiento en la infraestructura vial que han resultado efectivas para disminuir el riesgo. Para cada medida, se han definido una serie de “gatilladores” (o prerequisites), los cuales deben cumplirse antes de que dicha medida se considere adecuada, y generalmente están en función de la clasificación por estrellas, la condición de la vía y el volumen de tránsito. El modelo del iRAP incluye más de 300 gatilladores diferentes, además de los gatilladores, el modelo emplea una serie de reglas de aplicación, las cuales buscan garantizar que las recomendaciones se encuentren

alineadas con adecuadas prácticas de ingeniería. Por último, las medidas están sujetas a una jerarquía, siendo la medida más completa, la que tiene prioridad sobre todas las demás. Lo anterior, garantiza que no se produzca duplicación de tratamientos que tendrían un impacto sobre el mismo elemento vial.

Una vez seleccionadas las medidas de mejoramiento más apropiadas, se estiman los MLGs prevenidos bajo la suposición de que dichas medidas hayan sido implementadas, comparándolos con el estimado original de víctimas. La siguiente fase del análisis es determinar el valor económico de las medidas y garantizar que generen beneficios que excedan sus costos. Para el proyecto iRAP-México Fase I, los costos de las diferentes medidas fueron establecidos por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, específicamente la Dirección de Servicios Técnicos, la cual lideró el proyecto. Por otro lado, en México no se cuenta con información oficial del costo establecido para los accidentes, por lo que se tomaron las consideraciones propuestas por McMahon (2007) [10]:

- Con base en el análisis de regresión de los datos sobre costos de accidentes disponibles en un país, el valor empírico de la vida estadística es 70 veces el PIB per cápita (precio actual) para el país en cuestión.
- Una investigación de los datos sobre accidentes de los países participantes, recomienda un valor de 10 lesiones graves por cada muerte.
- Un análisis de los datos sobre lesiones, recomienda un valor de lesión grave equivalente a 25% del valor de la vida estadística.

Tomando en cuenta las recomendaciones anteriores y el estimado de vidas totales y lesiones graves prevenidas por año, se calcula el beneficio económico anual de cada medida. Por lo tanto, el valor económico de los beneficios del proyecto (a través de los MLGs prevenidos) y el costo de las medidas se utilizan para generar una relación de beneficio-costos. Todos los beneficios y costos se descuentan durante el periodo de análisis estándar de 20 años a la tasa de descuento requerida (establecida por la autoridad de financiamiento).

Finalmente, los componentes típicos de un PIVMS se resumen a continuación:

- Medidas de mejoramiento recomendadas. Nombre, ubicación, costo y beneficio.
- Mapa de prevención de víctimas. Mapas que ilustran los números de muertes y lesiones graves por kilómetro que podrían prevenirse en los próximos 20 años.

El PIVMS para la carretera federal MEX-057 Querétaro–San Luis Potosí, la cual forma parte de la red estudiada en el proyecto iRAP-México Fase I, se muestra en la Tabla 3.1 con la cantidad total de kilómetros o sitios a implementar dichas medidas, nombrando al Sentido A a la dirección Querétaro- San Luis Potosí y al Sentido B a la dirección San Luis Potosí-Querétaro. A su vez, la Tabla 3.2 muestra los costos y beneficios de las mismas, obteniendo así, un beneficio total de 8,500 millones de dólares americanos aproximadamente, los cuales se lograrían a través

de la aplicación de 23 medidas de mejoramiento recomendadas por iRAP cuyo costo asciende hasta 1,266 millones de dólares americanos dentro de un periodo de análisis de 20 años. De lo anterior, se obtiene una relación beneficio-costado de 6.72, destacando que los beneficios son ligeramente mayores en el cuerpo B, es decir, en el sentido de circulación de San Luis Potosí a Querétaro. Al final de la tabla se muestra el subtotal por sentido, así como el total de la carretera.

Tabla 3.1 Medidas de mejoramiento propuestas para la carretera MEX-057 Querétaro–San Luis Potosí

Sentido A		
N° de Medida	Medida de mejoramiento	Longitud / Sitios
1	Bandas de alerta en acotamiento	120.1 km
2	Alumbrado en intersección	80 sitios
3	Mejorar señalamiento horizontal y vertical	4.5 km
4	Mejorar señalamiento en curva horizontal	0.2 km
5	Alumbrado en cruce peatonal	1 sitio
6	Señalamiento en intersección de 4 ramas	3 sitios
7	Ampliación del ancho de carril (hasta 50 cm)	8.3 km
8	Implementación de barrera central	44.6 km
9	Cerca para contener peatones/Valla peatonal	50 sitios
10	Implementación de barrera lateral del lado del copiloto	102.7 km
11	Implementación de barrera lateral del lado del conductor	100.3 km
12	Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras) del lado del copiloto	18 sitios
13	Mejoramiento del terraplén del lado del copiloto	1.7 km
14	Pavimentación de acotamiento del lado del conductor (mayor a 1 m)	12.3 km
15	Pavimentación de acotamiento del lado del copiloto (mayor a 1 m)	8.2 km
16	Pavimentación de acotamiento del lado del copiloto (menor a 1 m)	0.4 km
17	Infraestructura para disminuir la velocidad	1 sitio

Fuente: Elaboración propia con base en la información de iRAP-México Fase I

Tabla 3.1 Medidas de mejoramiento propuestas para la carretera MEX-057 Querétaro–San Luis Potosí (continuación)

Sentido B		
N° de Medida	Medida de mejoramiento	Longitud / Sitios
1	Bandas de alerta en acotamiento	166.3 km
2	Alumbrado en intersección	117 sitios
3	Mejorar señalamiento horizontal y vertical	6.4 km
4	Mejorar señalamiento en curva horizontal	3.8 km
5	Remoción de obstáculos para mejorar la visibilidad	24 sitios
6	Alumbrado en tramo carretero	2 sitios
7	Advertencia de zona escolar - Semáforos intermitentes	1 sitio
8	Señalamiento en intersección de 3 ramas	2 sitios
9	Ampliación del ancho de carril (hasta 50 cm)	8.7 km
10	Implementación de barrera central	32.5 km
11	Cerca para contener peatones/Valla peatonal	52 sitios
12	Implementación de barrera lateral del lado del copiloto	113.1 km
13	Implementación de barrera lateral del lado del conductor	131.4 km
14	Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras) del lado del copiloto	56 sitios
15	Mejoramiento del terraplén del lado del copiloto	3.7 km
16	Eliminación de peligros (árboles, postes, estructuras) del lado del conductor	9 sitios
17	Mejoramiento del terraplén del lado del conductor	0.1 km
18	Pavimentación de acotamiento del lado del conductor (mayor a 1 m)	8.6 km
19	Pavimentación de acotamiento del lado del copiloto (mayor a 1 m)	5.5 km
20	Pavimentación de acotamiento del lado del copiloto (menor a 1 m)	0.4 km
21	Infraestructura para disminuir la velocidad	4 sitios

Fuente: Elaboración propia con base en la información de iRAP-México Fase I

**Tabla 3.2 Costos y beneficios para la carretera
MEX-057 Querétaro – San Luis Potosí**

N° de Medida	MLGs salvados por periodo de análisis	Ahorro anual en costos de accidentes (USD)	Valor presente del beneficio en seguridad (USD)	Costo estimado por periodo de análisis (USD)	Relación B/C	Costo por MLG salvado (USD)
Sentido A						
1	499.56	74,971,204.13	559,993,182.71	8,867,237.41	63.15	17,750.05
2	100.95	15,150,286.83	113,164,213.40	3,196,268.60	35.41	31,661.26
3	13.81	2,072,862.24	15,483,127.62	577,871.45	26.79	41,837.58
4	0.81	121,476.60	907,362.64	63,820.57	14.22	78,844.93
5	0.06	8,975.37	67,041.04	21,600.00	3.10	361,166.08
6	133.40	20,019,243.94	149,532,614.03	20,010,000.00	7.47	150,004.79
7	70.09	10,518,662.55	78,568,556.88	27,428,300.71	2.86	391,330.86
8	393.61	59,070,565.75	441,224,260.70	59,565,989.02	7.41	151,332.76
9	10.53	1,580,405.73	11,804,751.51	1,633,744.00	7.23	155,139.05
10	1,194.07	179,199,429.43	1,338,520,035.70	230,938,435.86	5.80	193,403.94
11	1,059.27	158,969,499.30	1,187,413,712.99	221,042,300.99	5.37	208,673.50
12	4.66	698,978.56	5,220,980.94	187,920.00	27.78	40,347.34
13	8.41	1,262,849.48	9,432,783.00	3,006,000.00	3.14	357,226.04
14	25.84	3,878,634.26	28,971,239.93	7,900,000.00	3.67	305,670.82
15	35.10	5,267,214.17	39,343,159.27	10,986,500.00	3.58	313,028.66
16	0.60	90,339.92	674,788.94	200,000.00	3.37	332,243.13
17	1.43	214,067.79	1,598,967.33	468,242.78	3.41	328,265.67
Sentido B						
1	663.16	99,522,977.85	743,381,272.41	11,898,462.68	62.48	17,942.10
2	137.94	20,700,756.67	154,623,134.91	4,767,912.10	32.43	34,565.89
3	29.28	4,394,220.24	32,822,380.32	856,248.07	38.33	29,243.11
4	31.94	4,792,617.92	35,798,189.36	1,160,373.96	30.85	36,335.48
5	2.19	328,743.67	2,455,532.28	283,165.62	8.67	129,267.35
6	0.39	58,484.73	436,848.38	115,326.40	3.79	295,932.03
7	0.05	6,835.51	51,057.44	7,920.00	6.45	173,884.18
8	33.43	5,016,543.20	37,470,786.62	12,694,537.80	2.95	379,767.73
9	88.65	13,304,173.60	99,374,774.64	27,737,642.45	3.58	312,886.89
10	245.08	36,779,676.23	274,723,718.14	40,469,207.46	6.79	165,128.68
11	13.96	2,095,559.78	15,652,665.64	1,812,272.00	8.64	129,786.36
12	1,183.46	177,606,413.21	1,326,621,090.75	256,655,506.52	5.17	216,869.09
13	1,518.64	227,909,127.83	1,702,354,381.77	290,036,178.37	5.87	190,983.64
14	19.17	2,877,027.57	21,489,795.24	659,880.00	32.57	34,421.25
15	14.17	2,127,282.31	15,889,615.26	6,102,000.00	2.60	430,479.82
16	0.91	136,067.20	1,016,346.25	132,840.00	7.65	146,514.68
17	0.42	63,348.45	473,177.66	162,000.00	2.92	383,782.14
18	17.32	2,599,215.72	19,414,695.27	5,235,000.00	3.71	302,259.59
19	19.59	2,939,421.75	21,955,845.06	7,256,250.00	3.03	370,472.57
20	0.71	107,152.95	800,372.94	275,000.00	2.91	385,153.88
21	14.54	2,182,516.07	16,302,180.71	1,872,971.10	8.70	128,789.17
A	3,552.21	533,094,696.06	3,981,920,778.63	596,094,231.38	6.68	167,809.40
B	4,034.99	605,548,162.43	4,523,107,861.06	670,190,694.53	6.75	166,094.57
Total	7,587.20	1,138,642,858.49	8,505,028,639.69	1,266,284,925.92	6.72	166,897.42

Fuente: Elaboración propia con base en la información de iRAP-México Fase I

Una vez obtenido el plan de inversión para la carretera de estudio, se dividió la carretera en siete tramos homogéneos, tal como lo muestra la Tabla 3.3. A partir de estos tramos, se agruparon los costos y beneficios con el objetivo de identificar aquel que requeriría una mayor inversión, así como el que generaría mayor beneficios de acuerdo al modelo iRAP, tal como lo muestra la Tabla 3.4. De esta manera, se observa que el tramo que requiere una mayor inversión es el tramo 5 correspondiente al estado de San Luis Potosí, no obstante que el tramo que presenta una mayor relación beneficio-costo es el tramo 1, correspondiente al estado de Querétaro.

Tabla 3.3 Tramos de la carretera MEX-057 Querétaro–San Luis Potosí

N° de Tramo	Entidad	Nombre	Km Inicial	Km Final	Long. (km)
1	QRO	T. Izq. Jurica - Lím. Edos. Qro./Gto.	9+000	36+700	27.70
2	GTO	Lím. Edos. Qro./Gto. - X. C. (San Miguel de Allende - Dr. Mora)	36+700	61+900	25.20
3	GTO	X. C. (San Miguel de Allende - Dr. Mora) - T. Izq. San Luis de La Paz	61+900	86+900	25.00
4	GTO	T. Izq. San Luis de La Paz - Lím. Edos. Gto./S.L.P.	86+900	124+700	37.80
5	SLP	Lím. Edos. Gto./S.L.P. - Santa María del Río	124+700	155+900	31.20
6	SLP	Santa María del Río - T. Izq. Villa de Reyes	155+900	176+400	20.50
7	SLP	T. Izq. Villa de Reyes - X. C. Periférico de San Luis Potosí	176+400	196+300	19.90
Carretera Querétaro-San Luis Potosí			9+000	196+300	187.30

Fuente: Elaboración propia

Tabla 3.4 Costos y beneficios por tramos de la carretera MEX-057 Querétaro–San Luis Potosí

N° de Tramo	MLGs salvados por periodo de análisis	Ahorro anual en costos de accidentes (USD)	Valor presente del beneficio en seguridad (USD)	Costo estimado por periodo de análisis (USD)	Relación B/C	Costo por MLG salvado (USD)
1	930.92	139,707,551.31	1,043,537,678.43	119,512,234.02	8.73	128,380.00
2	822.70	123,465,622.49	922,219,506.75	140,394,112.27	6.57	170,651.00
3	704.82	105,774,932.64	790,079,896.23	135,010,785.87	5.85	191,554.00
4	1,089.33	163,480,193.87	1,221,106,091.78	240,958,400.34	5.07	221,199.00
5	1,505.44	225,928,091.80	1,687,557,144.82	246,228,223.65	6.85	163,559.00
6	1,223.15	183,563,050.70	1,371,113,858.72	191,970,201.23	7.14	156,947.00
7	1,310.84	196,723,415.68	1,469,414,462.97	192,210,968.55	7.65	146,632.00
Total	7,587.21	1,138,642,858.49	8,505,028,639.69	1,266,284,925.92	6.72	166,897.00

Fuente: Elaboración propia con base en la información de iRAP-México Fase I

Por último, la Tabla 3.5 muestra que el estado que mayor inversión requería sería el de San Luis Potosí, así como los mayores beneficios en seguridad, seguido por Guanajuato y por último Querétaro. Por otro lado, el estado de Querétaro cuenta con una relación beneficio-costo mayor, seguido por San Luis Potosí y por último Guanajuato.

Tabla 3.5 Costos y beneficios por estado de la carretera MEX-057 Querétaro–San Luis Potosí

Estado	MLGs salvados por periodo de análisis	Valor presente del beneficio en seguridad (USD)	Costo estimado por periodo de análisis (USD)	Relación B/C	Costo por MLG salvado (USD)
Querétaro	930.92	1,043,537,678.43	119,512,234.02	8.73	128,380.00
Guanajuato	2,616.85	2,933,405,494.76	516,363,298.47	5.68	197,323.00
San Luis Potosí	4,039.44	4,528,085,466.50	630,409,393.43	7.18	156,064.00
Total	7,587.21	8,505,028,639.69	1,266,284,925.92	6.72	166,897.00

Fuente: Elaboración propia con base en la información de iRAP-México Fase I

A continuación se presenta una breve descripción de cada una de las medidas de mejoramiento recomendadas para la carretera en estudio. Dicha descripción fue obtenida a través de portal de iRAP dedicado a proveer información sobre las causas y la prevención de accidentes de tránsito [11].

3.1.1 Diseño geométrico de la vía

3.1.1.1 Ampliación del ancho de carril

El ancho del carril influye en la seguridad, especialmente en ciertos lugares clave de la vía. Los vehículos preferentemente abarcan más de un carril en las curvas que en los tramos rectos, y cuando los conductores accidentalmente (o de manera intencional) 'recortan la curva' pueden ocurrir colisiones frontales en las curvas. La ampliación del carril en una curva puede reducir el riesgo de colisiones frontales al proveer mayor espacio para que los conductores giren sin invadir el carril contrario. De manera similar, la ampliación en los tramos rectos de las vías que tienen múltiples carriles puede disminuir las colisiones laterales. En las vías urbanas, el ancho de los carriles suele fluctuar entre 2.75 y 3.75 metros. Las vías rurales que tienen menos de 3.0 metros de ancho generalmente tienen tasas más altas de colisiones, por lo que se recomienda carriles con un ancho de 3.5 metros.

- a) Beneficios: Reduce los choques frontales, salidas de la vía y laterales. Mejora la circulación del tránsito.
- b) Recomendaciones: Este tipo de medidas pueden ser de alto costo. Los carriles con más de 3.6 metros de ancho no reducen significativamente las colisiones, un carril demasiado ancho podría usarse como dos carriles, lo cual podría aumentar los choques laterales.

3.1.1.2 Pavimentación de acotamiento

Cuando los vehículos patinan o se deslizan porque la vía está mojada se producen muchas colisiones, particularmente al llegar a las intersecciones o cruces peatonales. La poca resistencia al deslizamiento ocurre cuando la superficie de rodado está desgastada, cuando se ha acumulado grasa o suciedad o cuando el drenaje en la vía es deficiente.

- a) Beneficios: Mejora la seguridad de las vías, especialmente en presencia de lluvia. Provee la oportunidad de corregir otras características como pendientes transversales, delineación con marcas, vialetas, entre otras.
- b) Recomendaciones: Las mejoras en la repavimentación disminuirán con el paso del tiempo, especialmente en las vías que tienen un tránsito intenso de vehículos pesados y en climas tropicales. Se debe mantener la resistencia al deslizamiento en toda la vía (incluidos los bordes).

3.1.1.3 Mejoramiento del terraplén

Las mejoras a los terraplenes incluyen medidas para reducir la pendiente del terraplén o talud contiguo a la calzada, así como el retiro de cualquier objeto peligroso que estuviese ubicado dentro de esa área. Las mejoras a los terraplenes reducirán la probabilidad de que un vehículo se vuelque por pérdida de control, reduciendo también su severidad. Un terraplén se considera transitable si un vehículo errante puede recuperar el control y regresar a la calzada a la vez que mantiene las ruedas en contacto con el pavimento. Si el terraplén no puede hacerse transitable y despejarse de peligros, deberá protegerse.

- a) Beneficios: Reduce la probabilidad de volcadura en una salida de la vía, así como la severidad de las lesiones. Los terraplenes más planos generalmente tienen menor probabilidad de erosionarse.
- b) Recomendaciones: Los terraplenes deben estar libres de peligros y objetos que pudiesen causar el enganchamiento del vehículo. La provisión de terraplenes puede tener impactos en la propiedad y requerir la adquisición de terrenos extensos, así como retiro de flora, lo cual podría ocasionar erosión.

3.1.1.4 Remoción de obstáculos para mejorar la visibilidad

Una distancia de visibilidad insuficiente y una limitada visibilidad frontal pueden afectar negativamente la seguridad e incrementar el riesgo de que ocurra un choque al reducir los tiempos de reacción y las distancias de parada. Una

distancia de visibilidad adecuada brinda a los conductores tiempo suficiente para identificar y reaccionar apropiadamente a todos los elementos del entorno vial, incluyendo otros usuarios y peligros de la vía. En áreas con visibilidad limitada, las líneas de visión deben ser despejadas mediante el retiro de obstrucciones o el realineamiento de la vía. Por ejemplo, el retiro de la vegetación o el recorte de un terraplén en el interior de curvas horizontales permitirán mejorar las distancias de visibilidad. Si no es posible mejorar significativamente la distancia de visibilidad, se pueden considerar opciones para controlar la velocidad o restringir el movimiento de vehículos tales como giros hacia la derecha y adelantamientos junto con las señales de advertencia anticipada.

- a) Beneficios: La distancia de visibilidad adecuada brinda el tiempo necesarios para que los conductores identifiquen el peligro y toman la acción más apropiada. Reduce los choques en intersecciones y curvas, así como los choques por alcance.
- b) Recomendaciones: Puede implicar un alto costo en caso de requerirse realineamientos en curvas horizontales o verticales. Se debe garantizar que las señales de tránsito no sean obstruidas por vegetación o estructuras. En intersecciones, a menudo se requieren líneas de visión y ángulos de visibilidad mayores respecto al punto de visión normal del usuario.

3.1.2 Señalamiento horizontal y vertical

3.1.2.1 Bandas de alerta en acotamiento

Se forman comúnmente haciendo ranuras o acanalados en la superficie del pavimento. Éstas se utilizan para delinear el borde de las vías, justo en el límite donde comienza el acotamiento. Además de brindar delineación visual, las bandas alertadoras también pueden ser escuchadas y sentidas por los conductores, ya que se produce un ruido y una vibración, indicándole al conductor distraído o somnoliento que su vehículo se está empezando a salir de la vía.

- a) Beneficios: Reducen los choques frontales y las salidas del camino. Mejoran la visibilidad de las demarcaciones del acotamiento. Reducen los accidentes cuya causa es la fatiga del conductor. Advierten anticipadamente de un peligro.
- b) Recomendaciones: Pueden resultar peligrosas para los ciclistas y los motociclistas. Deberán permitir el drenaje de la superficie de la vía. No deberán utilizarse cerca de zonas urbanas debido al ruido que ocasionan. Preferentemente el acotamiento deberá ser mínimo de 1 metro de ancho.

3.1.2.2 Mejorar señalamiento horizontal y vertical

El señalamiento ayuda a los conductores a juzgar su posición en la vía y los orientan sobre las condiciones que se aproximan. Estas medidas son particularmente útiles en casos en que la visibilidad es deficiente. Existen muchos tratamientos de delineación disponibles y estos deben usarse de manera

consistente a lo largo de una vía. Algunos ejemplos de tratamientos de delineación incluyen las demarcaciones pintadas sobre el pavimento, las cuales separan los sentidos de circulación, así como limitan el borde las vías, evitando así que los conductores se desvíen saliéndose de su carril o inclusive del camino. A su vez, los postes indicadores ayudan al usuario a mostrar el alineamiento de la vía más adelante, especialmente en curvas verticales y horizontales. Estos no deberían constituir un peligro al costado de la vía y deberían estar hechos de material ligero, frágil y durable. Por último, el señalamiento vertical sirve para advertir a los conductores de la naturaleza de un peligro que se aproxima, incluyendo los límites de velocidad sugeridos para circular por zonas peligrosas.

- a) Beneficios: Reduce los choques frontales y salidas de la vía. Reduce el deterioro del pavimento del acotamiento causado por vehículos.
- b) Recomendaciones: El exceso de señales podría confundir a los conductores. El señalamiento tiene que ser consistente en toda una vía o red vial. Es importante considerar el uso de señales retroreflectivas para la operación del tránsito durante la noche y en condiciones húmedas.

3.1.2.3 Señalamiento en intersección

Se requiere que las intersecciones estén delineadas de manera clara para informar a los usuarios que hay una intersección y para proveer información sobre los tipos de maniobras que pueden ejecutarse en ella. De esta manera, se evita que los usuarios choquen contra otros vehículos o usuarios de las vías, a menudo a alta velocidad. Una delineación inadecuada podría ocasionar que los usuarios de las vías frenen a destiempo cuando desean detenerse o cuando desean realizar un giro. Se pueden remediar de manera fácil y a bajo costo las deficiencias en la demarcación, también se pueden colocar señales anticipadas de advertencia a los conductores sobre la proximidad de la intersección.

- a) Beneficios: Reduce los choques en intersecciones. Reduce la velocidad. Reduce la probabilidad de atropellamiento de peatones.
- b) Recomendaciones: Se debe eliminar completamente la delineación anterior. Se deben colocar señalamiento de advertencia a suficiente distancia para asegurar que los automovilistas tengan tiempo de tomar la decisión correcta.

3.1.2.4 Alumbrado público

Un poste de luz es una fuente de luz elevada que suele montarse en una columna o poste, ya sea en el lado de la vía o en la faja separadora central, o suspendida en un cable por encima de la vía para proporcionar iluminación. Las luces en la mitad del tramo carretero permite ver determinadas características de la vía, como el alineamiento, los bordes, veredas, mobiliario urbano, estado de la superficie, así como otros usuarios de la carretera y objetos que pueden afectar el tráfico vehicular y peatonal. Las luces en las intersecciones y cruces peatonales pueden reducir los choques nocturnos al hacer visible las características de la intersección tanto para el tráfico vehicular como peatonal.

- a) Beneficios: Reduce las colisiones nocturnas al mejorar la visibilidad. Reduce aproximadamente 50% de las colisiones peatonales. Ayudan a la navegación. Mejora la sensación de seguridad de las personas y reduce la delincuencia. Puede reducir el resplandor de los faros de los vehículos.
- b) Recomendaciones: Los postes pueden constituir un obstáculo peligroso al lado de la vía, por lo que se podrán proteger con barreras de seguridad. Asegurar el espaciamiento adecuado entre los postes de luz para evitar que haya tramos sin iluminar. Se podrían considerar paneles solares como una fuente alternativa de energía.

3.1.2.5 Advertencia de zona escolar

Las zonas escolares son áreas en los alrededores de las escuelas y otros establecimientos educativos donde es probable que haya un alto número de escolares y peatones jóvenes presentes. Las zonas escolares con frecuencia incorporarán límites de velocidad reducidos para ciertas horas del día. Es deseable que las zonas escolares tengan señales de tránsito (que a menudo incorporan luces destellantes para hacerlas más llamativas) y demarcaciones apropiadas para que los automovilistas sean alertados de la presencia de usuarios vulnerables.

- a) Beneficios: Reducen el riesgo para los peatones. Reducen las velocidades de operación por lo que reducen la severidad de las lesiones.
- b) Recomendaciones: Las señales y demarcaciones deben ser lo suficientemente claras para los automovilistas, así como ubicarse en las aproximaciones con una visibilidad adecuada. Las horas de operación y cambios en los límites de velocidad deberán estar indicados.

3.1.3 Barreras de seguridad y zonas laterales

3.1.3.1 Implementación de barrera central

Las barreras en la faja separadora central separan físicamente los flujos que vienen en sentido contrario y ayudan a detener vehículos que viajan en los carriles de sentido contrario. A menudo se utilizan en vías multicarril donde se pueden utilizar para evitar que los peatones crucen la vía en lugares poco seguros. También se pueden utilizar para limitar las opciones de giro para vehículos y desviar estos movimientos a lugares más seguros. Este tipo de barreras se pueden fabricar de una variedad de materiales incluyendo concreto, acero y cables. Las decisiones sobre el tipo de barrera en la faja separadora central que se deben utilizar deben basarse en diversos factores, incluyendo el volumen del tránsito, velocidad del tránsito, parque vehicular, ancho de la faja separadora central, número de carriles, alineamiento de la vía, estadística de accidentalidad, y costos de instalación y mantenimiento.

- a) Beneficios: Reduce las colisiones frontales. Desvía los movimientos de retorno o giro a lugares más seguros.

- b) Recomendaciones: Los extremos de las barreras deberán estar bien diseñados a fin de que no constituyan un riesgo para la seguridad de los usuarios. Deberán contar con reflejantes en sus costados.

3.1.3.2 Implementación de barrera lateral

Se usan barreras de seguridad para evitar que los vehículos fuera de control salgan de la vía y colisionen contra obstáculos peligrosos a los costados de la vía, o se vuelquen por un cambio de pendiente. Están diseñadas para absorber el impacto de las colisiones de manera que minimicen las lesiones. Las barreras flexibles generalmente se hacen con cables que se tienden entre postes removibles, éstas son la mejor opción para minimizar lesiones. Las barreras semirrígidas suelen hacerse con vigas de acero, éstas tienen menos deflexión que las barreras flexibles, por lo que se pueden colocar más cerca del peligro cuando el espacio es limitado. Por último, las barreras rígidas con frecuencia se hacen de concreto y no tienen deflexión, éstas deberán ser usadas sólo cuando no debe haber deflexión por una barrera semirrígida o flexible.

- a) Beneficios: Minimiza la gravedad de la lesión resultante de una colisión contra algún objeto fijo fuera de la vía.
- b) Recomendaciones: Sólo se deberán utilizar cuando el peligro lateral existente no pueda ser eliminado. Se deberán diseñar terminales de las barreras de manera adecuada y que no constituyan un riesgo para los usuarios. Los daños menores en las barreras pueden reducir sus beneficios si no se reparan debidamente. Algunas barreras pueden constituir un peligro para motociclistas.

3.1.3.3 Eliminación de peligros

Los obstáculos peligrosos en los costados de la vía pueden incluir árboles, formaciones rocosas, postes de luz, señalamiento, estructuras, precipicios, taludes, entre otros. En la medida de lo posible se deben eliminar los peligros laterales a la vía. De no poder eliminarse, se podrán reemplazar por equipos (postes de luz y de señalización) que están diseñados para colapsar al ser impactados. En otros casos, la vía puede ser realineada o se pueden proteger los peligros laterales con barreras de seguridad.

- a) Beneficios: Reduce la gravedad de las colisiones por salida de la vía. Reduce los costos de reparación del mobiliario vial asociado con el daño causado por las colisiones.
- b) Recomendaciones: No siempre es posible retirar, reemplazar o colocar barreras alrededor de los peligros laterales a la vía, en particular en áreas urbanas donde el espacio es limitado, por lo que la reducción de velocidad se convierte en una solución alternativa.

3.1.4 Control de velocidad

3.1.4.1 Infraestructura para disminuir la velocidad

Las técnicas de control de la velocidad tienen el propósito de persuadir a los conductores para que adopten límites de velocidad seguros, estas técnicas incluyen acciones de cumplimiento por parte de la policía, educación del conductor, límites de velocidad y tratamientos de ingeniería. Dentro de los tratamientos de ingeniería que pueden ser aplicados a la infraestructura se encuentran los topes o plataformas elevadas, las cuales son estructuras elevadas de bajo perfil en la vía para calmar la velocidad de los vehículos, especialmente en áreas urbanas y en lugares donde podría haber presencia de peatones. A su vez, existe la implementación de rayas logarítmicas, las cuales son demarcaciones transversales sobre el pavimento que advierten a los conductores que van excedidos en su velocidad.

- a) Beneficios: Reduce la gravedad de todo tipo de colisiones, así como la probabilidad de ocurrencia de accidentes de tránsito.
- b) Recomendaciones: La velocidad de operación y el límite de velocidad establecido deberán ser tomados en cuenta al momento de elegir la solución más apropiada.

3.1.5 Infraestructura para usuarios vulnerables

3.1.5.1 Cerca para contener peatones/Valla peatonal

Las vallas peatonales o cercas para contener a los peatones, se pueden usar al lado de una vía o dentro de la faja separadora central para restringir el acceso peatonal a la calzada y reducir el conflicto entre vehículos motorizados y peatones. Las vallas a menudo se utilizan para dirigir a los peatones hacia cruces más seguros.

- a) Beneficios: Brindan orientación a los peatones. Previene físicamente el acceso peatonal a la calzada, así como el vehicular en zonas peatonales.
- b) Recomendaciones: Las vallas no deberán obstruir la visión de los conductores respecto a los peatones. Deberán estar diseñadas para soportar posibles impactos de los vehículos.

3.2 Accidentalidad

Para conocer la problemática en seguridad vial, se requiere contar con información sobre la accidentalidad de una carretera, con el fin de buscar las soluciones más óptimas para mejorar la seguridad de sus usuarios. A partir de la base de información de accidentes del Instituto Mexicano del Transporte, publicadas anualmente [12], es posible obtener la cantidad de accidentes ocurridos dentro del tramo de estudio. Para este estudio, se tomó en cuenta un periodo de análisis de cinco años, es decir, del año 2009 al año 2013 [3 y 12], analizando la información

utilizando la misma agrupación presentada en la Tabla 3.3 en siete tramos homogéneos, las Tablas 3.6, 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10 muestran los índices de accidentalidad, mortalidad, morbilidad y costo de accidentes por cada 100 millones de veh-km recorridos para cada tramo, así como los accidentes por kilómetro y el costo total de accidentes el cual considera un saldo de \$400,000 dólares americanos por cada persona fallecida, \$100,000 por cada lesionado y los daños materiales convertidos a dólares americanos con la tasa promedio del año correspondiente [10].

Tabla 3.6 Saldos e índices de accidentalidad 2009

N° de Tramo	Tránsito Diario Promedio Anual	Veh-Km Anuales (millones)	Accidentes	Accidentes con Víctimas	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (USD)	Costo de Accidentes (USD)	Índices por cada 100 millones de veh-km				
									Accidentes por Kilómetro	Índice de Accidentalidad	Índice de Mortalidad	Índice de Morbilidad	Índice de Costo de Accidentes (USD)
1	41,088	415.4	53	25	7	58	130,422	8,730,422	1.91	12.76	1.69	13.96	2,101,588
2	21,128	194.6	83	36	7	78	558,202	11,158,202	3.29	42.66	3.60	40.09	5,734,898
3	17,199	156.8	43	19	0	40	165,737	4,165,737	1.72	27.43	0.00	25.52	2,657,524
4	17,199	237.5	59	28	5	49	322,523	7,222,523	1.56	24.84	2.10	20.63	3,040,477
5	16,353	185.9	61	22	7	44	554,947	7,754,947	1.96	32.82	3.77	23.67	4,172,246
6	23,572	176.1	42	23	3	63	207,717	7,707,717	2.05	23.85	1.70	35.77	4,376,416
7	23,572	171.6	104	56	13	100	298,316	15,498,316	5.21	60.59	7.57	58.26	9,029,263
Total	22,496	1537.9	445	209	42	432	2,237,865	62,237,865	2.38	28.94	2.73	28.09	4,046,886

Fuente: Elaboración propia con base en la información de la PF y la DGST

Tabla 3.7 Saldos e índices de accidentalidad 2010

N° de Tramo	Tránsito Diario Promedio Anual	Veh-Km Anuales (millones)	Accidentes	Accidentes con Víctimas	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (USD)	Costo de Accidentes (USD)	Índices por cada 100 millones de veh-km				
									Accidentes por Kilómetro	Índice de Accidentalidad	Índice de Mortalidad	Índice de Morbilidad	Índice de Costo de Accidentes (USD)
1	45,213	457.1	97	48	16	68	280,045	13,480,045	3.50	21.22	3.50	14.88	2,948,868
2	22,093	203.5	94	45	9	91	408,890	13,108,890	3.73	46.2	4.42	44.73	6,443,192
3	17,798	162.2	54	26	10	95	248,138	13,748,138	2.16	33.29	6.16	58.57	8,475,421
4	17,798	245.8	66	31	14	67	303,055	12,603,055	1.74	26.85	5.70	27.26	5,126,969
5	16,357	185.9	93	43	13	75	542,139	13,242,139	2.99	50.02	6.99	40.34	7,122,673
6	27,180	203.1	47	17	5	29	212,040	5,112,040	2.30	23.14	2.46	14.28	2,517,295
7	27,180	197.9	99	42	4	65	294,017	8,394,017	4.96	50.02	2.02	32.84	4,241,160
Total	24,216	1655.5	550	252	71	490	2,288,324	79,688,324	2.94	33.22	4.29	29.60	4,813,492

Fuente: Elaboración propia con base en la información de la PF y la DGST

Tabla 3.8 Saldos e índices de accidentalidad 2011

N° de Tramo	Tránsito Diario Promedio Anual	Veh-Km Anuales (millones)	Accidentes	Accidentes con Víctimas	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (USD)	Costo de Accidentes (USD)	Índices por cada 100 millones de veh-km				
									Accidentes por Kilómetro	Índice de Accidentalidad	Índice de Mortalidad	Índice de Morbilidad	Índice de Costo de Accidentes (USD)
1	49,751	503.0	90	39	7	59	268,961	8,968,961	3.250	17.89	1.39	11.73	1,783,067
2	27,183	250.3	60	30	9	58	341,178	9,741,178	2.380	23.97	3.60	23.17	3,891,383
3	19,921	181.6	55	30	6	90	273,106	11,673,106	2.200	30.29	3.30	49.57	6,429,303
4	19,921	275.1	56	30	8	48	350,764	8,350,764	1.480	20.35	2.91	17.45	3,035,086
5	19,041	216.4	58	20	1	39	392,907	4,692,907	1.860	26.80	0.46	18.02	2,168,407
6	35,194	263.0	39	19	1	49	220,799	5,520,799	1.910	14.83	0.38	18.63	2,099,533
7	35,194	256.3	81	34	16	54	303,117	12,103,117	4.060	31.61	6.24	21.07	4,722,727
Total	28,460	1945.7	439	202	48	397	2,150,832	61,050,832	2.34	22.56	2.47	20.40	3,137,754

Fuente: Elaboración propia con base en la información de la PF y la DGST

Tabla 3.9 Saldos e índices de accidentalidad 2012

N° de Tramo	Tránsito Diario Promedio Anual	Veh-Km Anuales (millones)	Accidentes	Accidentes con Víctimas	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (USD)	Costo de Accidentes (USD)	Índices por cada 100 millones de veh-km				
									Accidentes por Kilómetro	Índice de Accidentalidad	Índice de Mortalidad	Índice de Morbilidad	Índice de Costo de Accidentes (USD)
1	57,478	581.1	83	42	13	79	371,883	13,471,883	3.00	14.28	2.24	13.59	2,318,217
2	28,302	260.6	61	41	18	72	429,233	14,829,233	2.42	23.40	6.91	27.63	5,689,727
3	21,475	195.7	43	27	4	42	216,231	6,016,231	1.72	21.97	2.04	21.46	3,073,830
4	21,475	296.6	45	25	7	55	385,334	8,685,334	1.19	15.17	2.36	18.54	2,928,258
5	19,526	221.9	49	20	9	20	281,244	5,881,244	1.57	22.08	4.06	9.01	2,649,991
6	38,578	288.2	50	20	6	54	344,541	8,144,541	2.44	17.35	2.08	18.73	2,825,636
7	38,578	280.9	91	40	4	86	298,675	10,498,675	4.56	32.39	1.42	30.61	3,737,309
Total	31,086	2125.2	422	215	61	408	2,327,141	67,527,141	2.25	19.86	2.87	19.20	3,177,481

Fuente: Elaboración propia con base en la información de la PF y la DGST

Tabla 3.10 Saldos e índices de accidentalidad 2013

N° de Tramo	Tránsito Diario Promedio Anual	Veh-Km Anuales (millones)	Accidentes	Accidentes con Víctimas	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (USD)	Costo de Accidentes (USD)	Índices por cada 100 millones de veh-km				
									Accidentes por Kilómetro	Índice de Accidentalidad	Índice de Mortalidad	Índice de Morbilidad	Índice de Costo de Accidentes (USD)
1	60,090	607.5	71	35	9	52	307,689	9,107,689	2.56	11.69	1.48	8.56	1,499,110
2	29,623	272.8	58	33	15	54	502,096	11,902,096	2.30	21.26	5.50	19.79	4,362,991
3	22,382	204.0	29	18	5	31	225,884	5,325,884	1.16	14.22	2.45	15.20	2,610,847
4	22,382	309.1	58	33	13	60	497,552	11,697,552	1.53	18.76	4.21	19.41	3,784,008
5	20,652	234.7	55	30	9	39	485,957	7,985,957	1.77	23.43	3.83	16.61	3,402,149
6	41,704	311.6	40	21	4	28	216,773	4,616,773	1.95	12.84	1.28	8.99	1,481,665
7	41,704	303.7	86	40	10	57	241,396	9,941,396	4.31	28.32	3.29	18.77	3,273,662
Total	32,816	2243.5	397	210	65	321	2,477,347	60,577,347	2.12	17.70	2.90	14.31	2,700,172

Fuente: Elaboración propia con base en la información de la PF y la DGST

Por otro lado, la Tabla 3.11 muestra los saldos totales de accidentes en cada tramo, obteniendo nuevamente los indicadores de accidentalidad previamente mencionados. En esta tabla se puede observar que a lo largo de cinco años, se ha contabilizado un mayor número de accidentes, muertos y lesionados en el primer y

último tramo principalmente, posiblemente a causa de un alto número de vehículos transitando por las zonas urbanas de Querétaro y San Luis Potosí. No obstante, el tramo 7 y 2 representan los tramos con los mayores índices de accidentalidad, mortalidad, morbilidad y de costo de accidentes tomando en cuenta el kilometraje generado por su tránsito, lo cual significa que existe un mayor riesgo al circular por estos tramos, que en el resto de la carretera. De igual manera, las Figura 3.1 y 3.2 muestran el índice de accidentalidad, mortalidad, morbilidad y de costo de accidentes obtenido para cada tramo, una vez más se destaca una mayor problemática en los tramos 7, 2 y 3. El primero correspondiente al estado de San Luis Potosí y los otros al estado de Guanajuato. Si se analiza la información por estado, se obtendría que el estado de San Luis Potosí presenta un riesgo de estar involucrado en un accidente ligeramente mayor al estado de Guanajuato, sin embargo, el estado de Guanajuato presenta un mayor número de muertos y lesionados, elevando el costo total de accidentes, lo cual podría indicar una mayor severidad en los accidentes de tránsito, tal como lo muestran las Figura 3.3 y 3.4.

Tabla 3.11 Saldos totales e índices de accidentalidad por tramo

N° de Tramo	Veh-Km Anuales (millones)	Accidentes	Accidentes con Víctimas	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (USD)	Costo de Accidentes (USD)	Accidentes por Kilómetro	Índices por cada 100 millones de veh-km			
									Índice de Accidentalidad	Índice de Mortalidad	Índice de Morbilidad	Índice de Costo de Accidentes (USD)
1	2,564.2	394	189	52	316	1,359,000	53,759,000	14.22	15.37	2.03	12.32	2,096,501
2	1,181.8	356	185	58	353	2,239,599	60,739,599	14.11	30.12	4.91	29.87	5,139,691
3	900.2	224	120	25	298	1,129,096	40,929,096	8.97	24.88	2.78	33.10	4,546,463
4	1,364.2	284	147	47	279	1,859,228	48,559,228	7.51	20.82	3.45	20.45	3,559,432
5	1,044.9	316	135	39	217	2,257,195	39,557,195	10.15	30.24	3.73	20.77	3,785,833
6	1,242.0	218	100	19	223	1,201,870	31,101,870	10.65	17.55	1.53	17.96	2,504,215
7	1,210.4	461	212	47	362	1,435,520	56,435,520	23.11	38.09	3.88	29.91	4,662,433
Total	9,507.8	2,253	1,088	287	2048	11,481,508	331,081,508	2.41	23.70	3.02	21.54	3,482,221

Fuente: Elaboración propia con base en la información de la PF y la DGST

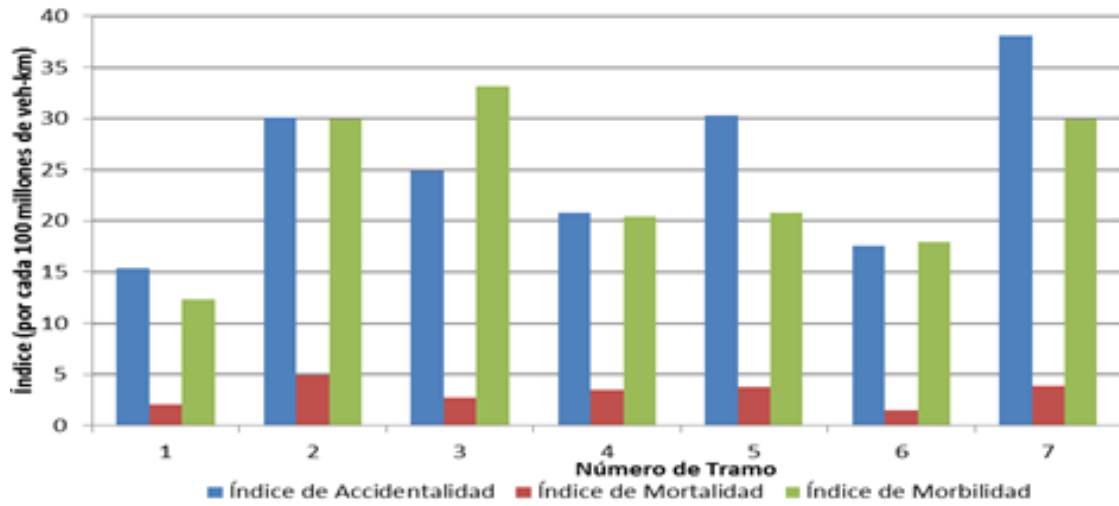


Figura 3.1 Índices de accidentalidad, mortalidad, morbilidad (por tramo)

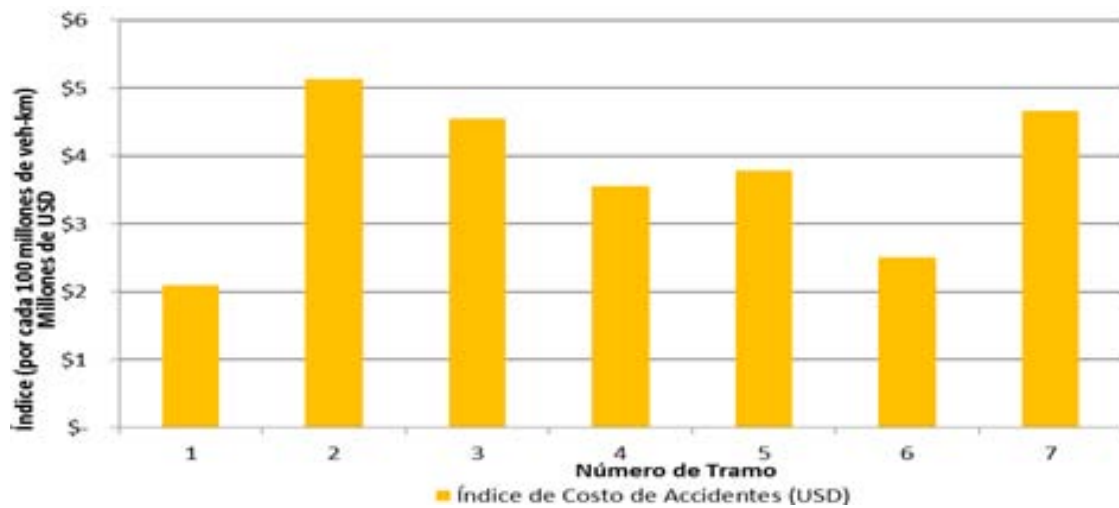


Figura 3.2 Índices del costo total de accidentes (por tramo)

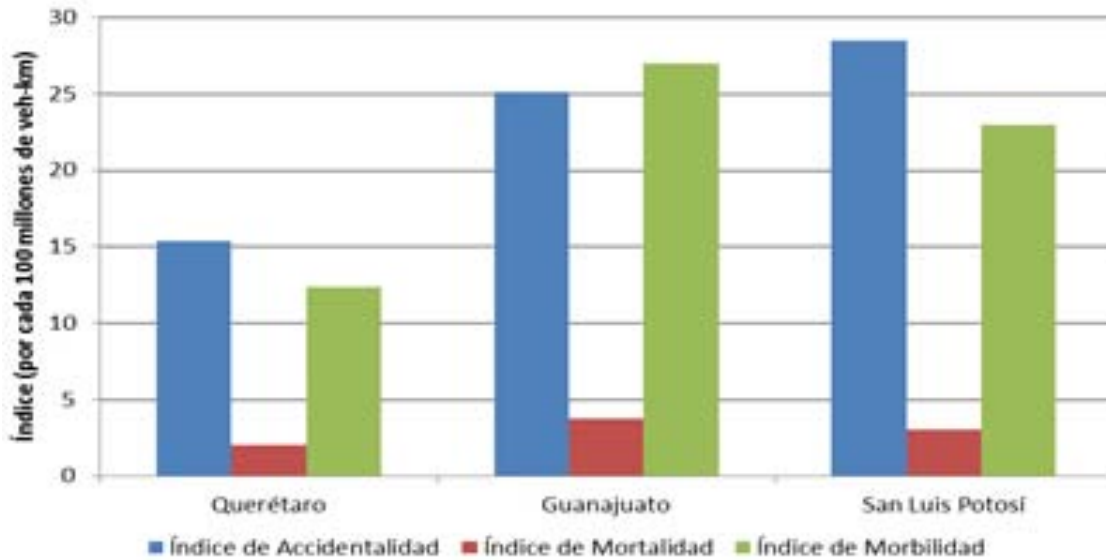


Figura 3.3 Índices de accidentalidad, mortalidad, morbilidad (por estado)

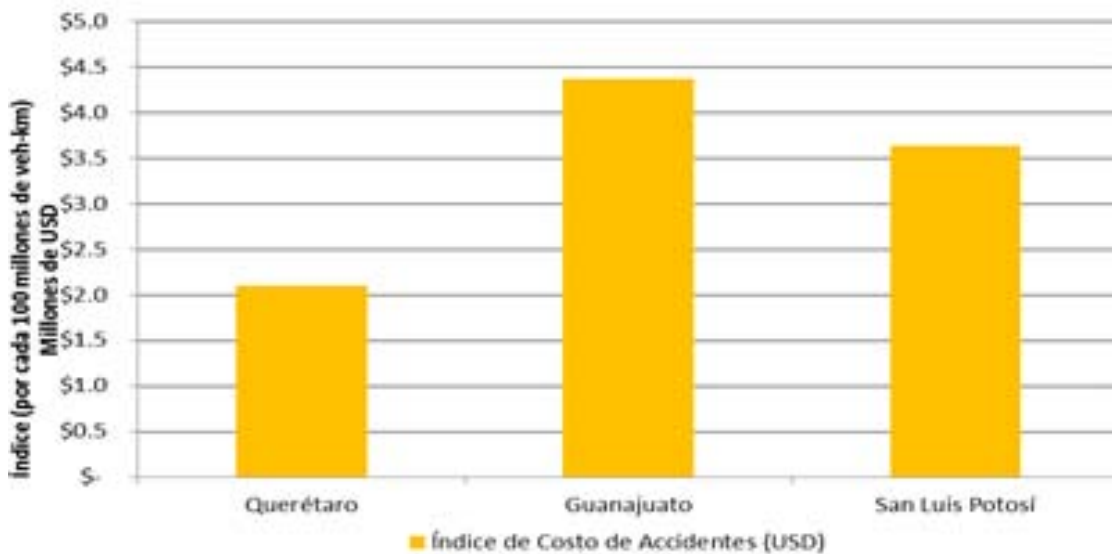


Figura 3.4 Índices del costo total de accidentes (por estado)

Por último, la Tabla 3.12 muestra los saldos totales de la carretera en estudio para los años considerados dentro de este análisis, de esta manera se obtienen el número total de accidentes en la carretera, así como el número de muertos y lesionados por año. A su vez, se obtienen los índices estudiados a lo largo de este capítulo, donde se observa una disminución en la accidentalidad desde el año 2009, exceptuando el año 2010 el cual aumenta considerablemente a diferencia del resto de los años de estudio. La Figura 3.5 y 3.6 detallan la línea del tiempo de cada uno de los índices calculados, con una tendencia a la baja. Cabe destacar

que el número de accidentes con víctimas representa cerca del 50% del total de accidentes, lo cual indica una alta probabilidad de sufrir una lesión grave al estar involucrado en un accidente de tránsito dentro de esta carretera. De acuerdo al anuario estadístico de accidentes 2012 publicado recientemente por el Instituto Mexicano del Transporte [12], los índices obtenidos en esta carretera para cada año de estudio, se encuentran por encima de la media nacional, salvo el índice de mortalidad, tal como lo muestra la Tabla 3.13, estableciendo que existe una problemática de seguridad vial la cual deberá solventarse, especialmente atendiendo la severidad de las lesiones ocurridas tras el accidente, misma que puede ser disminuida en gran parte a través del mejoramiento de la infraestructura vial.

Tabla 3.12 Saldos totales y evolución histórica de la carretera de estudio

Año	Tránsito Diario Promedio Anual	Veh-Km Anuales (millones)	Accidentes	Accidentes con Víctimas	Muertos	Lesionados	Daños Materiales (USD)	Costo de Accidentes (USD)	Accidentes por Kilómetro	Índices por cada 100 millones de veh-km			
										Índice de Accidentalidad	Índice de Mortalidad	Índice de Morbilidad	Índice de Costo de Accidentes (USD)
2009	22,496	1,538	445	209	42	432	2,237,865	62,237,865	2.38	28.9	2.73	28.1	4,046,886
2010	24,216	1,656	550	252	71	490	2,288,324	79,688,324	2.94	33.2	4.29	29.6	4,813,492
2011	28,460	1,946	439	202	48	397	2,150,832	61,050,832	2.34	22.6	2.47	20.4	3,137,754
2012	31,086	2,125	422	215	61	408	2,327,141	67,527,141	2.25	19.9	2.87	19.2	3,177,481
2013	32,816	2,244	397	210	65	321	2,477,347	60,577,347	2.12	17.7	2.9	14.3	2,700,172
Total		9,508	2,253	1,088	287	2,048	11,481,508	331,081,508	2.41	23.7	3.02	21.5	3,482,221
Promedio		1,902	451	218	57	410	2,296,302	66,216,302	2.41	24.5	3.05	22.3	3,575,157

Fuente: Elaboración propia con base en la información de la PF y la DGST

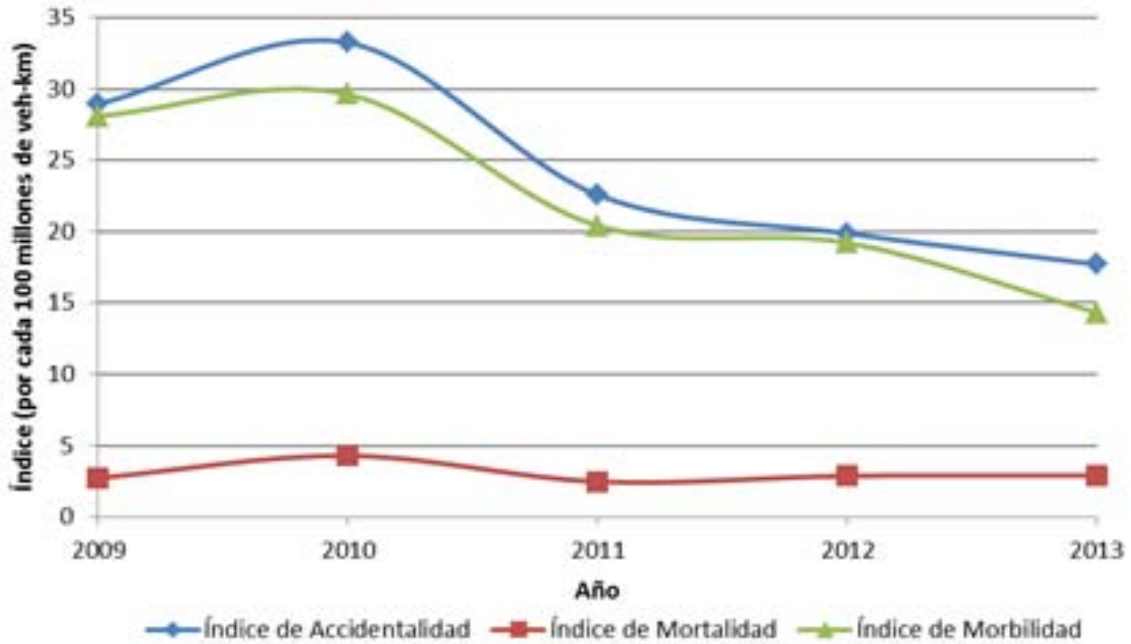


Figura 3.5 Índices de accidentalidad, mortalidad, morbilidad (anuales)

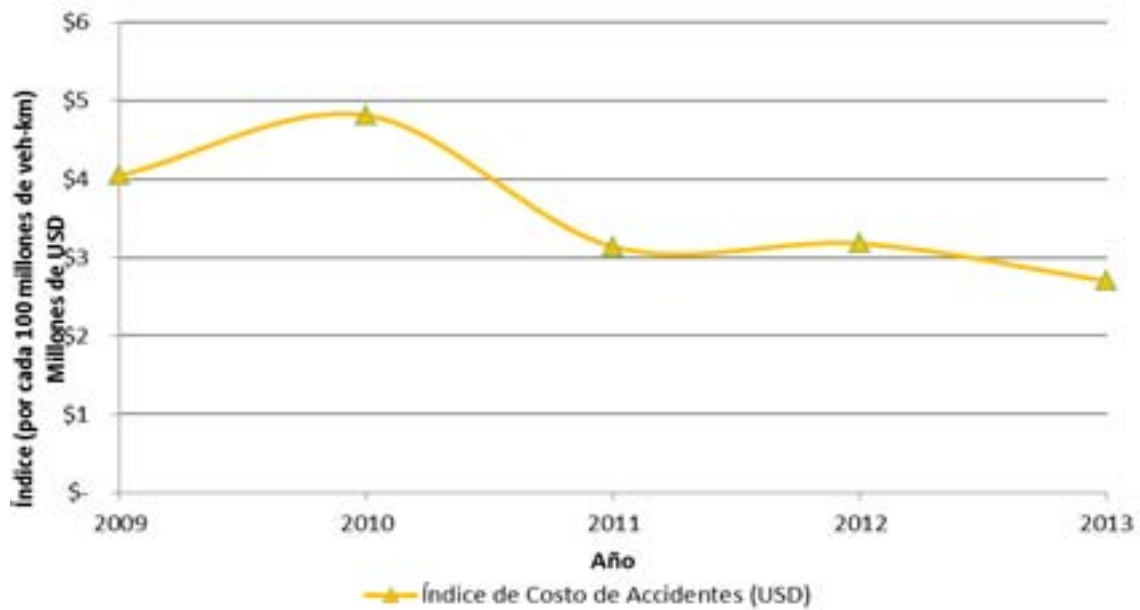


Figura 3.6 Índices del costo total de accidentes (anuales)

Tabla 3.13 Evolución histórica de los índices de accidentalidad, morbilidad, mortalidad y de costo total de accidentes en la RCF de México

Año	Índices por cada 100 millones de veh-km			
	Índice de Accidentalidad	Índice de Mortalidad	Índice de Morbilidad	Índice de Costo de Accidentes (USD)
2009	21.8	3.6	23.3	3,846,000
2010	19.5	3.5	19.8	3,450,300
2011	16.1	2.9	16.9	2,899,200
2012	15.1	2.8	15.4	2,736,400
2013	16.2	2.9	15.4	2,762,700

Fuente: Elaboración propia con información del IMT [12] y de la CNS [3]

3.3 Datos de operación

A continuación se presenta la información referente a la actividad vehicular de la carretera en estudio, es decir, los datos de operación de la Carretera Federal MEX-057 en el tramo Querétaro-San Luis Potosí. La información recopilada incluye la el Tránsito Diario Promedio Anual (TDPA) con su clasificación vehicular, información obtenida de los Datos Viales publicados por la Dirección General de Servicios Técnicos (DGST) [13]; además se presenta información sobre el Índice de Rugosidad Internacional (IRI), propuesto por el Banco mundial en 1986 como una medida de referencia para estimar la calidad de rodadura de un camino, la información fue proporcionada por la Dirección General de Conservación de carreteras (DGCC) [14].

El análisis de la información conserva la fragmentación en tramos mostrada en la Tabla 3.3, analizando las características de operación mencionadas anteriormente para cada sentido de circulación y para el mismo periodo de tiempo, analizando desde el año 2009 hasta el 2013.

3.3.1 Tránsito Diario Promedio Anual

Un concepto básico utilizado en la ingeniería de tránsito para mostrar la actividad vehicular en las carreteras es el volumen. El volumen vehicular es definido como el número de vehículos que pasan por un lugar específico en una medida de tiempo, la forma de obtener dicha variable es por medio de conteos o aforos, ya sean manuales o automáticos [15]. El Tránsito Diario Promedio Anual es una medida de volumen vehicular que representa el número promedio diario de vehículos que pasan por determinado lugar para un año de estudio.

La DGST a través del producto Datos Viales, publica la información que permite estudiar o evaluar la calidad del flujo vehicular de la Red Carretera Federal (RCF) en términos de TDPA, dicha información es mostrada para ambos sentidos de cada corredor de manera anual. Para lograr el objetivo de contabilizar el número

de vehículos, la DGST instala estaciones de aforo con clasificación vehicular distribuidas en toda la RCF. En lo que se refiere a la clasificación vehicular, la DGST considera el aforo para los vehículos más representativos del tránsito interurbano, esto es, sólo se incluyen los vehículos que tienen mayor operación en la RCF. La Tabla 3.14 muestra la clasificación vehicular y la descripción de los vehículos aforados.

Tabla 3.14 Clasificación vehicular considerada por la DGST

Tipo de vehículo	Descripción
A	Automóviles
B	Autobuses
C2	Camiones Unitarios de 2 ejes
C3	Camiones Unitarios de 3 ejes
T3S2	Tractor de 3 ejes con Semirremolque de 2 ejes
T3S3	Tractor de 3 ejes con Semirremolque de 3 ejes
T3S2R4	Tractor de 3 ejes con Semirremolque de 2 ejes y Remolque de 4 ejes
OTROS	Considera otro tipo de combinaciones de camiones de carga

Fuente: Elaboración propia con información de la DGST [13]

De la Tabla 3.15 a la 3.24 se muestra la información del comportamiento del flujo vehicular para la Carretera Federal MEX-57 en el tramo Querétaro-San Luis Potosí para cada sentido de circulación, la información se presenta con base en los Datos Viales de la DGST para el periodo de análisis de 2009 a 2013 [13]. En la primera columna se presenta el número de tramo homogéneo, dividido en siete segmentos; la segunda columna muestra el valor del TDPA para cada tramo; de la columna 3 a la 10 se aprecia el porcentaje de vehículos que integran la composición vehicular y en la columna 11 se muestra la relación vehículos kilómetro. Lo anterior tiene como objetivo mostrar de manera histórica y desagregada el comportamiento vehicular del tramo carretero en estudio para realizar un análisis de la evolución del flujo vehicular.

Tabla 3.15 Datos de operación vehicular para 2009, Sentido A

N° de Tramo	TDPA	Composición Vehicular (%)								VEH-KM (millones)
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	
1	20,944	47.25	4.68	5.65	6.95	19.15	6.25	7.35	2.73	211.75
2	10,712	50.35	4.60	5.10	6.40	17.50	6.10	7.40	2.55	98.53
3	8,703	49.05	4.80	5.00	7.10	17.90	5.95	7.60	2.60	79.42
4	8,711	50.65	4.35	5.15	7.00	16.90	5.80	7.15	3.00	120.19
5	8,316	51.2	4.55	5.25	5.65	17.30	5.45	7.70	2.90	94.70
6	11,951	49.35	4.40	5.20	6.40	18.60	5.75	7.50	2.80	89.42
7	11,833	55.37	4.60	4.77	5.93	12.37	5.60	7.37	4.00	85.95

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

Tabla 3.16 Datos de operación vehicular para 2009, Sentido B

N° de Tramo	TDPA	Composición Vehicular (%)								VEH-KM (millones)
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	
1	20,144	46.65	4.15	5.98	6.75	20.13	5.85	7.43	3.08	203.67
2	10,416	52.5	3.90	5.45	6.25	17.00	5.40	6.70	2.80	95.81
3	8,498	52.1	4.35	5.35	6.80	16.10	5.60	7.05	2.65	77.54
4	8,489	49.95	4.75	5.85	7.30	16.00	5.65	7.60	2.90	117.12
5	8,038	50.85	4.10	6.00	7.25	15.55	5.15	7.80	3.30	91.54
6	11,622	49.5	4.30	5.65	6.85	18.55	4.65	7.25	3.25	86.96
7	11,738	55.9	3.97	4.80	5.73	14.97	4.53	6.07	4.03	85.26

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

Tabla 3.17 Datos de operación vehicular para 2010, Sentido A

N° de Tramo	TDPA	Composición Vehicular (%)								VEH-KM (millones)
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	
1	23,172	45.03	5.00	7.75	7.03	20.13	6.48	7.83	0.78	234.28
2	11,046	53.75	4.70	6.25	4.95	17.00	5.70	6.95	0.70	101.60
3	8,899	53.05	4.75	6.35	5.10	17.30	5.80	7.05	0.60	81.20
4	8,962	51.05	4.75	6.60	5.00	18.30	6.00	7.60	0.70	123.65
5	8,252	51.75	5.15	6.25	5.45	19.10	5.35	6.25	0.70	93.97
6	13,686	54.45	4.65	5.40	4.70	18.55	5.75	5.85	0.65	102.41
7	13,734	60.97	4.63	5.17	4.60	13.17	5.43	5.27	0.77	99.76

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

Tabla 3.18 Datos de operación vehicular para 2010, Sentido B

N° de Tramo	TDPA	Composición Vehicular (%)								VEH-KM (millones)
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	
1	22,042	45	4.95	7.78	6.68	21.30	6.03	7.50	0.78	222.86
2	11,046	53.9	4.60	5.85	4.40	16.85	5.80	7.75	0.85	101.60
3	8,899	51.8	4.55	6.20	4.65	18.50	6.05	7.55	0.70	81.20
4	8,837	51.05	4.60	6.65	4.85	18.60	6.05	7.55	0.65	121.92
5	8,106	51.35	4.30	6.25	5.20	20.35	5.40	6.40	0.75	92.31
6	13,495	53.25	4.30	5.85	5.00	21.40	4.85	4.55	0.80	100.98
7	13,445	61.63	4.33	5.00	4.43	14.53	4.67	4.47	0.93	97.66

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

Tabla 3.19 Datos de operación vehicular para 2011, Sentido A

N° de Tramo	TDPA	Composición Vehicular (%)								VEH-KM (millones)
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	
1	25,621	48.1	4.70	7.30	6.53	18.90	5.88	7.53	1.08	259.04
2	13,849	49.95	4.65	8.05	4.00	19.70	5.50	6.35	1.80	127.38
3	10,099	46.25	5.25	9.95	4.10	21.75	5.15	5.30	2.25	92.15
4	10,120	43.6	5.55	9.50	4.65	21.60	5.65	5.30	4.15	139.63
5	9,550	50.85	5.90	7.85	3.65	18.55	4.65	4.45	4.10	108.76
6	17,756	56.95	6.55	7.10	2.70	18.30	3.05	3.75	1.60	132.86
7	17,972	64.47	5.40	6.63	3.40	13.17	2.60	3.07	1.27	130.54

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

Tabla 3.20 Datos de operación vehicular para 2011, Sentido B

N° de Tramo	TDPA	Composición Vehicular (%)								VEH-KM (millones)
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	
1	24,130	42.8	5.28	7.90	7.38	20.78	6.70	7.88	1.30	243.97
2	13,334	45.45	5.35	8.90	4.70	21.30	5.95	6.65	1.70	122.65
3	9,821	40.2	5.70	11.05	4.70	23.85	5.60	5.80	3.10	89.62
4	9,802	38.8	5.95	10.50	5.10	23.45	6.20	6.25	3.75	135.24
5	9,493	48.65	6.35	8.55	4.05	19.65	5.10	5.20	2.45	108.11
6	17,439	54.9	7.05	7.80	3.05	18.55	3.35	4.15	1.15	130.49
7	17,222	61.17	5.83	7.20	3.90	14.50	2.97	3.20	1.23	125.09

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

Tabla 3.21 Datos de operación vehicular para 2012, Sentido A

N° de Tramo	TDPA	Composición Vehicular (%)								VEH-KM (millones)
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	
1	29,457	80.45	1.55	7.55	1.60	5.10	1.40	1.15	1.20	297.82
2	14,590	62.3	4.85	5.95	2.90	14.35	3.85	3.45	2.35	134.20
3	10,876	64.35	5.15	6.40	2.95	12.85	3.80	2.40	2.10	99.24
4	10,985	65.3	4.05	5.35	3.35	13.05	3.80	2.30	2.80	151.56
5	9,920	58.55	5.20	5.90	3.95	15.20	4.30	3.40	3.50	112.97
6	19,637	56.4	5.50	7.50	3.10	17.35	3.60	4.00	2.55	146.93
7	20,267	68.1	3.97	7.63	2.03	11.63	2.33	2.63	1.67	147.21

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

Tabla 3.22 Datos de operación vehicular para 2012, Sentido B

N° de Tramo	TDPA	Composición Vehicular (%)								VEH-KM (millones)
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	
1	28,019	78.13	1.73	8.53	1.85	5.75	1.48	1.30	1.25	283.29
2	13,713	57.95	5.20	6.65	3.20	16.20	4.25	3.95	2.60	126.13
3	10,598	60.85	5.60	7.00	3.15	14.35	4.15	2.75	2.15	96.71
4	10,492	61.85	4.60	5.85	3.80	14.30	4.20	2.60	2.80	144.76
5	9,607	55.45	5.70	6.55	4.05	16.40	4.60	3.80	3.45	109.40
6	18,941	52.5	5.95	8.65	2.85	19.05	3.90	4.45	2.65	141.73
7	18,312	65.3	4.30	8.03	2.27	13.00	2.60	2.87	1.63	133.01

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

Tabla 3.23 Datos de operación vehicular para 2013, Sentido A

N° de Tramo	TDPA	Composición Vehicular (%)								VEH-KM (millones)
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	
1	30,164	81.05	1.63	7.18	1.58	4.75	1.30	1.03	1.50	304.97
2	14,959	63.25	4.45	5.75	2.90	13.80	3.95	3.05	2.85	137.59
3	11,359	64.25	4.65	6.30	2.85	12.30	3.75	2.30	3.60	103.65
4	11,348	65.65	3.85	5.10	3.15	12.80	3.45	2.30	3.70	156.57
5	10,522	60.35	5.00	5.60	3.65	14.95	3.95	3.25	3.25	119.82
6	21,166	58.5	5.40	7.10	3.00	17.15	3.25	3.75	1.85	158.37
7	21,727	67.37	3.60	7.90	2.43	11.03	2.60	2.60	2.47	157.81

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

Tabla 3.24 Datos de operación vehicular para 2013, Sentido B

N° de Tramo	TDPA	Composición Vehicular (%)								VEH-KM (millones)
		A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS	
1	29,925	79.35	1.83	7.93	1.75	5.13	1.40	1.15	1.48	302.56
2	14,664	60.95	4.65	6.20	3.00	15.05	4.15	3.40	2.60	134.88
3	11,024	62.35	5.10	6.95	3.10	13.20	4.00	2.60	2.70	100.59
4	11,033	62.15	4.30	6.00	3.60	13.90	4.10	2.55	3.40	152.22
5	10,130	55.5	5.25	6.30	4.10	16.95	4.45	3.80	3.65	115.36
6	20,540	52.4	5.80	7.85	3.25	19.00	3.65	4.40	3.65	153.69
7	19,976	63.57	4.03	8.80	2.57	12.43	2.90	3.00	2.70	145.10

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

De manera histórica se observa, para el Sentido A, que el vehículo tipo A toma la principal participación, seguido del T3S2 y el C2, con un porcentaje promedio del 57.1%, 15.8% y 6.5%, respectivamente. Así mismo para el Sentido B presenta un comportamiento muy similar respecto a los principales tipos de vehículos que circulan por el tramo carretero en estudio, mostrando un porcentaje promedio de participación de 55.0%, 16.8% y 7.0% para el vehículo tipo A, T3S2 y C2, respectivamente. La Tabla 3.25 y 3.26 muestran los datos anteriormente mencionados, así mismo, la Figura 3.7 indica de manera gráfica la composición vehicular promedio para el periodo de estudio.

Tabla 3.25 Composición vehicular, Sentido A

Año	Composición Vehicular (%)							
	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS
2009	50.46	4.57	5.16	6.49	17.10	5.84	7.44	2.94
2010	52.86	4.80	6.25	5.26	17.65	5.79	6.68	0.70
2011	51.45	5.43	8.05	4.15	18.85	4.64	5.11	2.32
2012	65.06	4.32	6.61	2.84	12.79	3.30	2.76	2.31
2013	65.77	4.08	6.42	2.79	12.40	3.18	2.61	2.75
Promedio	57.12	4.64	6.50	4.31	15.76	4.55	4.92	2.20

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

Para ambos sentidos y a partir del año 2011, se observa un incremento importante de participación del vehículo tipo A, principalmente en los tramos que incluyen las zonas urbanas de la ciudad de Querétaro y San Luis Potosí. Los vehículos C3, T3S2, T3S3 y T3S2R4 presentan una disminución en la composición vehicular mientras que los vehículos tipo B y C2 permanecen constantes. La Figura 3.8 y

3.9 exponen de manera gráfica la evolución que ha presentado la composición vehicular del tramo carretero en estudio con la información que se encuentra en la Tabla 3.25 y 3.26 respectivamente.

Tabla 3.26 Composición vehicular, Sentido B

Año	Composición Vehicular (%)							
	A	B	C2	C3	T3S2	T3S3	T3S2R4	OTROS
2009	51.06	4.22	5.58	6.70	16.90	5.26	7.13	3.14
2010	52.57	4.52	6.23	5.03	18.79	5.55	6.54	0.78
2011	47.42	5.93	8.84	4.70	20.30	5.12	5.59	2.10
2012	61.72	4.73	7.32	3.02	14.15	3.60	3.10	2.36
2013	62.32	4.42	7.15	3.05	13.67	3.52	2.99	2.88
Promedio	55.02	4.76	7.02	4.50	16.76	4.61	5.07	2.25

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

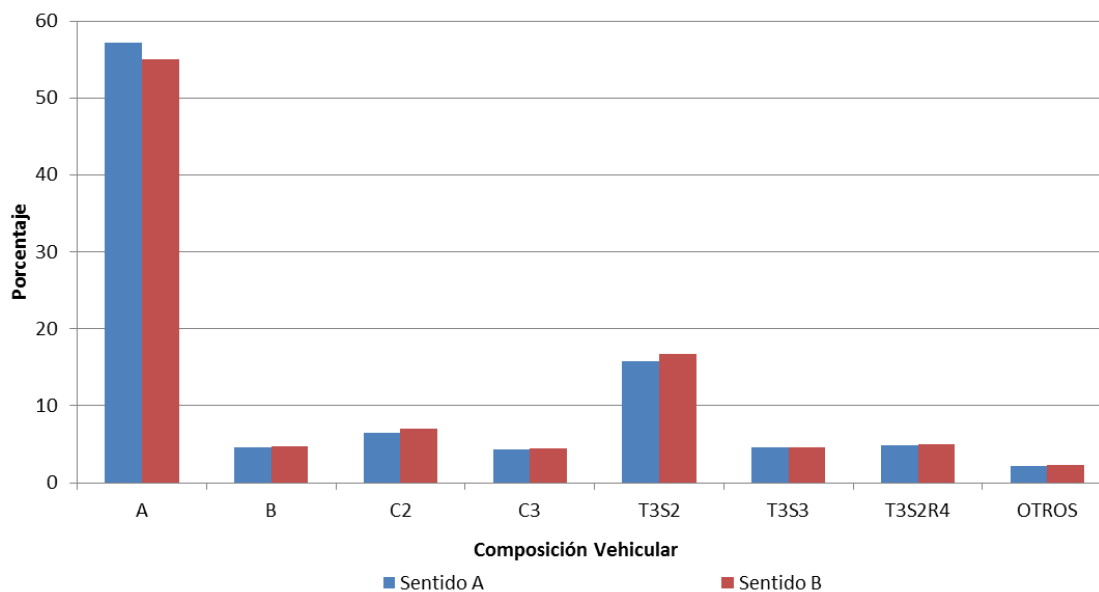


Figura 3.7 Composición vehicular promedio, ambos sentidos

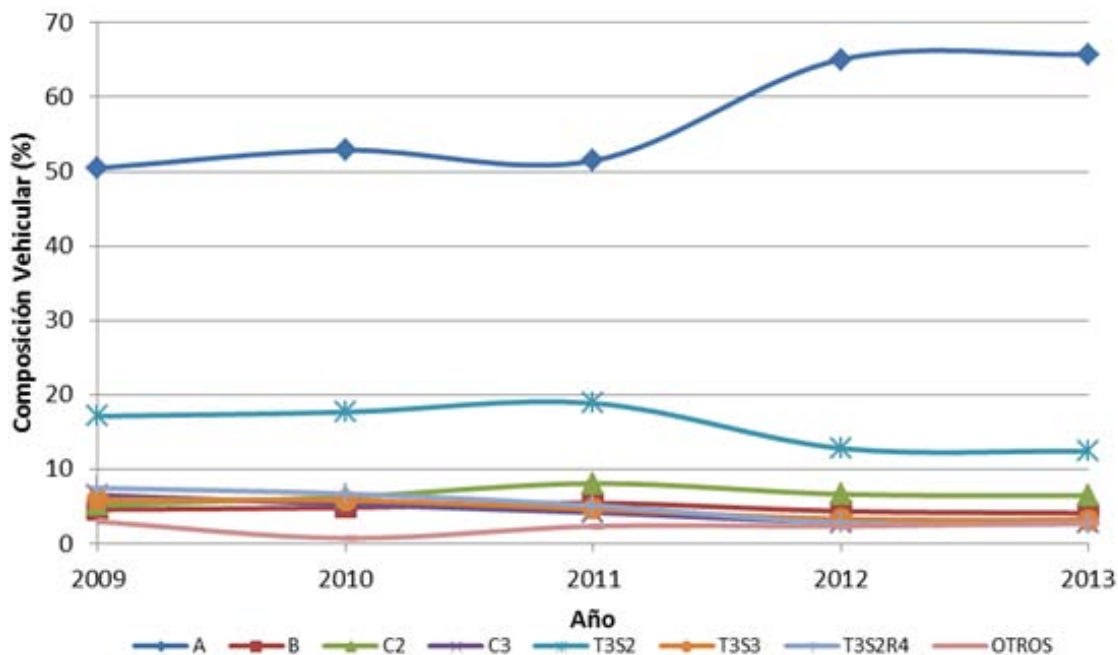


Figura 3.8 Composición vehicular, Sentido A

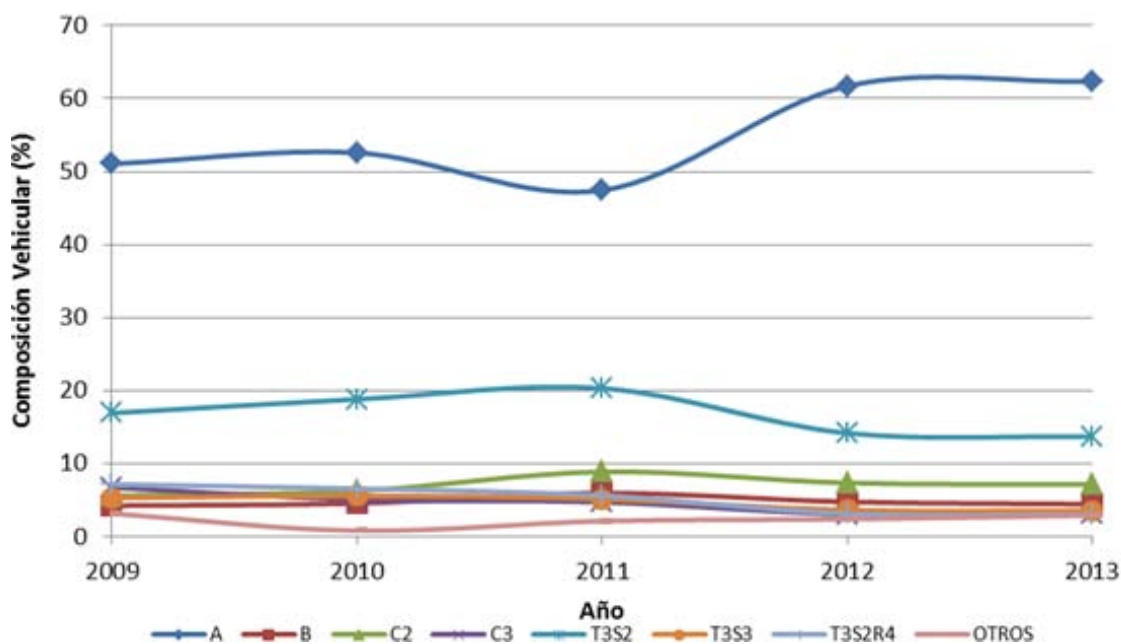


Figura 3.9 Composición vehicular, Sentido B

Para visualizar el incremento en el número de vehículos que transitan por el tramo carretero en estudio se calculó la tasa de crecimiento promedio anual (TCPA). La Tabla 3.27 y 3.28 contienen la información de la tasa de crecimiento promedio

anual de la evolución del TDPA para el Sentido A y B, respectivamente, para el periodo de estudio y para cada tramo homogéneo, observándose que para ambos sentidos de circulación, el tramo seis y siete presentan el mayor incremento del flujo vehicular con una tasa promedio del 12.0%; el tramo uno y dos, muestran un incremento promedio de 7.5% y los demás tramos toman un valor del 5.0% aproximadamente. En promedio, para ambos sentidos, el tramo carretero en estudio presenta una TCPA de 7.8%. La Figura 3.10 muestra la evolución del tránsito para el periodo de estudio.

Tabla 3.27 Tasa de crecimiento promedio anual del TDPA, Sentido A

N° de Tramo	TDPA					TCPA (%)
	2009	2010	2011	2012	2013	
1	20,944	23,172	25,621	29,457	30,164	7.57%
2	10,712	11,046	13,849	14,590	14,959	6.91%
3	8,703	8,899	10,099	10,876	11,359	5.47%
4	8,711	8,962	10,120	10,985	11,348	5.43%
5	8,316	8,252	9,550	9,920	10,522	4.82%
6	11,951	13,686	17,756	19,637	21,166	12.11%
7	11,833	13,734	17,972	20,267	21,727	12.92%
Promedio	11,409	12,241	14,486	15,943	16,658	7.86%

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

Tabla 3.28 Tasa de crecimiento promedio anual del TDPA, Sentido B

N° de Tramo	TDPA					TCPA (%)
	2009	2010	2011	2012	2013	
1	20,144	22,042	24,130	28,019	29,925	8.24%
2	10,416	11,046	13,334	13,713	14,664	7.08%
3	8,498	8,899	9,821	10,598	11,024	5.34%
4	8,489	8,837	9,802	10,492	11,033	5.38%
5	8,038	8,106	9,493	9,607	10,130	4.74%
6	11,622	13,495	17,439	18,941	20,540	12.06%
7	11,738	13,445	17,222	18,312	19,976	11.22%
Promedio	11,086	11,973	13,971	15,140	16,155	7.82%

Fuente: Elaboración propia con base en la información de Datos Viales de la DGST

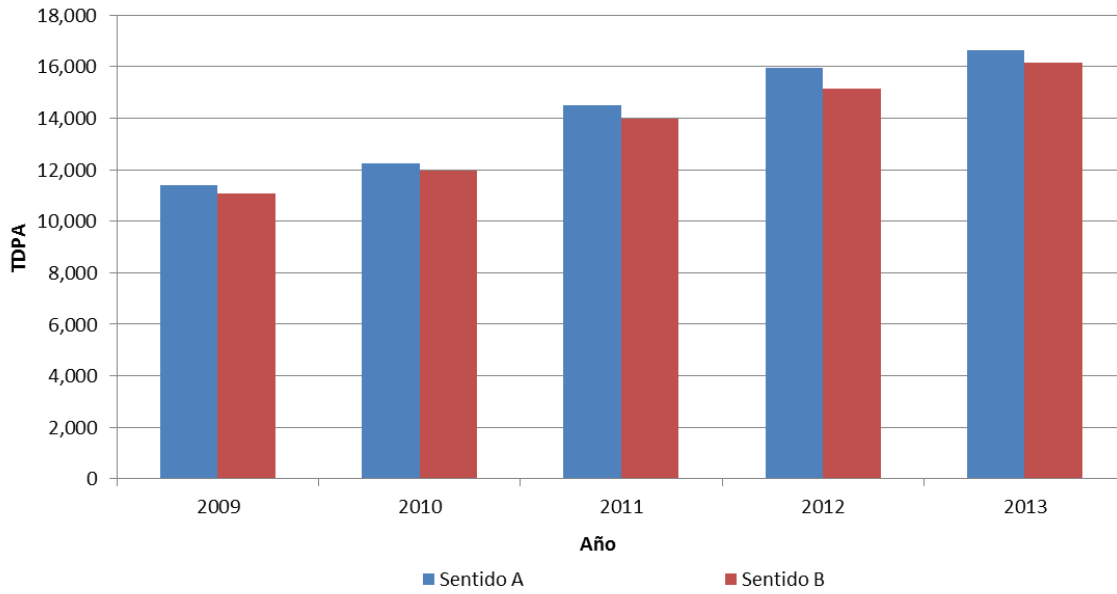


Figura 3.10 Comportamiento del Tránsito Diario Promedio Anual, ambos sentidos

3.3.2 Índice de Rugosidad Internacional

Con el objetivo de establecer una herramienta estándar internacional para medir la calidad de la superficie de un camino, en el año de 1986, el Banco Mundial propone un parámetro estadístico de referencia llamado Índice de Rugosidad Internacional (IRI), el cual representa las deformaciones verticales de la superficie de rodamiento del camino con respecto a una superficie plana, con ello, es posible generar un perfil longitudinal de la rugosidad para la superficie en estudio. Entonces, el IRI es definido como la suma de las irregularidades verticales (valor absoluto) en la superficie de rodamiento de un tramo homogéneo pavimentado, inversamente proporcional a la longitud del mismo, por lo tanto, la unidad de medida es m/km [16].

Mendoza et. al. (2011) [17] indican que, en México, el IRI es utilizado para conocer el estado de conservación de la red carretera, es decir, refleja el nivel de daño que presenta la capa de rodamiento. Por lo tanto, para calificar la calidad o estado del pavimento respecto al valor del IRI, el presente trabajo considera el criterio de clasificación propuesto por el Sistema de Administración de Pavimentos HDM-4 [18], el cual se muestra en la Tabla 3.29.

Con información proporcionada por la DGCC se obtuvo el valor del IRI para cada tramo homogéneo, por sentido de circulación y para los años que contempla el periodo de estudio. La información se muestra en la Tabla 3.30 y 3.31 donde la primera columna indica el número de tramo homogéneo, tal como se presenta en la Tabla 3.3 de este documento, de la columna 2 a las 6 se presenta el valor del IRI para cada año de estudio. La Figura 3.11 y 3.12 revelan el comportamiento histórico del estado del pavimento en función del IRI. De manera general, en la

Figura 3.13 se puede observar, por sentido de circulación, el comportamiento del IRI para el tramo carretero desde el año 2009 hasta el año 2013.

Tabla 3.29 Estado de la superficie de rodamiento respecto al IRI

IRI (m/km)	Estado Físico del Pavimento
IRI < 3	Bueno
3 ≤ IRI ≤ 5	Aceptable
IRI > 5	Deficiente

Fuente: Bennett, C. R. and Paterson, William D. O. (2000) [18]

Tabla 3.30 Índice de Rugosidad Internacional, Sentido A

N° de Tramo	IRI (m/km)				
	2009	2010	2011	2012	2013
1	1.84	1.84	1.85	1.90	2.12
2	2.63	2.09	2.04	1.99	2.06
3	2.30	2.33	2.12	2.26	2.41
4	4.05	3.86	3.81	4.04	4.12
5	1.99	2.03	2.28	2.29	2.26
6	2.29	2.16	1.75	1.96	1.79
7	1.81	1.85	2.08	2.20	2.07
Promedio	2.42	2.31	2.27	2.38	2.40

Fuente: Elaboración propia con base en la información de DGCC

Tabla 3.31 Índice de Rugosidad Internacional, Sentido B

N° de Tramo	IRI (m/km)				
	2009	2010	2011	2012	2013
1	2.27	2.16	2.28	2.23	2.03
2	2.63	1.83	1.81	1.90	1.94
3	2.49	2.01	1.76	2.01	2.26
4	3.00	3.08	2.87	2.95	3.03
5	1.87	2.01	2.29	2.33	2.34
6	2.16	2.13	2.21	2.01	2.00
7	1.79	1.92	2.23	1.95	2.01
Promedio	2.31	2.16	2.21	2.20	2.23

Fuente: Elaboración propia con base en la información de DGCC

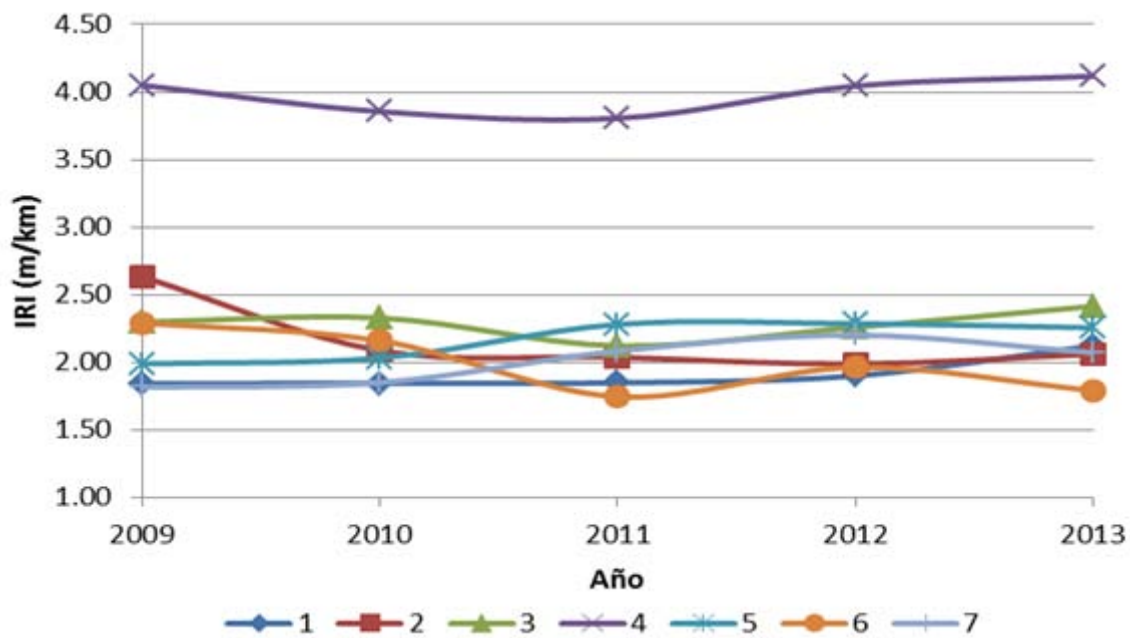


Figura 3.8 Índice de Rugosidad Internacional, Sentido A

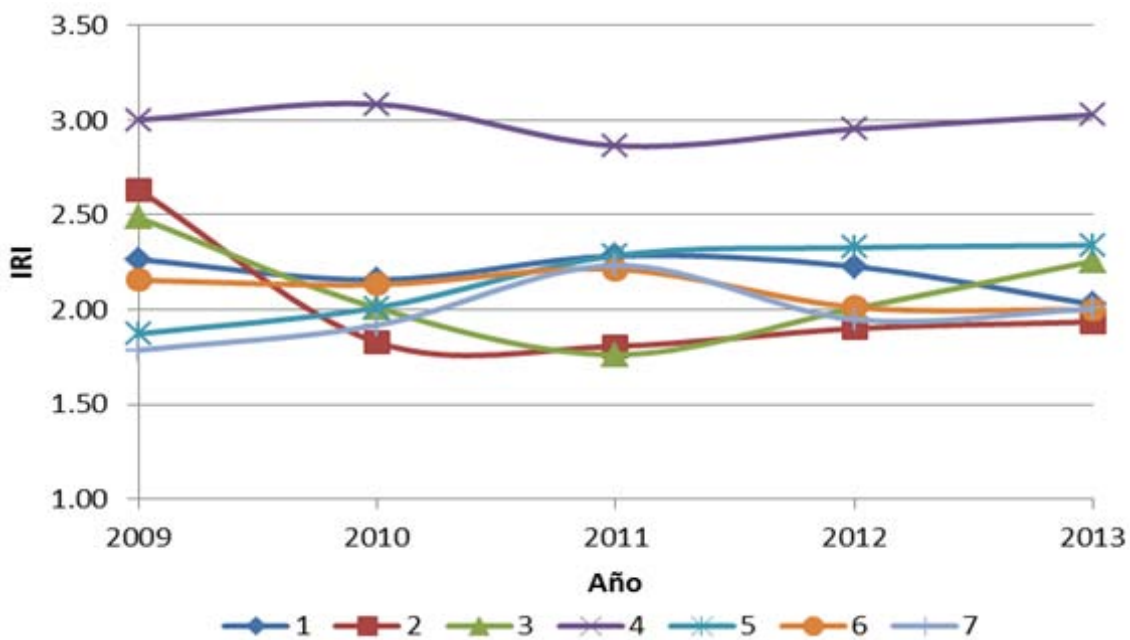


Figura 3.9 Índice de Rugosidad Internacional, Sentido B

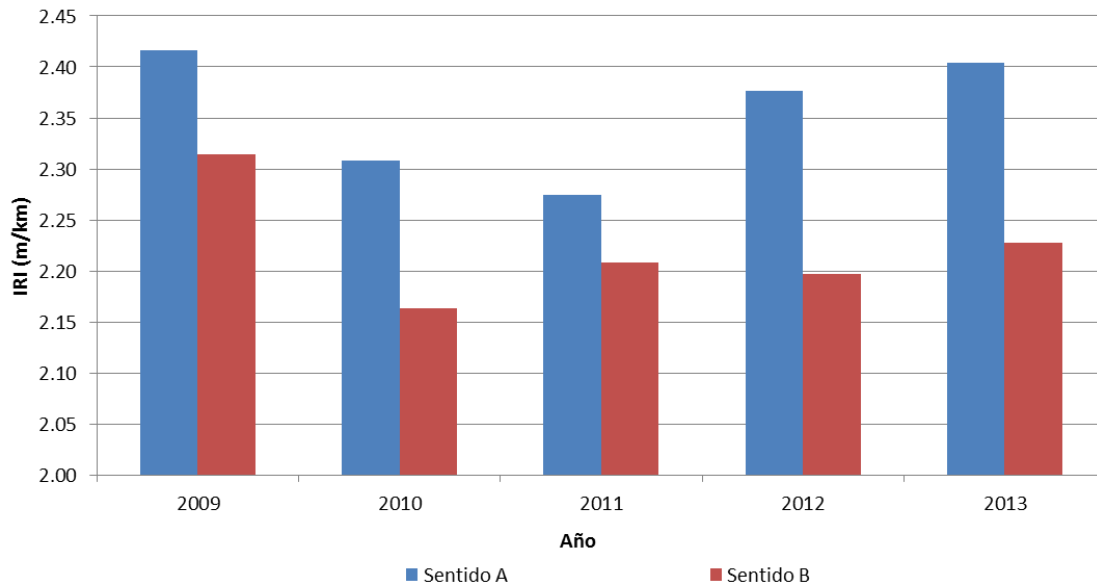


Figura 3.10 Comparativa del Índice de Rugosidad Internacional promedio, ambos sentidos

Los valores de IRI mostrados en los tramos homogéneos, en general, presentan un valor menor a tres, por lo que es posible afirmar que casi todos los segmentos cuentan con un estado físico del pavimento bueno, a excepción del tramo número cuatro (T. Izq. San Luis de La Paz-Lím. Edos. Gto./S.L.P.) del Sentido A, donde el estado del pavimento se considera aceptable debido a que muestra un valor de IRI mayor a tres. Lo anterior puede observarse de manera gráfica en la Figura 3.8 y la Figura 3.9. Así pues, la Figura 3.10 indica que el tramo en estudio, para ambos sentidos, posee un estado del pavimento bueno, debido a que el valor promedio para todo el tramo se encuentra por debajo de tres.

Con el objetivo de comparar el estado del pavimento con el flujo vehicular que circula por la carretera, se utiliza el valor del IRI para ser contrastado con los vehículos-kilómetro previamente calculados. En general la condición del pavimento es calificada como buena ya que el valor del IRI es menor a 3 para ambos sentidos de circulación a pesar de que los vehículos-kilómetro han ido en aumento con respecto al tiempo. La Figura 3.11 y 3.12 muestran la comparativa anteriormente descrita. Puede observarse que el incremento en el flujo vehicular no propicia daños en el pavimento tan importantes como para alterar la condición de la superficie de rodadura, sin embargo, para complementar lo anterior, es necesario tomar en cuenta los trabajos de conservación del tramo en estudio.

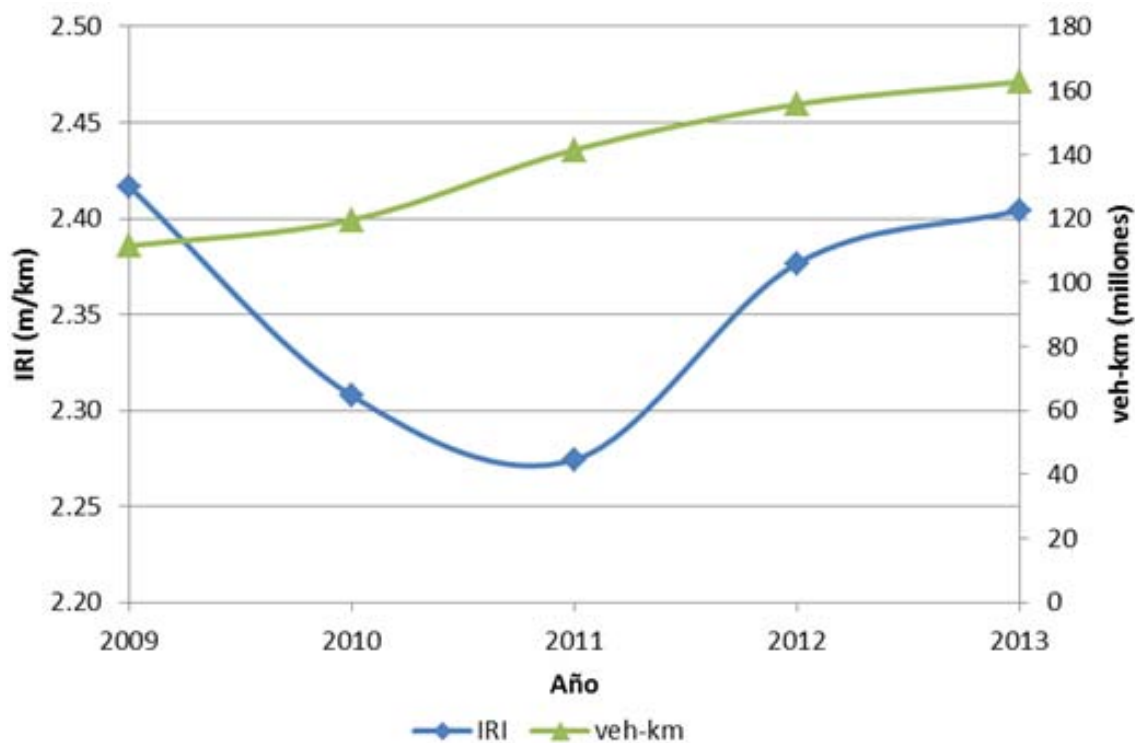


Figura 3.11 Comparativa IRI contra Veh-Km, Sentido A

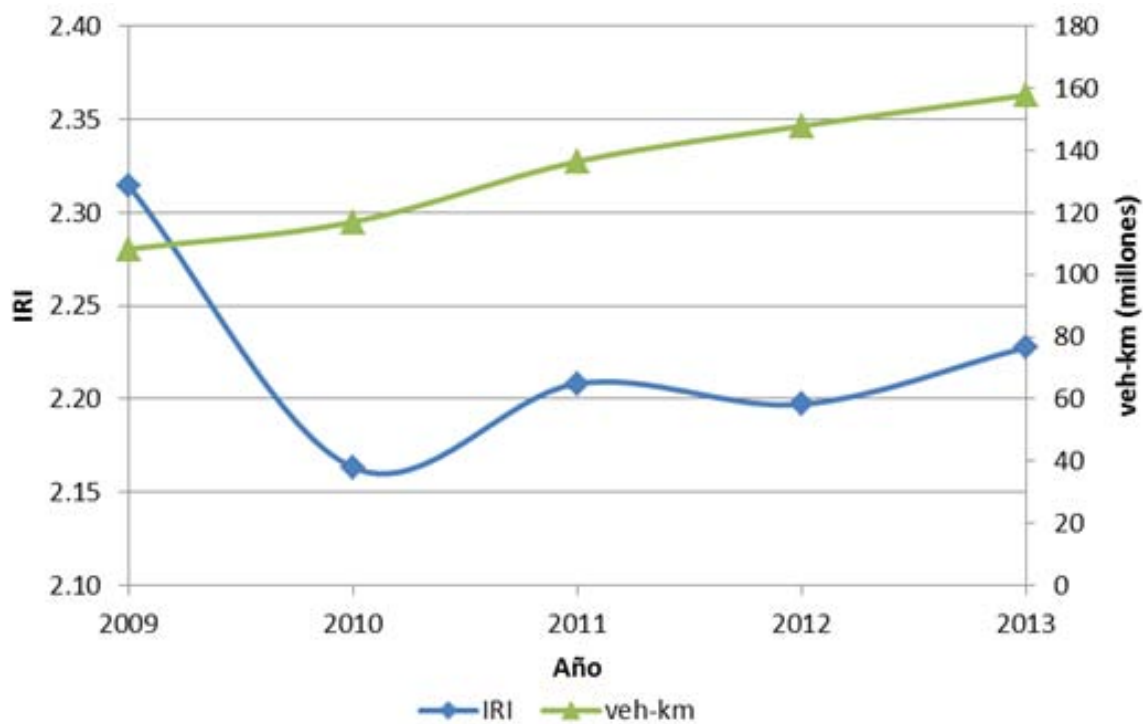


Figura 3.12 Comparativa IRI contra Veh-Km, Sentido B

A lo largo de este capítulo se presentó la información referente a las condiciones de operación y estadísticas de seguridad del tramo en estudio, en los capítulos subsecuentes se presenta la información referente a la Auditoría de Seguridad Vial hecha al tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí.

4 Auditoría de Seguridad Vial del tramo Querétaro–San Luis Potosí

“Una Auditoría de Seguridad Vial es un examen formal de un proyecto vial, de tránsito, existente o futuro, o de cualquier proyecto que tenga influencia sobre una vía, en donde un equipo de profesionales calificado e independiente informa sobre el riesgo de ocurrencia de accidentes y del comportamiento del proyecto desde la perspectiva de la seguridad vial (AUSTROADS 2002)” [19].

La finalidad de una Auditoría de Seguridad Vial (ASV) es evaluar y comprobar que una vía cumple con el propósito para el cual se diseñó, proporcionando seguridad a todos los tipos de usuarios que por ella transitan. Las ASV se pueden realizar en cualquier etapa del proyecto (Planeación, Diseño, Construcción, Pre-apertura y Post-apertura), siendo más eficiente la realización de las mismas en las primeras etapas ya que en una carretera construida y en operación la mitigación es más costosa. En aquellas ASV realizadas a proyectos en operación, es fundamental observar el comportamiento de todos los usuarios en la vía para verificar si las condiciones de seguridad son apropiadas o deben mejorarse.

Algunos de los beneficios de las ASV incluyen:

- Disminución de los costos totales debido a la reducción de accidentes.
- Menores costos de modificación de la vía.
- Realce de una cultura de seguridad vial que permite una mayor consideración de los usuarios vulnerables de la vía.
- Genera un mayor entendimiento y documentación de la ingeniería en seguridad vial.

Para el caso de estudio, el tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí ya se encuentra en operación, siendo fundamental verificar las condiciones de seguridad para todos los usuarios de la vía. A continuación, se describe el proceso general para llevar a cabo una ASV.

El primer paso para la realización de una ASV es la selección del equipo auditor, para el caso del tramo en estudio que se encuentra actualmente en operación, se recomienda que el equipo esté conformado por especialistas en seguridad vial que tengan conocimientos en diseño geométrico, reconstrucción e investigación de accidentes, factor humano y gestión del tránsito, entre otros.

El segundo paso consiste en recopilar la información del proyecto, esta información permitirá desarrollar un diagnóstico del proyecto a auditar y definir el procedimiento a aplicar para la realización de la ASV. Para el caso de estudio del tramo Querétaro-San Luis Potosí se requieren los siguientes antecedentes:

- 1) Flujos de todos los usuarios de la vía
- 2) Información de accidentes
- 3) Informes de auditorías o estudios de seguridad anteriores
- 4) Planos de construcción

El tercer paso es llevar a cabo la Auditoría de Seguridad Vial, cuyo proceso se presenta en la Figura 4.1.

DESARROLLO DE LA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL
ANÁLISIS DE INFORMACIÓN
INSPECCIONES EN TERRENO
IDENTIFICACIÓN DE PROBLEMAS DE SEGURIDAD VIAL
PROPOSICIÓN DE ALTERNATIVAS DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN
ELABORACIÓN DEL INFORME FINAL

Figura 4.1 Desarrollo de la Auditoría de Seguridad Vial [19]

Para este paso se debe analizar toda la información pertinente, como los informes de accidentes, con el fin de identificar las áreas con potenciales problemas de seguridad, poniendo especial atención en las mismas durante la inspección en terreno, con lo cual se identificarán los problemas de seguridad vial presentes en el tramo en estudio, siendo posible de esta forma proponer medidas de mitigación.

A continuación se presentan todos los detalles de la Auditoría de Seguridad Vial hecha al tramo Querétaro-San Luis Potosí.

4.1 Términos de referencia

Como se mencionó en capítulos anteriores, la ASV realizada al tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí se basa en los resultados obtenidos a partir de la evaluación del tramo con la metodología iRAP. Analizando las medidas de mejoramiento propuestas por iRAP, es que se decide hacer una ASV, con el fin de evaluar las condiciones del tramo y generar recomendaciones para mejorar la seguridad vial del mismo, comparando las recomendaciones resultado de la evaluación iRAP con los hallazgos de la ASV.

4.2 Equipo auditor

Para la ASV del Tramo Querétaro-San Luis Potosí se eligió un equipo especializado en seguridad vial, siendo el personal de la Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte del Instituto Mexicano del Transporte los responsables de llevar a cabo dicha ASV.

El equipo responsable de llevar a cabo la ASV está conformado por ocho personas, todas ellas con gran experiencia en la seguridad vial, siendo especialistas en vías terrestres, factor humano y tránsito.

Para el desarrollo de la ASV del tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí se conformaron tres grupos, mismos que analizaron, desde el punto de vista de la seguridad vial, las diferentes características de la vía y su entorno.

4.3 Análisis de la información

En el capítulo tres se presenta la información más importante del tramo, entre la que destaca el análisis de accidentalidad a lo largo de los últimos 5 años (2009-2013) con datos en los que se observa una disminución en la accidentalidad desde el año 2009, exceptuando el año 2010, durante el cual aumenta considerablemente la cantidad de accidentes reportados en el tramo en estudio.

Al observar el comportamiento de los índices de accidentalidad, mortalidad y morbilidad reportados en el tramo en estudio, se observa una tendencia a la baja, siendo importante destacar que el número de accidentes con víctimas representa cerca del 50% del total de accidentes, lo cual indica una alta probabilidad de sufrir una lesión grave al estar involucrado en un accidente de tránsito dentro de esta carretera. De acuerdo a las estadísticas publicadas por el IMT [12] los índices de esta carretera se encuentran por encima de la media nacional, salvo el índice de mortalidad, hecho que hace evidente la severidad del problema de seguridad vial, el cual deberá solventarse, especialmente atendiendo la severidad de las lesiones ocurridas tras los accidentes, misma que puede ser disminuida en gran parte a través del mejoramiento de la infraestructura vial.

Respeto al análisis de la operación del tramo carretero en estudio, se puede concluir que en general la condición del pavimento es buena ya que el valor del IRI es menor a tres para ambos sentidos de circulación a pesar de que los vehículos-kilómetro han ido en aumento con respecto al tiempo. Se observa que el incremento en el flujo vehicular no propicia daños en el pavimento tan importantes como para alterar la condición de la superficie de rodamiento, sin embargo, es necesario tomar en cuenta los trabajos de conservación del tramo en estudio.

4.4 Inspección en terreno

La realización de la inspección en terreno provee al equipo auditor un conocimiento de las condiciones existentes de la vía, en el que se incluye la

evaluación de la señalización, iluminación, demarcaciones, delineación y de las características geométricas, entre otras. El objetivo es identificar los problemas que puedan afectar la percepción de los usuarios de la vía o restringir la visibilidad.

Para el estudio del tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí se realizó un levantamiento fotográfico documentando las características de la carretera cada 20m para cada sentido y es a partir de dicho levantamiento fotográfico que se llevó a cabo el trabajo de gabinete, auditando las características más importantes para la seguridad vial del tramo, mismas que se enlistan a continuación: barreras laterales y centrales, zonas laterales, señalamiento horizontal y vertical, bandas alertadoras, ancho de acotamiento, alumbrado (en tramos carreteros, en cruces peatonales y en intersecciones), infraestructura para protección de peatones (puentes peatonales y vallas para contener peatones), infraestructura para disminuir velocidad, accesos irregulares y carriles auxiliares.

La revisión de dichas características se llevó a cabo en paralelo, distribuyendo la revisión a los tres grupos de trabajo creados, el primer grupo auditó las barreras y zonas laterales, el segundo grupo el señalamiento horizontal y vertical y el ancho de acotamiento y el tercer equipo las características restantes. A continuación se presenta la identificación de los problemas más comunes encontrados en el tramo en estudio y más adelante se presenta el detalle con las deficiencias específicas detectadas.

4.5 Resultados generales de la Auditoría de Seguridad Vial del tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí

Aquellos factores de la vía que intervienen en la seguridad de los usuarios en el tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí se describen a continuación, separándolos en ocho secciones, mismas que corresponden a los hallazgos detectados por cada grupo de trabajo al revisar las características descritas anteriormente.

4.5.1 Zonas laterales

Dentro de la Auditoría de Seguridad Vial, las zonas laterales son inspeccionadas para verificar que éstas se encuentren despejadas, esto es, que se cuente con zonas laterales que son superables por los vehículos, en las cuales al salir éste de la vía pueda recuperarse, es decir, es necesario que dentro de los próximos 10 metros de la zona lateral a la carretera no haya presencia de pared vertical peligrosa, corte con pendiente ascendente, cuneta profunda, terraplén, precipicio, estructura o puentes rígidos, barrera de seguridad con punta no protegida, rocas grandes de 20 cm o más 20 cm de alto y árbol, poste o señal con diámetro mayor o igual a 10 cm, por mencionar algunos peligros. Para los casos en los que se encontró algo de lo mencionado con anterioridad, es decir, puntos duros, árboles,

postes, entre otras cosas, se efectuaron propuestas de medidas de mejoramiento concretas que permitieran que la carretera no fuera riesgosa, es decir, se propuso remover los peligros o proteger a los usuarios de ellos de tal manera que se incrementara la seguridad de la vía, inclusive en caso de que ya existieran dispositivos de seguridad en el tramo, fueron evaluados para determinar si eran adecuados para proteger a los usuarios, si estaban colocados donde eran necesarios y además, dentro de lo observado en las fotografías, se verificó que hubieran sido instalados adecuadamente. Además de lo anterior, es importante revisar el drenaje que se encuentra al borde de la vía en las zonas laterales, ya que éste debe de poder ser atravesado de forma segura por los vehículos en caso de que se registrara una salida del camino. A continuación, a través de una serie de figuras, se ilustran las principales deficiencias que fueron localizadas en el tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí, en lo que se refiere a zonas laterales.

4.5.1.1 Objetos en zonas laterales y la faja separadora central

Se detectó un poste con diámetro mayor a 10 cm a 1 m del arroyo vial que corresponde a una señal elevada tipo bandera, el cual representa un peligro en caso de que un vehículo por alguna determinada razón lo impactara. La Figura 4.2 muestra lo descrito anteriormente.



Figura 4.2 Señal tipo bandera que representa un peligro en la vía

Se detectó un poste con diámetro mayor a 10 cm a menos de 5 m del arroyo vial que corresponde a un poste de SOS, tal como se muestra en la Figura 4.3. Este poste representa un peligro en caso de que un vehículo por alguna determinada razón lo impactara.



Figura 4.3 Poste SOS que representa un peligro en la vía

En la zona urbana de San Luis Potosí se registraron tanto en el Sentido A como en el B, luminarias ubicadas muy cerca a la orilla del carril derecho, las cuales afectan seriamente la seguridad de la vía, ya que si un vehículo perdiera el control y se saliera del camino se podría impactar contra el poste de la luminaria y desencadenar consecuencias fatales. La Figura 4.4 muestra un poste con diámetro mayor a 10 cm que corresponde a una luminaria cercana al carril derecho.



Figura 4.4 Poste de luminaria que representa un peligro en la vía

A lo largo de todo el tramo fueron localizados dentro de los 10 m a los lados de la vía varios árboles con diámetros mayores a 10 cm, los cuales representan un peligro en caso de que un vehículo llegara a impactarse con ellos. Un ejemplo de

lo anterior es mostrado en la Figura 4.5, en la que se observa la presencia de varios árboles que resultan peligrosos por el lugar en el que están ubicados.



Figura 4.5 Árboles que representa un peligro en la vía

A lo largo del tramo carretero se localizaron algunos paraderos en los que se encuentran tanques de agua hechos de mampostería que están mal ubicados y que representan un peligro, ya que el impacto que se puede generar entre un vehículo que salga de la vía y el tanque puede ser severo. La Figura 4.6 muestra uno de estos tanques de mampostería mal ubicado.



Figura 4.6 Tanque de mampostería mal ubicado que afecta la seguridad de la vía

4.5.1.2 Accesos irregulares

Los accesos irregulares se tratan con detalle en el apartado 4.5.9, sin embargo dentro de la inspección de las zonas laterales se hicieron hallazgos referentes a este punto. La Figura 4.7 muestra un acceso no autorizado, el cual funciona como incorporación a la vía proveniente de un acceso privado, siendo evidente la peligrosidad del mismo por encontrarse en un tramo en curva, por lo que pudiera

no tener una buena distancia de visibilidad para que se incorpore un vehículo, además de incrementarse el riesgo por el hecho de que es una incorporación que no cuenta con la infraestructura adecuada para el correcto funcionamiento de la misma.



Figura 4.7 Acceso que representa un peligro en la vía

4.5.1.3 Obras de drenaje

El tramo cuenta con sus respectivas obras de drenaje, como cunetas y alcantarillas, en la auditoría fueron registradas algunas cunetas cuya sección transversal resulta ser peligrosa, así como un alto número de boquillas de drenaje que representan un peligro para los vehículos que transitan por la vía, ya que básicamente algunas alcantarillas cuentan con un cabezal que representa un obstáculo para un vehículo que abandone la vía, y otras tienen directamente la salida del drenaje, lo cual resulta bastante peligroso, ya que al salirse un vehículo de la vía, se encuentra con un desnivel que se forma en la salida de la alcantarilla que da lugar a un talud que hace que el vehículo no pueda recuperarse y regresar a su circulación por la vía. La Figura 4.8 muestra una boquilla de drenaje inadecuada que vuelve a la vía peligrosa si un vehículo abandonara la vía en este punto.



Figura 4.8 Boquilla de drenaje que representa un peligro

La Figura 4.9 muestra una cuneta que por su profundidad y talud puede ocasionar la volcadura de un vehículo que se salga del camino.



Figura 4.9 Presencia de cuneta profunda en el tramo carretero

4.5.2 Barreras

Para el caso de las barreras de contención, se revisó que éstas contaran con la longitud, altura y terminación adecuada, conexión en caso de ser necesario, el empalme de las láminas fuera el correcto, que contaran con los postes y separadores necesarios así como con un espaciado adecuado entre postes, que no estuvieran impactadas y que tuvieran el espacio adecuado para desarrollar su ancho de trabajo.

Haciendo referencia a las barreras, las principales deficiencias se describen a continuación y se presenta una imagen a manera de ejemplo.

Fueron detectadas diversas bifurcaciones de la vía las cuales no contaban con dispositivos de amortiguamiento adecuados, ya que las secciones extremas en el caso de bifurcaciones deben ser secciones de amortiguamiento, de tal manera que cuando un vehículo se aproxima al extremo de la barrera, pueda impactarse de frente en la sección de amortiguamiento. La Figura 4.10 muestra una bifurcación en la vía con falta de dispositivo de amortiguamiento, la cual al no contar con los dispositivos adecuados, ocasionará que en caso de que los usuarios de la vía tuvieran un accidente en este punto se vea aumentada la severidad de éste.

Hubo varias observaciones en cuanto a la falta de conexión entre barreras, además de la falta de transición de un sistema semirígido a un rígido o viceversa, tal como se muestra en la Figura 4.11, en la cual se observa la falta de transición y conexión entre la barrera metálica y el parapeto de concreto del puente vehicular.



Figura 4.10 Bifurcación de la vía con falta de dispositivo de amortiguamiento



Figura 4.11 Falta de transición y conexión entre la barrera metálica y el parapeto de concreto del puente vehicular

Para asegurar el correcto y seguro funcionamiento de cada barrera, se deben diseñar con dos secciones extremas, una al inicio y otra al final de cada tramo de barrera según sea necesario. Durante esta auditoría de seguridad vial fueron detectadas varias barreras tanto metálicas como de concreto con falta de terminales adecuadas. La Figura 4.12 muestra una barrera metálica con una terminal conocida como “cola de pato” o de “pescado”, la cual es altamente peligrosa si alguno de los usuarios de la vía llegara a impactarse en este punto.



Figura 4.12 Presencia de barrera metálica con terminación peligrosa

Otro de los hallazgos encontrados durante la realización de la auditoría de seguridad vial fueron barreras que se encuentran impactadas y que ya no brindan la misma función por la que fueron instaladas. La Figura 4.13 muestra la presencia de una barrera metálica de triple onda que ha sido impactada.



Figura 4.13 Presencia de barrera metálica impactada

Fueron ubicadas durante la auditoría de seguridad vial diversas barreras metálicas instaladas que presentaban la falta de postes y/o separadores. La Figura 4.14 muestra la falta de poste y separador para una barrera metálica que se encuentra instalada.



Figura 4.14 Falta de poste y separador en barrera metálica instalada

Se detectaron barreras metálicas instaladas que no tienen el espacio suficiente para que se desarrolle su ancho de trabajo en caso de un impacto, esto quiere decir que no cumplen con su función. La Figura 4.15 muestra una sección de la barrera en la cual, se ubica un poste muy cercano a la misma originando que no se cuente con el espacio suficiente para que se desarrolle el ancho de trabajo que se requiere para el adecuado funcionamiento de la barrera.



Figura 4.15 Presencia de barrera con ancho de trabajo insuficiente

4.5.3 Señalamiento horizontal y vertical y dispositivos de seguridad

Un sistema vial se desarrolla para satisfacer la necesidad de comunicación de la población y uno de los componentes de dicho sistema es el relativo a la señalización y a los dispositivos de seguridad.

El objetivo de las señales horizontales y verticales y de los dispositivos de seguridad que se colocan en una vía es proporcionar información suficiente al usuario de forma que llegue a su destino y que realice un trayecto seguro, esto se logra mediante la colocación de diversas señales y marcas que orientan al usuario sobre el lugar donde se encuentra y la forma de llegar a su destino, informando y advirtiendo también de las condiciones prevalecientes del trayecto, además de fomentar la seguridad de todos los usuarios [20].

En la ASV es importante revisar los elementos que forman parte de la señalización y dispositivos de seguridad debido a la importancia que tienen al momento de indicar la geometría de la vía de forma que el usuario la identifique correctamente. Para el tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí, la ASV se enfocó la revisión de las señales verticales, las señales horizontales y las bandas alertadoras, como parte de los dispositivos de seguridad colocados en el tramo.

A continuación a través de una serie de figuras se ilustran las principales deficiencias que fueron localizadas en el tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí respecto al señalamiento y los dispositivos de seguridad.

4.5.3.1 Falta de señalamiento vertical

Se detectó la ausencia de señalamiento vertical en algunas zonas, de los faltantes más importantes destacan las señales de incorporación del tránsito (SP-17), cuya ausencia incrementa el riesgo de choque lateral debido a que los conductores que circulan por la vía principal no advierten la presencia de una incorporación del tránsito por el lado derecho (véase Figura 4.16). Otra señal faltante que es importante mencionar, es la señal OD-5 “Indicador de Obstáculo”, cuya ausencia puede ocasionar accidentes ya que en condiciones nocturnas los conductores no podrán notar la presencia del peligro en la zona lateral en los objetos encontrados al costado del camino, tales como postes de otras señales verticales, por ejemplo las tipo bandera (véase Figura 4.17).



Figura 4.16 Ausencia de señal de incorporación del tránsito SP-17



Figura 4.17 Ausencia de señal indicadora de obstáculo OD-5 en el poste de señal bandera SID-13 de “Retorno”

4.5.3.2 Marcas horizontales deficientes o en mal estado

Otro problema presente en el tramo en estudio es la falta de conservación de las marcas horizontales, hecho que puede ocasionar la mala interpretación del alineamiento horizontal por parte de los conductores, siendo más peligroso en horario nocturno, ejemplos de lo anterior se muestran en las Figuras 4.18 a 4.20.



Figura 4.18 Falta de conservación de las marcas horizontales

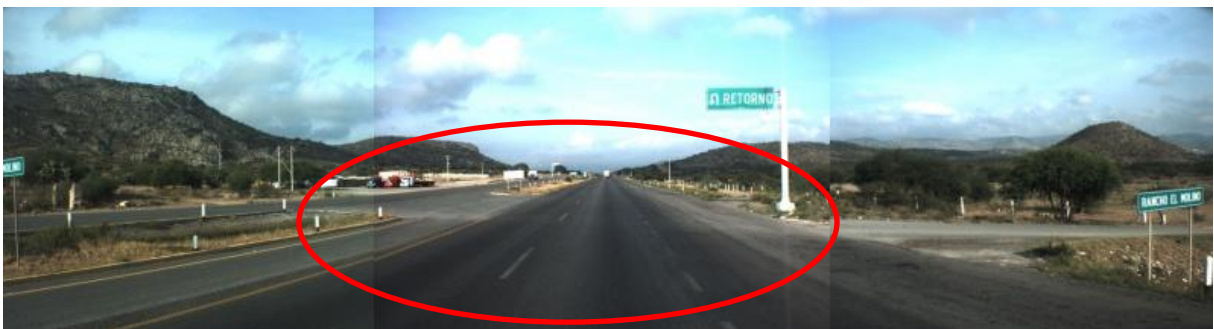


Figura 4.19 Falta de conservación de las marcas horizontales



Figura 4.20 Falta de conservación de las marcas horizontales

4.5.3.3 Bandas alertadoras

Las bandas alertadoras se clasifican como un dispositivo de seguridad ya que proporcionan una alerta vibratoria y sonora a aquellos conductores que se salen del camino, evitando de esta forma la pérdida de control del vehículo o la colisión contra objetos u otros usuarios de la vía. En la ASV hecha de los dispositivos de seguridad con que cuenta el tramo carretero en estudio, se observó si se cuenta con bandas alertadoras en el extremo derecho, así como si están ubicadas correctamente. En la Figura 4.21 se muestra un ejemplo en el que la banda alertadora está bien colocada y que cumple con las especificaciones técnicas necesarias para su buen funcionamiento, como su ubicación en el acotamiento en relación con la orilla de la calzada. Adicionalmente, en las Figuras 4.22 y 4.23 se presentan ejemplos de zonas en las que no deben colocarse bandas alertadoras, tales como en incorporaciones o en zonas urbanas.



Figura 4.21 Ubicación correcta de las bandas alertadoras



Figura 4.22 Las incorporaciones y salidas de la vía principal son ubicaciones incorrectas para la colocación de bandas alertadoras



Figura 4.23 Las zonas urbanas y paradas de autobús son ubicaciones incorrectas para la colocación de bandas alertadoras

4.5.4 Acotamientos

Los acotamientos son un espacio libre de obstáculos a los lados de la vía, mismo que proporciona un incremento en la seguridad por ser un espacio que permite una mayor distancia de visibilidad y que puede proporcionar un espacio suficiente para que el vehículo regrese con seguridad al carril de tránsito en el caso de una pérdida del control. Adicionalmente sobre este espacio se colocan algunos dispositivos de seguridad tales como las bandas alertadoras que, como su nombre lo dice, alertan a los conductores que abandonan el carril de tránsito.

Para la ASV se revisó que la carretera contara con acotamiento a lo largo del tramo en estudio, donde hubiera acotamiento se observó si éste está pavimentado y si el ancho del mismo es mayor o menor a un metro, que es el ancho mínimo de seguridad recomendado por iRAP. A continuación se presentan algunas imágenes mostrando la principal problemática presente en el tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí, en lo que se refiere a acotamientos.

La Figura 4.24 muestra una zona en la que la anchura del acotamiento interno es escasa o nula, pudiendo esto incrementar la severidad de los accidentes al no tenerse el espacio suficiente para que un vehículo se incorpore o regrese al carril de tránsito en caso de colisión.



Figura 4.24 Escasa o nula anchura de acotamiento interno

En la Figura 4.25 se presenta una zona en la que no existe acotamiento externo y el bordillo se ubica muy cerca del arroyo vehicular, hecho que incrementa el riesgo ya que el bordillo puede considerarse como un obstáculo.



Figura 4.25 Acotamiento externo inexistente y bordillo ubicado muy cerca del arroyo vehicular

4.5.5 Alumbrado

El alumbrado es una fuente de luz, frecuentemente colocada sobre columnas de lámparas o postes, ya sea al costado del camino o en la faja separadora central y su objetivo es proporcionar iluminación de forma que sean visibles otros usuarios de la vía desde peatones y ciclistas hasta otros conductores de vehículos.

En la ASV realizada al tramo carretero se revisaron tres tipos de iluminación: 1) Alumbrado en tramo carretero, cuyo objetivo es que sean visibles los usuarios que transitan paralelamente a la vía ya sea en zonas de paradas de autobús o en pequeñas poblaciones a los costados de la vía; 2) Alumbrado en cruce peatonal, mismo en el que se busca proporcionar mayor seguridad a los peatones que cruzan la vía, y 3) Alumbrado en intersecciones, cuyo objetivo es verificar que se tiene una buena iluminación en las intersecciones incrementando de esta forma la seguridad al poderse observar claramente si hay algún vehículo atravesando o incorporándose a la vía principal. En las Figuras 4.26 a 4.28 se presenta un ejemplo de las deficiencias encontradas en el tramo en estudio.

En la Figura 4.26 se observa que se tiene una zona habitacional y comercial del lado derecho de la vía pero no se cuenta con iluminación de forma que los peatones y ciclistas que transitan paralelamente a la vía sean visibles para los vehículos que transitan por la vía principal, aumentando el riesgo de atropello en horario nocturno.



Figura 4.26 Falta de iluminación en tramo carretero

En la Figura 4.27 se observa la falta de iluminación en un cruce peatonal a desnivel (puente peatonal) misma que puede ocasionar una percepción de inseguridad en los peatones provocando el cruce a nivel y a su vez aumentando el riesgo de atropellamiento.



Figura 4.27 Falta de iluminación en cruce peatonal a desnivel

Finalmente, en la Figura 4.28 se observa una intersección sin iluminación, hecho que incrementa el riesgo de colisión por la falta de visibilidad de vehículos atravesando o incorporándose a la vía principal.



Figura 4.28 Falta de iluminación en intersección

4.5.6 Infraestructura para peatones

Existen caminos en los que es necesario proporcionar pasos a desnivel para peatones, estos pueden ser inferiores o superiores. Por lo general es preferible diseñar los pasos para peatones de forma que los vehículos pasen por debajo y los peatones por arriba, ya que en los pasos superiores los peatones tienen que pasar por debajo de la carretera, a través de subterráneos que pueden llegar a infundir temor por la falta de iluminación. En los pasos inferiores (el peatón por arriba del automóvil) el desnivel es mayor que en los pasos superiores, originando que los peatones por comodidad no quieran subir la rampa o escalera, de forma que se atraviesan la vía a nivel, por lo que se recomienda o muchas veces es necesario la colocación de mallas o vallas de alambre para restringir el paso de los peatones, obligándolos a utilizar el paso a desnivel [21].

Al realizar la ASV se observó que en su mayoría el tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí tiene un límite de velocidad de 100 km/h por lo que es vital revisar los cruces peatonales y evitar que se realicen a nivel debido al alto índice de mortalidad que se llega a reportar en atropellamiento a esa velocidad. A continuación se presenta el detalle de los principales hallazgos.

En la Figura 4.29 se presenta un ejemplo de infraestructura inexistente para el cruce seguro de peatones, en la imagen se puede observar un cruce improvisado de peatones en el que se ha desprendido una parte de la barrera central para permitir el paso de peatones, adicionalmente se asume que el flujo peatonal en la zona es alto debido a la vereda marcada sobre la faja separadora central. En este caso, se incrementa el riesgo de atropellamiento por tratarse de un cruce peatonal a nivel que no está señalizado y se encuentra sobre una vía de alta velocidad.



Figura 4.29 Infraestructura inexistente para cruce seguro de peatones

Otro ejemplo es el que se presenta en la Figura 4.30, en la que se observa un cruce deficiente para peatones. En la faja separadora central se observa que cuenta con infraestructura (banqueta y escalinata) para peatones pero, de igual forma que en el caso anterior, el riesgo de atropellamiento se incrementa debido a que el cruce de peatones se realiza al mismo nivel que el flujo vehicular y se trata de una vía de alta velocidad.

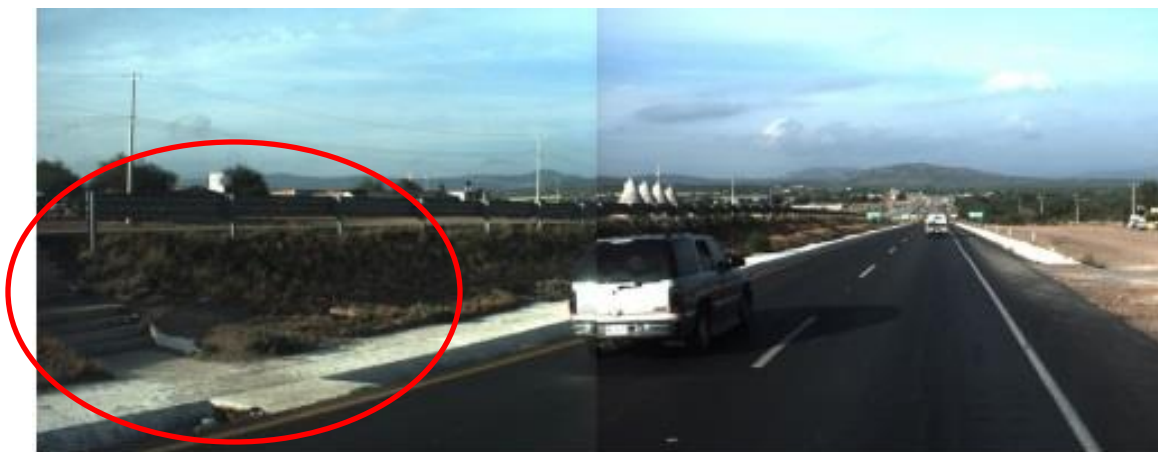


Figura 4.30 Infraestructura deficiente para el cruce seguro de peatones

Adicionalmente, al llevar a cabo la ASV se detectaron zonas en las que es conveniente la colocación de cruces peatonales a desnivel debido a las zonas comerciales, habitacionales e industriales que generan un alto flujo de personas en la zona, hecho que incrementa el riesgo de atropellamientos por el cruce de peatones a nivel en una vía de alta velocidad. Un ejemplo de lo anterior se presenta en la Figura 4.31 en la que se muestra una zona comercial del lado derecho de la vía, con presencia de peatones.



Figura 4.31 Cruce de peatones a nivel debido a zona comercial

En la ASV se revisaron los cruces peatonales a desnivel existentes (puentes peatonales) detectando zonas en la que los peatones no utilizan la infraestructura diseñada para su seguridad, atravesando la vía al mismo nivel que el flujo vehicular, representando esto un alto riesgo de atropellamientos por la interacción de usuarios a nivel, además de que el conductor de vehículo circula a mayor velocidad y no espera encontrar peatones cruzando la vía debido a la existencia del puente peatonal. Esta situación se puede evitar o mitigar con la instalación de vallas o cercas que obligue al peatón a utilizar la infraestructura existente especialmente diseñada para preservar su seguridad. Es por esta razón que se revisaron y detectaron las zonas aledañas a los puentes peatonales que no cuentan con vallas o cercas para peatones (véase Figura 4.32).

4.5.7 Zonas escolares

Las zonas escolares son áreas en la cercanía de escuelas y otros centros educativos donde hay altas concentraciones de niños y jóvenes peatones. Es recomendable que las zonas escolares tengan límites de velocidad reducidos.



Figura 4.32 Cruce de peatones a nivel en puente peatonal

Es fundamental que las zonas escolares cuenten con un apropiado señalamiento y demarcación para advertir a los conductores de la presencia de usuarios vulnerables como niños y jóvenes peatones y ciclistas.

Durante la ASV realizada al tramo Querétaro-San Luis Potosí se detectaron zonas escolares sin protección, es decir, se detectó falta de señalización y dispositivos de alerta de zona escolar, incrementándose el riesgo de atropellamiento por alta concentración de peatones a los costados de la vía, es importante señalar que dicho riesgo se incrementa aún más por tratarse de una vía de alta velocidad (límite de velocidad de 100 km/h).

En la Figura 4.33 se muestra una zona escolar en la que faltan dispositivos de alerta y se detectó que no se cumple con la cantidad ni con la distancia de las señales que se deben colocar para alertar de una zona escolar de acuerdo a la NOM-034-SCT2-2011, "Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas" (NOM-034) [22]. Este hecho incrementa el riesgo de atropellamiento ya que no se les advierte con tiempo a los conductores de la presencia de peatones en las zonas laterales del camino ocasionando que no reduzcan su velocidad.



Figura 4.33 Señalización deficiente y falta de dispositivos de alerta de zona escolar

4.5.8 Infraestructura para disminuir velocidad

Este tipo de infraestructura se utiliza en carreteras y vialidades urbanas, generalmente en los pasos a nivel de peatones, cruces a nivel con vías férreas, en zonas escolares o cualquier otro sitio donde se requiera disminuir la velocidad de los vehículos con el fin de reducir el riesgo de atropellamiento por el alto flujo peatonal presente en la zona [20].

Durante la ASV se detectaron zonas escolares y cruces peatonales en tramos carreteros cuyo límite de velocidad es de 100 km/h, que no cuentan con infraestructura para disminuir la velocidad.

En la Figura 4.34 se muestra una zona escolar que no cuenta con dispositivos para disminuir la velocidad y que, adicionalmente, no cuenta con la señalización y dispositivos de alerta de zona escolar estipulados en la NOM-034 [22] incrementándose el riesgo de atropellamiento de los peatones a los costados de la vía debido a la alta velocidad de circulación y a la falta de advertencia a los conductores.



Figura 4.34 Zona escolar en tramo de alta velocidad sin infraestructura para disminuir velocidad y sin señalamiento

4.5.9 Carriles auxiliares y accesos irregulares

Se llaman carriles auxiliares o de cambio de velocidad a aquellos carriles que se añaden a la sección normal de una calzada con el objetivo de proporcionar a los vehículos el espacio suficiente para maniobrar. Los carriles auxiliares pueden ser de aceleración o de desaceleración [21].

Los carriles de aceleración permiten a los vehículos, que entran a la vía principal, adquirir la velocidad necesaria para incorporarse con seguridad a la corriente de

tránsito de la misma, proporcionando la distancia suficiente para realizar dicha operación sin interrumpir la corriente de tránsito principal.

Los carriles de desaceleración permiten a los vehículos que desean salir de una vía, disminuir su velocidad después de haber abandonado la corriente de tránsito principal.

Debido a la importancia del tramo carretero en estudio, mismo que es de alta velocidad y por el cuál transita un alto volumen vehicular, se requiere que se cuente con carriles auxiliares para modificar la velocidad de los vehículos que se incorporan o dejan la corriente de tránsito principal. Al realizar la ASV se encontró que en muchas ocasiones los carriles auxiliares están en malas condiciones, son de longitud inadecuada, únicamente se tiene un carril auxiliar (ya sea de aceleración o desaceleración) o no se cuenta con carriles auxiliares. Esta situación incrementa el riesgo de colisión debido a la dificultad de la maniobra de incorporación o salida de los vehículos hacia y desde el flujo principal.

Otra problemática que está relacionada con los carriles auxiliares, es la presencia de accesos irregulares, que por su naturaleza incrementan el riesgo de accidentes debido a la incorporación no señalizada y por consiguiente sin carriles auxiliares desde propiedades privadas o terracerías. Incluso se llega a presentar cruce de vehículos a ambos cuerpos de la carretera y vueltas en “U” no permitidas.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de las deficiencias encontradas en los carriles auxiliares y de los tipos de accesos irregulares presentes a lo largo del tramo Querétaro-San Luis Potosí.

En la Figura 4.35 se presenta una zona en la que el pavimento de la superficie de rodamiento del carril auxiliar está en mal estado, incrementando el riesgo de accidente.



Figura 4.35 Mal estado de la superficie del pavimento en carriles auxiliares

La Figura 4.36 ilustra la problemática que se puede generar si el carril de incorporación no tiene la longitud adecuada, originando un incremento en el riesgo de colisión debido a la parada momentánea en el costado de la vía y a la dificultad de la maniobra para la incorporación de los vehículos al flujo principal.



Figura 4.36 Carril de incorporación con longitud inadecuada (muy corto)

Otro problema es la inexistencia de carriles auxiliares, en la Figura 4.37 se muestra una zona de servicios mecánicos del lado derecho de la vía que no cuenta con carril de salida ni con carril de incorporación a la vía principal, incrementando el riesgo de accidentes por la dificultad para incorporarse a la vía.



Figura 4.37 Acceso sin carriles auxiliares

Durante la ASV hecha al tramo Querétaro-San Luis Potosí también se reportan retornos o vueltas en “U” que no cuentan con carriles auxiliares, originando este hecho un alto riesgo de accidentes por tratarse de una incorporación a la vía principal sobre los carriles de alta velocidad. Un ejemplo de esto se presenta en la Figura 4.38.



Figura 4.38 Retorno o vuelta en “U” sin carriles auxiliares

Como ya se mencionó, la falta de carriles auxiliares está asociada con los accesos irregulares, ya que estos últimos nunca cuentan con los carriles de aceleración y desaceleración necesarios para proporcionar la seguridad en la incorporación o salida del flujo principal. A lo largo del tramo auditado se detectaron muchos accesos irregulares que han tomado importancia por tratarse de zonas comerciales, habitaciones e industriales de un tamaño considerable, así como accesos desde propiedades privadas, mismos que generan un incremento en el riesgo de accidentalidad por no contar con carriles auxiliares dificultando la incorporación a la vía. Situación que se observa en las Figuras 4.39 a 4.41.



Figura 4.39 Acceso irregular sin carriles auxiliares



Figura 4.40 Acceso irregular del lado derecho de la vía



Figura 4.41 Accesos irregular desde propiedad privada

También se detectaron accesos irregulares en zonas donde se encuentran retornos oficiales, ocasionando dichos accesos que los vehículos atravesen todos los carriles para incorporarse al otro cuerpo de la vía o atravesar ambos cuerpos, originando un incremento de riesgo de accidentes debido a la incorporación no señalizada y por consiguiente sin carriles auxiliares, presentándose incluso cruce de vehículos y vueltas en «U» no permitidas (véase Figura 4.42).



Figura 4.42 Acceso irregular que genera cruce de vehículos

De igual forma que se detectaron accesos irregulares del lado derecho de la vía, también se encontraron retornos irregulares a lo largo del tramo en estudio, representando estos un mayor riesgo de accidentes debido a la incorporación no señalizada y sin carriles auxiliares en el carril de alta velocidad de la vía principal. En la Figura 4.43 se presenta un ejemplo de retorno irregular y es importante señalar que en este punto también se localiza un accesos irregular del lado derecho de la vía por lo que el riesgo es el doble al no estar señalizados ni contar con carriles auxiliares tanto en el carril de alta como en el de baja pudiendo ocasionar accidentes fatales en ambos lados de la vía.



Figura 4.43 Retorno irregular en la faja separadora central y acceso irregular en lado derecho de la vía

Hasta el momento se han reportado de manera general los principales problemas encontrados al auditar el tramo Querétaro-San Luis Potosí, en el siguiente inciso se proporciona el detalle de los hallazgos.

4.6 Detalle de las deficiencias específicas detectadas en la Auditoría de Seguridad Vial del tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí

La problemática que se detectó en el tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí será descrita de manera particular en 3 partes, correspondientes a cada estado de la república por los que pasa el tramo carretero en estudio. Esto es: la primera parte corresponde a el tramo ubicado en Querétaro, la segunda al tramo ubicado en Guanajuato y la tercera al tramo ubicado en San Luis Potosí.

A continuación se presenta un concentrado de las deficiencias específicas detectadas en la ASV del tramo Querétaro-San Luis Potosí, mismas que se agrupan por ubicación estatal del tramo, por sentido de circulación y por característica estudiada. Producto de la ASV, en el Anexo 1 se presenta el desglose de cada medida de mejoramiento, especificando el kilometraje inicial y final de la deficiencia encontrada, esto para cada sentido de circulación.

4.6.1 Zonas laterales

En las zonas laterales se revisó que no hubiera presencia de objetos que puedan representar un peligro en caso de salida del camino o pérdida de control del vehículo, dichos objetos pueden ser tales como: piedras con altura mayor a los 20 cm; postes cuyo diámetro sea mayor a 10 cm, ya sea de alumbrado, de auxilio (SOS), de señales verticales, entre otros; boquillas de drenaje; árboles con diámetro mayor a 10 cm; entre otros objetos que se pueden encontrar en las zonas laterales del camino. En la Tabla 4.1 se enlistan las principales deficiencias encontradas en la auditoría hecha al tramo, las mismas se presentan por sentido de circulación y seccionadas de acuerdo a la entidad federativa correspondiente (QRO-Querétaro, GTO-Guanajuato y SLP-San Luis Potosí), por las que atraviesa el tramo en estudio.

Tabla 4.1 Objetos detectados durante la ASV en zonas laterales

Objetos en Zona Lateral	QRO	GTO	SLP	Total
Sentido A				
Árboles con diámetro mayor a 10 cm	5	1	12	18
Bifurcaciones de la vía con falta de amortiguadores de impacto	2	17	28	47
Boquilla de drenaje	8	115	69	192
Depósitos de mampostería	0	3	2	5
Falta reparación en muro de mampostería	0	1	0	1
Muro de mampostería	0	0	1	1
Postes con diámetro mayor a 10 cm	18	9	15	42
Presencia de estructuras no abatibles	0	0	1	1
Rocas grandes (con altura igual o mayor a 20 cm)	1	8	5	14
Total Sentido A	34	154	133	321
Sentido B				
Árboles con diámetro mayor a 10 cm	9	61	5	75
Bifurcaciones de la vía con falta de amortiguadores de impacto	2	1	12	15
Boquilla de drenaje	2	118	38	158
Depósitos de mampostería	0	3	0	3
Postes con diámetro mayor a 10 cm	3	4	2	9
Presencia de estructuras no abatibles	0	3	0	3
Rocas grandes (con altura igual o mayor a 20 cm)	0	1	2	3
Total Sentido B	16	191	59	266
TOTAL	50	345	192	587

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 4.1 se hace evidente que la entidad federativa en la que se encontraron más peligros sobre las zonas laterales es en Guanajuato, para ambos sentidos de circulación, seguido por San Luis Potosí. Se observa que el Sentido B es el que presenta la mayor cantidad de objetos en la zona lateral. El objeto peligroso más comúnmente encontrado en las zonas laterales son las boquillas de drenaje, presentes en más de 350 puntos a lo largo de los 196.3 km estudiados. El segundo objeto más común que representa un peligro, son los árboles, siendo importante mencionar que se reportan 93 árboles peligrosos, encontrándose el 65% de los mismos en el Sentido B dentro del estado de Guanajuato. Otro objeto encontrado en las zonas laterales que es importante mencionar, son las bifurcaciones que representan un peligro al no contar con amortiguadores de impacto en las mismas, encontrándose 62 casos (47 de los cuales se reportan en el Sentido A y en su mayoría en el estado de San Luis Potosí).

4.6.2 Barreras

En lo que se refiere a Barreras, la ASV se centró en revisar la continuidad de las mismas, que cuenten con todos los dispositivos de contención asociados tales como terminales, postes a la distancia correcta, espacio suficiente para que permita la deformación de trabajo de la barrera, se detectaron casos en los que la barrera ya fue colisionada pero no se ha reparado, entre otros. Las principales deficiencias encontradas se presentan en la Tabla 4.2, misma que muestra que es el estado de Guanajuato el que presenta mayor cantidad de sitios deficientes en lo que a barreras se refiere.

En la Tabla 4.2 se puede observar que las deficiencias más comunes reportadas en el tramo representan un gran peligro para los usuarios, se observa que una de las deficiencias que tiene mayor presencia en el tramo Querétaro–San Luis Potosí es la falta de terminal en las barreras, siendo nuevamente el estado de Guanajuato el que reporta la mayor cantidad de faltantes con alrededor del 47% de los puntos detectados, seguido por Querétaro con el 32%. Otra deficiencia muy importante, y que se presenta en un total de 323 puntos en ambos sentidos de circulación, es la falta de barrera metálica, acumulando una longitud de 186.3 km de tramo carretero que no cuentan con la protección de una barrera (35.6 km en el Sentido A y 150.7 en el Sentido B). La tercer deficiencia más común es la falta de conexión entre barreras, reportándose 38 puntos de conflicto en el Sentido A y 23 en el Sentido B, en este caso es importante mencionar que el estado de Guanajuato es el que reporta la menor cantidad de casos en los que la barrera no está conectada, siendo más común esta deficiencia en San Luis Potosí. En el estado de Querétaro se reportan cuatro casos en los que falta la barrera central de concreto, sumando una longitud total de 2.7 km sin protección.

Tabla 4.2 Deficiencias detectadas durante la ASV respecto a las barreras de protección laterales y centrales

Deficiencias en Barreras	QRO	GTO	SLP	Total
Sentido A				
Ancho de trabajo deficiente	-	4	3	7
Distancia entre postes no funcional	-	-	1	1
Empalme incorrecto de láminas	-	-	1	1
Existencia de barreras impactadas	-	3	4	7
Existencia de barreras innecesarias	1	2	1	4
Falta barrera central de concreto	4 (2.7 km)	-	-	4 (2.7 km)
Falta barrera metálica	19 (6.5 km)	115 (19.8 km)	40 (9.3 km)	174 (35.6 km)
Falta de conexión entre barreras	7	5	26	38
Falta terminal	17	20	9	46
Faltan postes y/o separadores	-	-	5	5
Total Sentido A	48	149	90	287
Sentido B				
Existencia de barreras impactadas	1	9	4	14
Falta barrera metálica	25 (18.7 km)	55 (81.6 km)	69 (50.4 km)	149 (150.7 km)
Falta de conexión entre barreras	1	-	22	23
Falta terminal	12	22	10	44
Total Sentido B	39	86	105	230
TOTAL	87	235	195	517

Fuente: Elaboración propia

4.6.3 Señalamiento horizontal y vertical

El señalamiento tanto horizontal como vertical es de vital importancia para la conducción y comportamiento de los usuarios. No obstante, se lograron identificar deficiencias en cuanto a la calidad de las señales instaladas como ausencia de las mismas. Algunos ejemplos de ellos son:

- Señales tipo bandera sin indicador de obstáculos OD-5.
- Falta de señalización en accesos, intersecciones y retornos.
- Falta de señalización en zonas urbanas.
- Falta de conservación de las marcas sobre el pavimento, así como instalación de botones reflejantes e indicadores para la conducción nocturna especialmente.
- Falta de conservación en las señales verticales (señales dañadas).

La Tabla 4.4 muestra las deficiencias detectadas al auditar el tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí, respecto a aquellas señales verticales que se deberían colocar, de acuerdo a las recomendaciones estipuladas en la NOM-034 [22], se incluye la contabilización de señales faltantes por tipo de señal, por sentido de circulación y la sumatoria por entidad federativa.

Tabla 4.4 Deficiencias del señalamiento vertical, por estado

Tipo de Señal	Señal	Sentido A			Sentido B			Total Sentido A	Total Sentido B	TOTAL
		QRO	GTO	SLP	QRO	GTO	SLP			
Preventiva	SP-6	4	2	3	1	2	2	9	5	14
	SP-11	0	1	0	0	0	0	1	0	1
	SP-12	0	6	2	0	13	2	8	15	23
	SP-13	5	1	1	0	5	1	7	6	13
	SP-17	6	9	6	0	10	6	21	16	37
	SP-19	0	1	2	0	1	8	3	9	12
	SP-21	2	0	0	0	0	0	2	0	2
	SP-25	4	3	6	0	4	0	13	4	17
	SP-32	0	2	5	2	8	3	7	13	20
	SP-33	1	12	4	0	8	1	17	9	26
SP-34	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
Restrictiva	SR-7	0	0	0	0	0	1	0	1	1
	SR-9	0	1	1	4	1	0	2	5	7
	SR-13	0	0	0	5	0	1	0	6	6
	SR-15	3	11	6	5	11	2	20	18	38
	SR-22	0	0	0	0	0	3	0	3	3
	SR-34	0	0	0	2	0	0	0	2	2
Informativa	SII-15	5	25	10	5	13	1	40	19	59
	SID-8	0	1	0	0	0	4	1	4	5
	SID-13	1	9	0	2	6	5	10	13	23
	SID-14	0	0	0	0	0	1	0	1	1
	SID-15	0	1	0	1	1	2	1	4	5
	SIR	0	5	1	5	5	3	6	13	19

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.4 Deficiencias del señalamiento vertical, por estado (Continuación)

Tipo de Señal	Señal	Sentido A			Sentido B			Total Sentido A	Total Sentido B	TOTAL
		QRO	GTO	SLP	QRO	GTO	SLP			
Turística y de Servicios	SIS-4	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	SIS-7	0	0	0	0	0	2	0	2	2
	SIS-8	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	SIS-11	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	SIS-16	0	0	1	0	0	0	1	0	1
	SIS-19	4	18	8	3	19	3	30	25	55
	SIS-22	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	SIS-23	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Diversas	OD-5	0	0	0	6	0	7	0	13	13
	OD-12	5	1	0	1	0	1	6	2	8
TOTAL		40	109	56	47	107	60	205	214	419
Preventiva		22	37	29	3	51	24	88	78	166
Restrictiva		3	12	7	16	12	7	22	35	57
Informativa		6	41	11	13	25	16	58	54	112
Turística y servicios		4	18	9	8	19	5	31	32	63
Diversas		5	1	0	7	0	8	6	15	21

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior, se destaca una mayor problemática en el estado de Guanajuato cuyas señales se encontraron deficientes. A su vez, se destaca una mayor falta de señalamiento preventivo el cual indique a los usuarios sobre las condiciones que pudieran representarse en el camino. Tal es el caso de las señales de incorporación del tránsito (SP-17), de peatones (SP-32), de escolares (SP-33) y de intersecciones a nivel (SP-12 y SP-13). En cuanto a las señales restrictivas, se observó una falta de señalamiento de altura libre restringida en puentes (SR-15), así como señalamiento del límite de velocidad (SR-9), especialmente en rectas. Por último, dentro del señalamiento informativo, turístico y de servicios se observó una falta notoria del señalamiento del kilometraje (SII-15), así como algunas señales de destino (SD-13) que evitan la confusión en el conductor. Existe además, una falta de señalamiento evidente en las paradas de autobús (SIS-19). De esta carretera destaca el hecho que ambos sentidos de circulación se encuentran relativamente similares en cuanto al número de deficiencias detectadas.

Por otro lado, la Tabla 4.5 muestra las deficiencias detectadas para el señalamiento horizontal. De igual manera, éstas se dividen por sentido de

circulación y por tipo de marca. De aquí se destaca una mayor problemática en cuanto a la raya que delimita el arroyo vial, así como la que separa los carriles de circulación, específicamente en el estado de San Luis Potosí en el Sentido B. A su vez, se observó una falta de botones reflejantes sobre el pavimento en prácticamente toda la longitud revisada del estado de Guanajuato y San Luis Potosí.

Tabla 4.5 Deficiencias del señalamiento horizontal, por estado

Señal	Sentido A			Sentido B			Total Sentido A	Total Sentido B	TOTAL
	QRO	GTO	SLP	QRO	GTO	SLP			
Raya separadora de carriles (Km)							7.18	36.54	43.72
M-2.3	0.4	6.44	0.34	0.8	0.24	35.5	7.18	36.54	43.72
Raya en la orilla del arroyo vial (Km)							47.84	92.11	139.95
M-3.1	1.62	38.66	1.6	0.8	14.68	35.92	41.88	51.4	93.28
M-3.2	0	1.78	0	0	0.71	3.16	1.78	3.87	5.65
M-3.3	0.4	3.78	0	0.8	0.24	35.8	4.18	36.84	41.02
Raya guía en zonas de transición (Km)							9.79	4.15	13.94
M-4	1.6	7.99	0.2	0	1.27	2.88	9.79	4.15	13.94
Rayas canalizadoras (Km)							3.42	2.51	5.93
M-5	1.56	1.8	0.06	0.3	1.27	0.94	3.42	2.51	5.93
Marcas en estructuras y objetos adyacentes (Km)							3.32	1.67	4.99
M-13.1	0.19	1.97	1.16	0.22	1.35	0.1	3.32	1.67	4.99
Botones reflejantes y delimitadores sobre el pavimento (Km)							151.49	125.88	277.37
DH-1	2.1	77.93	71.46	0	62.06	63.82	151.49	125.88	277.37
Botones reflejantes sobre estructuras (Km)							0	3.32	3.32
DH-2	0	0	0	0	0	3.32	0	3.32	3.32

Fuente: Elaboración propia

4.6.4 Acotamientos y bandas alertadoras

Este elemento fue revisado en función de su ancho únicamente, especificando un ancho mínimo requerido de 1 metro, por lo que la Tabla 4.3 muestra la longitud total por estado donde se requiere una ampliación del acotamiento dado que en la actualidad este ancho es escaso o prácticamente nulo.

Tabla 4.3 Longitud que requiere pavimentación de acotamientos e instalación de bandas alertadoras, por estado

Estado	Del lado del conductor (km)	Del lado del pasajero (km)	Bandas alertadoras (km)
Sentido A			
Querétaro	10.08	0	11.58
Guanajuato	18.98	0	3.96
San Luis Potosí	27.12	1.64	53.48
Total Sentido A	56.18	1.64	69.02
Sentido B			
Querétaro	0	0	3.98
Guanajuato	29.52	0	63.19
San Luis Potosí	8.88	8.04	36.3
Total Sentido B	38.4	8.04	103.47
TOTAL	94.58	9.68	172.49

Fuente: Elaboración propia

De la tabla anterior se destaca una mayor problemática en los estados de Guanajuato y San Luis Potosí, así como una clara diferencia entre ambos sentidos de circulación. Es importante hacer notar que un acotamiento amplio permite contar con un espacio de seguridad libre de obstáculos en caso de alguna colisión o pérdida del control del vehículo, evitando que éste se salga del camino y tenga oportunidad de regresar a la calzada. A su vez, es importante analizar este elemento en conjunto con la faja separadora central de manera que el diseño de la sección sea consistente.

4.6.5 Alumbrado

El alumbrado es de suma importancia en una carretera ya que hace visible en condiciones nocturnas puntos de alto conflicto en los que pueden ocurrir accidentes con graves consecuencias. En evaluación al tramo en estudio se revisó la iluminación o alumbrado en tres tipos de infraestructura: cruces peatonales, intersecciones y tramos carreteros. En la Tabla 4.6 se presenta un compendio de los puntos de cada tipo de infraestructura en los que no se registra alumbrado o donde existe se encuentra en malas condiciones. En dicha tabla se observa que es en el estado de Guanajuato donde se reporta la mayor cantidad de puntos en los que falta alumbrado, siendo los cruces peatonales los que representan el 72% de los casos. En segundo lugar se encuentra San Luis Potosí, entidad que también reporta el mayor faltante de alumbrado en los cruces peatonales, hecho que incrementa el riesgo de atropellamiento debido a que en condiciones nocturnas los conductores no logran ver a los peatones. También es importante señalar que es el estado de Guanajuato el que reporta la mayor cantidad de

intersecciones en las que falta alumbrado para el Sentido A, mientras que para el Sentido B es el estado de San Luis Potosí el que reporta el mayor faltante, pudiéndose originar colisiones entre vehículos por la falta de iluminación. En lo que respecta al alumbrado en los tramos carreteros se observa una cantidad muy similar de sitios en las tres entidades federativas, pero es importante destacar que el problema es mayor en el estado de Querétaro, debido a que la longitud del tramo en dicha entidad es considerablemente menor que en las dos restantes.

Tabla 4.6 Deficiencias del alumbrado en el tramo Carretero Querétaro-San Luis Potosí, por sentido y por estado

Alumbrado	QRO	GTO	SLP	Total
Sentido A				
Alumbrado en cruce peatonal	19	50	36	105
Alumbrado en intersección	4	12	7	23
Alumbrado en tramo carretero	18	26	22	66
Total Sentido A	41	88	65	194
Sentido B				
Alumbrado en cruce peatonal	14	49	38	101
Alumbrado en intersección	1	2	4	7
Total Sentido B	15	51	42	108
TOTAL	56	139	107	302

Fuente: Elaboración propia

4.6.6 Infraestructura para peatones

El tramo carretero en estudio forma parte de uno de los corredores carreteros más importantes del país (México-Nuevo Laredo), en casi toda su longitud se tiene un límite de velocidad de 100 km/h y se reporta un gran movimiento de camiones de carga. Es debido a estas características que es de vital importancia evitar el cruce de peatones a nivel. Durante la ASV hecha al tramo Querétaro-San Luis Potosí se buscaron aquellos puntos en los que se incrementa el riesgo para los peatones al momento de interactuar con los vehículos que circulan por la vía. En la Tabla 4.7 se muestran las deficiencias, en materia de infraestructura para peatones, encontradas en la ASV realizada al tramo carretero en estudio.

Se detectaron un total de 91 puentes peatones faltantes, de los cuales 10 corresponden al estado de Querétaro, 44 a Guanajuato y 37 a San Luis Potosí. Se detectaron algunos puntos que cuentan con puentes peatonales provisionales, cuyo reemplazo por un puente definitivo se contabiliza dentro de los 91 puentes detectados como faltantes. Para cada uno de los puentes propuestos, también se reporta la necesidad de colocar una valla para evitar el cruce de peatones a nivel. En la ASV se detectaron puntos que ya cuentan con un puente peatonal, pero se sigue reportando el cruce de peatones sobre la superficie de rodamiento, por lo que se hace evidente la necesidad de colocar una valla o cerca para contener peatones, medida que se puede mejorar con la colocación de alumbrado en el

puede, promoviendo así la seguridad de los usuarios vulnerables. En total se detectaron 189 puntos en los que es necesaria la colocación o mejoramiento de la valla para contener peatones, ubicándose la mayoría en Guanajuato, seguido por San Luis Potosí (representando en conjunto el 81%). En longitud, se estima que hace falta un total de 140 km de valla para contener peatones a lo largo del tramo Querétaro-San Luis Potosí (véase Tabla 4.7).

Tabla 4.7 Deficiencias en infraestructura para peatones

Infraestructura para peatones	QRO	GTO	SLP	Total
Sentido A				
Puente Peatonal	10	44	37	91
Sitios donde se requiere valla o cerca peatonal	22	42	35	99
Longitud de valla o cerca peatonal (km)	6.84	24.78	54.15	85.77
Sentido B				
Puente Peatonal	10	44	37	91
Sitios donde se requiere valla o cerca peatonal	14	44	32	90
Longitud de valla o cerca peatonal (km)	2.25	44.06	7.78	54.09
Total Puentes Peatonales	10	44	37	91
Total Sitios de valla o cerca peatonal	36	86	67	189
Total Longitud de valla o cerca peatonal (km)	9.09	68.84	61.93	139.86

Fuente: Elaboración propia

4.6.7 Infraestructura para disminuir velocidad y zonas escolares

Al realizar la revisión del tramo Querétaro-San Luis Potosí, se detectaron un total de cuatro zonas escolares que no cuentan con los dispositivos adecuados de prevención (una en el Sentido A y tres en el Sentido B), es decir, no se cuenta con todos los señalamientos estipulados en la NOM-034 [22] para advertir a los conductores de la presencia de peatones (por lo regular niños y jóvenes) en las zonas laterales de la vía (véase Tabla 4.8). Para la zona escolar ubicada en el Sentido A, ubicada en el estado de Querétaro, misma que no cuenta con ninguna señal de advertencia previa ni en la localización de la escuela (falta de señales SP-33 en el sitio de la escuela y 205 m antes de la misma). Para el caso del Sentido B se localizaron tres deficiencias en cuanto a señales de zona escolar, una en cada estado, mismas que consisten en la falta total de señales SP-33 para indicar de la presencia de una zona escolar. Aunado a la falta de señales en zonas escolares, es importante mencionar que se detectaron otras deficiencias tales como la falta de cruces de peatones a desnivel (puentes peatonales) y la inexistencia de infraestructura para disminuir la velocidad (por ejemplo: rayas logarítmicas), deficiencias que incrementan el riesgo de atropello de escolares debido a la alta concentraciones de peatones tanto en las zonas laterales como en el cruce a nivel, aunado a las altas velocidades presentadas en el sitio que disminuye el cono de visión de los conductores.

En la Tabla 4.8 se muestra el total de puntos en los que se detectó la falta de señalización de las zonas escolares y los puntos en los que se considera necesaria la instalación de infraestructura para disminuir velocidad. En estos últimos se incluyen los correspondientes a las zonas escolares, así como otros detectados cercanos a zonas urbanas o con alta concentración de peatones.

Tabla 4.8 Deficiencias detectadas en zonas escolares e infraestructura para disminuir velocidad

Zonas escolares e infraestructura para disminuir velocidad	QRO	GTO	SLP	Total
Sentido A				
Infraestructura para disminuir velocidad	4	2	6	12
Zonas escolares	1	0	0	1
Total Sentido A	5	2	6	13
Sentido B				
Infraestructura para disminuir velocidad	1	1	1	3
Zonas escolares	1	1	1	3
Total Sentido B	2	2	2	6
TOTAL	7	4	8	19

Fuente: Elaboración propia

4.6.8 Control de accesos irregulares

Dentro de esta revisión, se identificaron todos aquellos cruces de faja separadora central o retornos informales, así como los accesos irregulares del lado derecho de la vía, ambos representan un riesgo alto para los usuarios ya que no se encuentran señalizados ni cuentan con la infraestructura adecuada para la incorporación segura de los vehículos a la vía principal. En la Tabla 4.9 se muestra la cantidad de accesos y retornos informales reportados en el tramo en estudio. En la tabla se puede notar que la cuantificación de los retornos irregulares es la misma en ambos sentidos debido a que se encuentran sobre la faja separadora central. Se observa que es el estado de San Luis Potosí el que reporta la mayor cantidad de accesos irregulares, mientras que es Guanajuato el que reporta la mayor cantidad de retornos irregulares, aunque también reporta un alto número de accesos irregulares. Respecto a los sentidos de circulación se observa que es el Sentido A el que reporta la mayor cantidad de accesos irregulares (84% del total).

En muchas ocasiones los accesos irregulares corresponden a entradas a terrenos particulares o a pequeñas zonas comerciales o habitacionales que se han colocado a los costados de la carretera, algunos de ellos han tomado mucha importancia desarrollándose grandes zonas comerciales, industriales o habitacionales a los costados de la vía, lo que genera un incremento en el riesgo para todos los usuarios por no contar con la infraestructura adecuada para el buen funcionamiento de los accesos y retornos. Aquellos casos en los que se determinó que la zona ha tomado una gran importancia, se propone adecuar la

infraestructura para el correcto funcionamiento de las mismas, es importante señalar que estos casos no se presentan en la Tabla 4.9, pero que se contabilizan en el siguiente apartado (“Carriles auxiliares”) debido a que se refieren a una mejora a la infraestructura y no únicamente a la clausura de los accesos y retornos, como es el caso de todos los puntos enlistados en la Tabla 4.9.

4.9 Accesos y retornos irregulares en el tramo Querétaro-San Luis Potosí

Control de accesos	QRO	GTO	SLP	Total
Sentido A				
Accesos irregulares del lado derecho	24	131	139	294
Retornos irregulares	3	59	13	75
Total Sentido A	27	190	152	369
Sentido B				
Accesos irregulares del lado derecho	2	31	25	58
Retornos irregulares	3	59	13	75
Total Sentido B	5	90	38	133
Total accesos irregulares	26	162	164	352
Total retornos irregulares	3	59	13	75

Fuente: Elaboración propia

4.6.9 Carriles auxiliares

En cuanto a los cruces y accesos formales, y aquellos accesos y retornos irregulares que han tomado la suficiente importancia para formalizarlos, se observó que las longitudes de carriles auxiliares de aceleración y desaceleración (incorporación y salida) en algunos casos son inexistentes o no cuentan con la longitud necesaria para la correcta y segura incorporación o salida de los vehículos desde y hacia la vía principal. En estos casos la recomendación consiste en construir y/o ampliar los carriles auxiliares de los accesos y retornos. Estos puntos se cuantifican en la Tabla 4.10.

El total de 274 accesos corresponden a diversos servicios, zonas habitacionales, industriales y/o comerciales, incorporaciones desde pequeños poblados o grandes intersecciones, entre otros. Para el caso de los accesos formales en su mayoría cuentan con uno o ambos carriles auxiliares, pero no tienen la longitud necesaria, por lo que se propone se construya el carril faltante y/o se amplíe el existente.

La Tabla 4.10 hace referencia a dos tipos de retorno. Se encontraron 56 retornos ubicados en la faja separadora central, mismos que en muchas ocasiones no cuentan con el carril de aceleración y/o desaceleración o no son de la longitud adecuada, en estos casos se recomienda la construcción del carril faltante y la adecuación del existente.

Por otro lado, se encontraron 13 retornos a nivel con gasa auxiliar fuera de la corona, este tipo de retornos representan un peligro debido a que los vehículos que hacen uso de los mismos, atraviesan uno ambos cuerpos de la carretera, especialmente si se trata de vehículos articulados. Para estos casos se recomienda hacer un estudio especial con el fin de diseñar retornos a desnivel, mismos que mejoran la seguridad de todos los usuarios.

Tabla 4.10 Número de carriles auxiliares en retornos y accesos a nivel que requieren mejoramiento

Carriles auxiliares	QRO	GTO	SLP	Total
Sentido A				
Accesos del lado derecho	31	31	21	63
Retornos en faja separadora central	9	31	16	56
Retorno con gasa auxiliar	0	10	3	13
Total Sentido A	40	72	40	132
Sentido B				
Accesos del lado derecho	31	137	43	211
Retornos en faja separadora central	9	31	16	56
Retorno con gasa auxiliar	0	10	3	13
Total Sentido B	40	178	62	280
Total accesos	62	168	64	274
Total retornos en FSC	9	31	16	56
Total retornos con gasa auxiliar	0	10	3	13

Fuente: Elaboración propia

4.6.10 Otros

Durante el proceso de ASV realizado al tramo, se ubicaron algunos casos específicos que requieren atención especial, mismos que se presentan en la Tabla 4.11. El primero se refiere a la correcta ubicación de una parada de autobús, donde se encontraron dos casos que deben estudiarse a detalle, uno en el estado de Querétaro y otro en Guanajuato. El segundo corresponde a la revisión de las intersecciones, se detectaron dos intersecciones consideradas como peligrosas debido a la importancia de las vías que intersectan y a la disposición de la infraestructura de la zona, ambos puntos se localizan en el estado de San Luis Potosí.

El problema reportado en Querétaro se ubica en el kilómetro 26+440 sobre el Sentido A y consiste en una parada de autobús informal, que no cuenta con el espacio suficiente para que un vehículo se orille debido a que se localiza a la altura de un puente peatonal, por lo que no se tiene una bahía para el ascenso y descenso de pasajeros originando que el autobús se detenga en el carril de baja velocidad, incrementando el riesgo de colisión debido a la parada momentánea que realiza sin advertencia previa. Esta situación se presenta en la Figura 4.44.

Tabla 4.11 Otras deficiencias encontradas en la ASV del tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí

Otros	QRO	GTO	SLP	Total
Sentido A				
Reubicación de parada de autobús	1	1	0	2
Revisión de intersección	0	0	2	2
Total Sentido A	1	2	2	5
Sentido B				
Revisión de intersección	0	0	2	2
Total Sentido B	0	0	2	2
Total reubicación de parada de autobús	1	1	0	2
Total revisión de intersección	0	0	2	2

Fuente: Elaboración propia

La parada de autobús del estado de Guanajuato se ubica en el kilómetro 119+320 y se encuentra sobre el carril de aceleración de la incorporación del paso a desnivel ubicado 80 m más adelante, la localización de la parada de autobús representa un peligro tanto para los vehículos que se incorporan desde el paso a desnivel, ya que pueden colisionar contra el autobús que esté detenido subiendo y bajando pasaje, como para los peatones que pueden llegar a atravesar a nivel la vía (véase Figura 4.45).

En lo que se refiere a la revisión de las intersecciones, los dos casos se encuentran en San Luis Potosí, en los kilómetros 140+060 y 160+280. Se trata de dos intersecciones a nivel, en las que los vehículos que se incorporan a la vía llegan a atravesar los dos cuerpos de la misma, hecho que incrementa el riesgo de colisión. Se recomienda se haga un estudio detallado para mejorar dichas intersecciones mediante un paso a desnivel. En las Figuras 4.46 y 4.47 se presentan ambos casos.



Figura 4.44 Parada de autobús informal



Figura 4.45 Parada de autobús en carril de aceleración



Figura 4.46 Intersección peligrosa a nivel en el km 140+060



Figura 4.47 Intersección peligrosa a nivel en el km 160+280

Hasta el momento se ha presentado la descripción general de los principales hallazgos, así como la cuantificación de los mismos. En el Anexo 1 se muestra el listado completo, por sentido y por kilómetro, de todas las deficiencias encontradas al auditar el tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí.

A continuación, en el capítulo cinco, se presentan las recomendaciones que el equipo auditor propone para mitigar la peligrosidad del tramo contribuyendo de esta forma a salvar vidas.

5 Recomendaciones

A partir de la auscultación llevada a cabo durante el proceso de Auditoría de Seguridad Vial al tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí se reportaron las deficiencias descritas en el capítulo anterior, atendiendo dichas deficiencias el equipo auditor generó una serie de recomendaciones buscando mejorar la seguridad vial del tramo estudiado.

A continuación se describen algunas medidas de mejoramiento propuestas para solventar las deficiencias detectadas durante la ASV, mismas que se clasifican de igual forma que las deficiencias.

5.1.1 Zonas laterales

Es importante que las zonas laterales de una carretera se encuentren despejadas con el objetivo de proporcionar una superficie traspasable por los vehículos de forma que si estos salen del camino puedan recuperarse, es decir, se recomienda entre 9 y 10 m de zona lateral que no haya presencia de objetos peligrosos, tales como paredes verticales, cortes con pendiente ascendente, cunetas profundas, terraplenes, precipicios, estructuras rígidas, puntas de barreras desprotegidas, rocas de grandes dimensiones, árboles, postes, entre otros.

Durante la revisión se detectaron algunos de los elementos mencionados en las zonas laterales por lo que en este apartado se efectúan propuestas de medidas de mejoramiento concretas que permitan que la carretera no sea riesgosa, es decir, se propone la remoción o protección de los elementos que representan un peligro de tal manera de evitar el accidente o reducir su severidad, en aquellos casos en los que ya existen dispositivos de seguridad en el tramo, se determinó si son adecuados para proteger a los usuarios, si están colocados donde son necesarios y además, dentro de lo visible en las fotografías, se verificó la correcta instalación de los mismos.

De los objetos más comunes reportados en las zonas laterales se encuentran los postes y árboles cuyo diámetro es mayor a 10 cm, mismos que representan un peligro para los usuarios por la cercanía a la vía, específicamente se reportaron postes de señalamiento, postes de luminarias, postes de auxilio (postes SOS) y árboles. A continuación se muestran algunas de las soluciones propuestas para cada tipo de objeto reportado, mismas que en la mayoría de los casos consisten en la remoción o reubicación del objeto.

La propuesta de mejoramiento para algunos postes de las señales tipo bandera consiste en retirar el poste y sujetar el tablero al puente peatonal próximo, como se muestra en la Figura 5.1.



Figura 5.1 Medida de mejoramiento propuesta que consiste en retirar el poste y sujetar el tablero al puente peatonal

La propuesta de mejoramiento para los postes de auxilio (postes SOS) consiste en reubicar el poste detrás de la barrera metálica, como se muestra en la Figura 5.2, de tal manera que si un vehículo se sale del camino en este punto, la barrera metálica lo pueda re-direccionar para que regrese a la vía sin que se impacte contra el poste.



Figura 5.2 Medida de mejoramiento propuesta que consiste en reubicar el poste SOS detrás de la barrera

Para el caso de los postes de luminaria la propuesta de mejoramiento consiste en mover la luminaria hacia la faja separadora central, tal como lo muestra la Figura 5.3, de tal manera que del mismo poste salgan dos lámparas para que una alumbré al cuerpo "A" y la otra al "B"; en caso de que no sea posible mover las

luminarias, es necesario colocar una barrera metálica pero que sea rigidizada en los lugares donde se encuentren los postes de las luminarias, para que no se afecte el ancho de trabajo de la barrera y ésta pueda seguir cumpliendo con su función.



Figura 5.3 Medida de mejoramiento propuesta que consiste en mover la luminaria a la faja separadora central

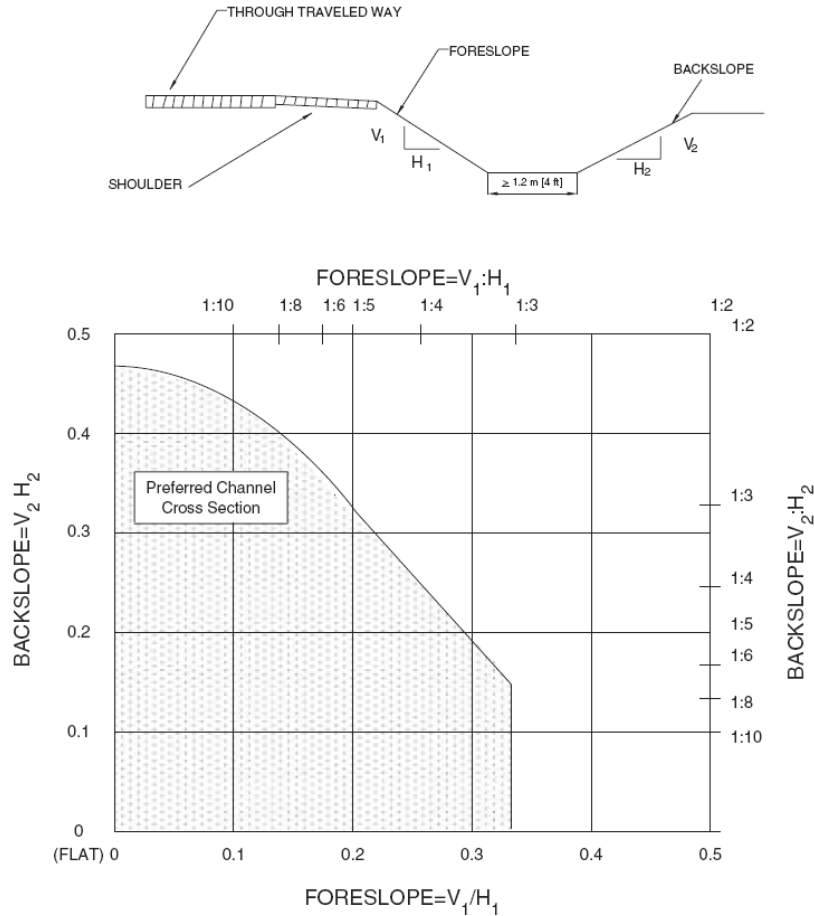
En el caso de los árboles detectados en la faja separadora central, como en la Figura 5.4, la propuesta de mejoramiento consiste en analizar la conveniencia de retirar los árboles con las autoridades ambientales tomando en cuenta los beneficios de salvar vidas humanas ya que pueden ser objetos peligrosos que puedan contribuir a que se originen accidentes fatales.



Figura 5.4 Medida de mejoramiento propuesta que consiste en eliminar los árboles que se encuentran muy cercanos a la vía

En lo que se refiere a las obras de drenaje, a lo largo del tramo Querétaro-San Luis Potosí se detectaron boquillas de drenaje que pueden llegar a representar un peligro para los usuarios de la vía, la medida de mejoramiento propuesta consiste en modificar la sección transversal de las cunetas de acuerdo a las especificaciones mostradas en la Figura 5.5, misma que muestra una sección tipo

de cuneta de forma que considerando los taludes de diseño, al seleccionar la geometría de la cuneta ésta debe quedar dentro de la zona sombreada de la gráfica mostrada en la figura (abajo), cabe mencionar que es necesario que se cumplan las especificaciones indicadas en dicha gráfica [23].



*This chart is applicable to rounded channels with bottom widths of 2.4 m [8 ft] or more and to trapezoidal channels with bottom widths equal to or greater than 1.2 m [4 ft].

Figura 5.5 Selección de sección transversal de cuneta adecuada para cambios de pendiente gradual

Finalmente, a continuación, en la Tabla 5.1, se presenta un resumen de otras medidas de mejoramiento necesarias en las zonas laterales, tales como: mejoramiento de terraplén, modificación de la sección transversal de la cuneta y perfilar el talud de corte.

Tabla 5.1 Medidas de mejoramiento propuestas para zonas laterales

Medida de mejoramiento	Longitud (km)
Lado derecho de la Vía (Copiloto)	
Mejoramiento de terraplén	60.06
Cambiar sección de cuneta	10.84
Perfilar talud de corte	2.36
Lado Izquierdo de la Vía (Conductor)	
Mejoramiento de terraplén	0.46
Cambiar sección de cuneta	1.06
Perfilar talud de corte	0.26

Fuente: Elaboración propia

5.1.2 Barreras

Lo importante al hacer la revisión de las barreras, es que éstas estén colocadas correctamente de forma que se cumpla con el propósito de su colocación, reencausando a los vehículos que se salen de la vía, de forma que es fundamental que estén correctamente colocadas, que tengan libre su ancho de trabajo, que se les dé el mantenimiento adecuado y que cuente con las terminales adecuadas, es decir, que la barrera en sí no represente un peligro y desempeñe correctamente el trabajo para el cual fue diseñada. A continuación se presentan las medidas de mejoramiento para los principales problemas encontrados durante la ASV al tramo en estudio.

Respecto a las terminales de las barreras, la propuesta de mejoramiento se refiere a dos situaciones, en la primera no se cuenta con terminales en las barreras y la medida de mejoramiento consiste en colocar un amortiguador de absorción de impacto, ejemplos de estos se presentan en la Figura 5.6.



Figura 5.6 Ejemplos de amortiguadores de absorción de impacto

La segunda medida de mejoramiento referente a las terminales de las barreras se refiere a aquellas barreras que tienen terminación tipo “cola de pescado” y la propuesta consiste en reemplazar este tipo de terminales por terminales de impacto adecuadas desde el punto de vista de la seguridad vial, además de

colocar las que hagan falta en los extremos en los casos que ni siquiera cuenten con una terminal. La Figura 5.7 muestra un ejemplo de terminal de impacto que puede ser colocada en el o los extremos de una barrera metálica ya sea que se encuentre ubicada en la parte central o a la orilla del camino.



Figura 5.7 Ejemplo de terminal de impacto para barreras metálicas centrales o a la orilla del camino

Respecto a la conexión de las barreras, la medida de mejoramiento propuesta consiste en efectuar la adecuada conexión y transición entre las barreras metálicas con las barreras de concreto o con los parapetos de los puentes. La Figura 5.8 muestra un ejemplo de conexión y transición entre una barrera metálica y una de concreto, en la figura las flechas amarillas indican los elementos de una buena transición.

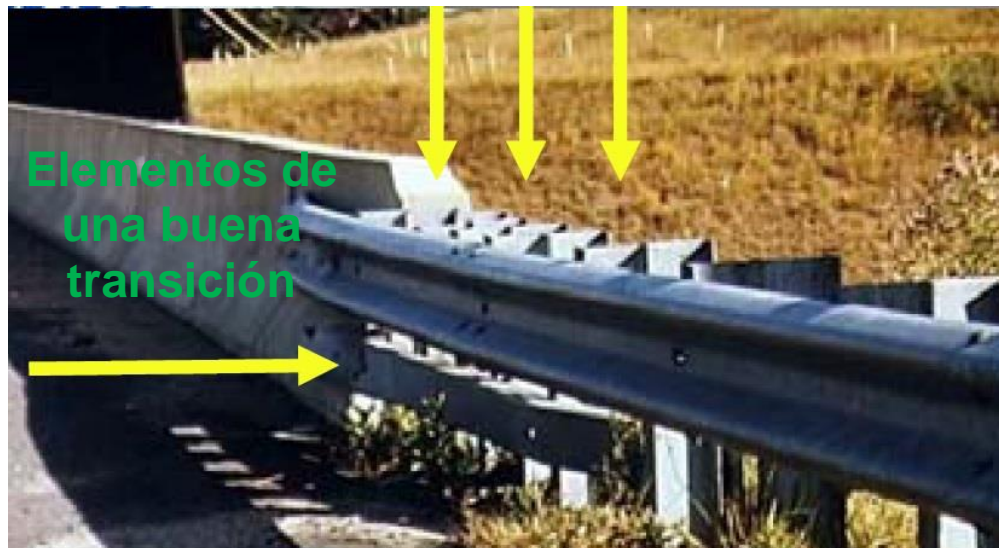


Figura 5.8 Adecuada conexión y transición entre una barrera metálica y una de concreto

Para aquellos casos en los que se detectó la falta de mantenimiento de la barrera, la medida de mejoramiento propuesta es el inmediato reemplazo de las barreras impactadas, con el propósito de que se cumpla con la función para la cual fue instalada en un principio, siendo evidente que es indispensable el buen funcionamiento de la misma ya que se observa que se tiene una zona peligrosa. De igual forma, para aquellos tramos en los que no está colocada adecuadamente la barrera se propone la colocación de los elementos faltantes, tales como los postes y los separadores a la distancia adecuada en todas aquellas barreras metálicas que lo requieran.

En aquellos casos en los que se encontró un objeto que interfiere con el ancho de trabajo de la barrera metálica, la medida de mejoramiento propuesta consiste en rigidizar la barrera metálica por falta de ancho de trabajo, ya que como posteriormente a ella se encuentra un objeto, como un poste de señalamiento o luminaria, la solución ideal sería mover el objeto para que se alcance el ancho de trabajo necesario de la barrera, pero en aquellos casos que no es posible, la opción viable es que se deje instalada la barrera pero que sea rígida en este punto para que pueda seguir cumpliendo con su función.

Finalmente, a continuación se presenta, en la Tabla 5.2, un resumen de las medidas de mejoramiento necesarias respecto a barreras.

Tabla 5.2 Medidas de mejoramiento propuestas respecto a barreras

Medida de mejoramiento	Longitud (km)
Colocación de barrera central	2.29
Lado derecho de la vía (pasajero)	
Colocación de barrera de orilla de corona	128.09
Lado Izquierdo de la vía (conductor)	
Colocación de barrera de orilla de corona	274.16

Fuente: Elaboración propia

5.1.3 Señalamiento horizontal y vertical

Durante la ASV del tramo Querétaro-San Luis Potosí se revisaron los elementos que forman parte de la señalización debido a la importancia que tienen al momento de indicar la geometría de la vía de forma que el usuario la identifique correctamente y al proporcionar información suficiente al usuario de forma que llegue a su destino y realice un trayecto seguro. La deficiencia encontrada en este sentido, fue la falta de señalización tanto vertical como horizontal, siendo la medida de mejoramiento propuesta la colocación de las señales faltantes.

La Tabla 5.3 muestra todas aquellas señales verticales propuestas para la carretera analizada. De igual manera, se muestran los totales por tipo de señal, así como por sentido de circulación.

Tabla 5.3 Medidas de mejoramiento respecto al señalamiento vertical

Tipo de Señal	Señal	Sentido A			Sentido B			Total Sentido A	Total Sentido B	TOTAL
		QRO	GTO	SLP	QRO	GTO	SLP			
Preventiva	SP-6	4	2	3	1	2	2	9	5	14
	SP-11	0	1	0	0	0	0	1	0	1
	SP-12	0	6	2	0	13	2	8	15	23
	SP-13	5	1	1	0	5	1	7	6	13
	SP-17	6	9	6	0	10	6	21	16	37
	SP-19	0	1	2	0	1	8	3	9	12
	SP-21	2	0	0	0	0	0	2	0	2
	SP-25	4	3	6	0	4	0	13	4	17
	SP-32	0	2	5	2	8	3	7	13	20
	SP-33	1	12	4	0	8	1	17	9	26
SP-34	0	0	0	0	0	1	0	1	1	
Restrictiva	SR-7	0	0	0	0	0	1	0	1	1
	SR-9	0	1	1	4	1	0	2	5	7
	SR-13	0	0	0	5	0	1	0	6	6
	SR-15	3	11	6	5	11	2	20	18	38
	SR-22	0	0	0	0	0	3	0	3	3
	SR-34	0	0	0	2	0	0	0	2	2
Informativa	SII-15	5	25	10	5	13	1	40	19	59
	SID-8	0	1	0	0	0	4	1	4	5
	SID-13	1	9	0	2	6	5	10	13	23
	SID-14	0	0	0	0	0	1	0	1	1
	SID-15	0	1	0	1	1	2	1	4	5
	SIR	0	5	1	5	5	3	6	13	19
Turística y de Servicios	SIS-4	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	SIS-7	0	0	0	0	0	2	0	2	2
	SIS-8	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	SIS-11	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	SIS-16	0	0	1	0	0	0	1	0	1
	SIS-19	4	18	8	3	19	3	30	25	55
	SIS-22	0	0	0	1	0	0	0	1	1
	SIS-23	0	0	0	1	0	0	0	1	1
Diversas	OD-5	0	0	0	6	0	7	0	13	13
	OD-12	5	1	0	1	0	1	6	2	8
TOTAL		40	109	56	47	107	60	205	214	419
Preventiva		22	37	29	3	51	24	88	78	166
Restrictiva		3	12	7	16	12	7	22	35	57
Informativa		6	41	11	13	25	16	58	54	112
Turística y de Servicios		4	18	9	8	19	5	31	32	63
Diversas		5	1	0	7	0	8	6	15	21

Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, la Tabla 5.4 muestra las propuestas realizadas para el señalamiento horizontal. De igual manera, éstas se dividen por sentido de circulación y por tipo de marca.

Tabla 5.4 Medidas de mejoramiento respecto al señalamiento horizontal

Señal	Sentido A			Sentido B			Total Sentido A	Total Sentido B	TOTAL
	QRO	GTO	SLP	QRO	GTO	SLP			
Raya separadora de carriles (km)							7.18	36.54	43.72
M-2.3	0.4	6.44	0.34	0.8	0.24	35.5	7.18	36.54	43.72
Raya en la orilla del arroyo vial (km)							47.84	92.11	139.95
M-3.1	1.62	38.66	1.6	0.8	14.68	35.92	41.88	51.4	93.28
M-3.2	0	1.78	0	0	0.71	3.16	1.78	3.87	5.65
M-3.3	0.4	3.78	0	0.8	0.24	35.8	4.18	36.84	41.02
Raya guía en zonas de transición (km)							9.79	4.15	13.94
M-4	1.6	7.99	0.2	0	1.27	2.88	9.79	4.15	13.94
Rayas canalizadoras (km)							3.42	2.51	5.93
M-5	1.56	1.8	0.06	0.3	1.27	0.94	3.42	2.51	5.93
Marcas en estructuras y objetos adyacentes (km)							3.32	1.67	4.99
M-13.1	0.19	1.97	1.16	0.22	1.35	0.1	3.32	1.67	4.99
Botones reflejantes y delimitadores sobre el pavimento (km)							151.49	125.88	277.37
DH-1	2.1	77.93	71.46	0	62.06	63.82	151.49	125.88	277.37
Botones reflejantes sobre estructuras (km)							0	3.32	3.32
DH-2	0	0	0	0	0	3.32	0	3.32	3.32

Fuente: Elaboración propia

5.1.4 Acotamientos y bandas alertadoras

La importancia de los acotamientos radica en ser un espacio libre de obstáculos a los lados de la vía, mismo que proporciona un incremento en la seguridad por ser un espacio que permite una mayor distancia de visibilidad así como para que el vehículo regrese con seguridad al carril de tránsito. Adicionalmente sobre este espacio se colocan algunos dispositivos de seguridad tales como las bandas alertadoras que, como su nombre lo dice, alertan a los conductores que abandonan el carril de tránsito.

Como se mencionó en el capítulo anterior, se detectaron zonas en las que el acotamiento es muy pequeño o inexistente, además de contar con un bordillo, elemento que debe retirarse por representar un peligro de forma que se pudiera considerar como un objeto en la zona lateral del camino. Adicionalmente, se reportan tramos que no cuentan con bandas alertadoras.

Las medidas de mejoramiento para el caso de los acotamientos consisten en remover el bordillo colocado y ampliar y pavimentar el acotamiento a ambos lados de la vía, así como la colocación de bandas alertadoras en los tramos

correspondientes. En la Figura 5.9 se ilustra la correcta colocación de las bandas alertadoras y en la Tabla 5.5 se muestra un resumen de las medidas y las longitudes totales propuestas para la ampliación y mejoramiento de acotamientos, así como de la colocación de bandas alertadoras, para cada sentido de circulación y por estado.



Figura 5.9 Correcta colocación de bandas alertadoras

Tabla 5.5 Longitud que requiere pavimentación de acotamientos e instalación de bandas alertadoras, por estado

Estado	Del lado del conductor (km)	Del lado del pasajero (km)	Bandas alertadoras (km)
Sentido A			
Querétaro	10.08	0	11.58
Guanajuato	18.98	0	3.96
San Luis Potosí	27.12	1.64	53.48
Total Sentido A	56.18	1.64	69.02
Sentido B			
Querétaro	0	0	3.98
Guanajuato	29.52	0	63.19
San Luis Potosí	8.88	8.04	36.3
Total Sentido B	38.4	8.04	103.47
TOTAL	94.58	9.68	172.49

Fuente: Elaboración propia

5.1.5 Alumbrado

El alumbrado contribuye en gran medida a mejorar las condiciones de seguridad en una vía en la condición nocturna, es por esto que durante la ASV hecha al tramo Querétaro-San Luis Potosí se revisó el alumbrado en tres puntos importantes: los cruces peatonales en los que se evitan atropellamientos, en las intersecciones ya que si se encuentra bien iluminada se reduce el riesgo de colisión por falta de visibilidad, y en tramos carreteros evitando de esta forma atropellamientos a peatones presentes a lo largo del camino. En este sentido, la

medida de mejoramiento propuesta consiste en la colocación de alumbrado en zonas de conflicto, es decir se propone la colocación de luminaria en puentes peatonales, tramos carreteros con presencia de zonas pobladas y en intersecciones. Ejemplos de cada tipo se presentan en las Figuras 5.10 a 5.12.



Figura 5.10 Mejorar la visibilidad en los cruces peatonales mediante la colocación de alumbrado



Figura 5.11 Mejorar la visibilidad en la Intersección mediante la colocación de alumbrado



Figura 5.12 Mejorar la visibilidad en el tramo carretero mediante la colocación de alumbrado

5.1.6 Infraestructura para peatones

Durante la ASV se observó que el tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí tiene una velocidad restrictiva de 100 km/h en la mayoría de su trayecto, razón por la cual es de vital importancia el contar con la adecuada infraestructura para la interacción entre los vehículos y los peatones de la zona, ya sea a los costados de la carretera o atravesándola, derivado de la revisión se detectó un gran número de zonas que no cuentan con la infraestructura necesaria para proporcionar seguridad a los usuarios más vulnerables como son los peatones, es debido a esta observación que una de las medidas de mejoramiento consideradas como de urgente aplicación es la colocación de cruces peatonales a desnivel, mismos que deben complementarse con la colocación de cercas o vallas peatonales, obligando de esta forma a los usuarios que transitan a pie a utilizar la infraestructura diseñada para su seguridad.

Se propone la construcción de un total de 91 puentes peatonales con sus respectivas cercas para contener peatones. En la Tabla 5.6 se presenta el resumen de la infraestructura para peatones propuesta como medida de mejoramiento, clasificada por estado.

Tabla 5.6 Medidas de mejoramiento propuestas para incrementar la seguridad de los peatones

Infraestructura para peatones	QRO	GTO	SLP	Total
Sentido A				
Puente peatonal	10	44	37	91
Sitios donde se requiere valla o cerca peatonal	22	42	35	99
Longitud de valla o cerca peatonal (km)	(6.84)	(24.78)	(54.15)	(85.77)
Sentido B				
Puente peatonal	10	44	37	91
Sitios donde se requiere valla o cerca peatonal	14	44	32	90
Longitud de valla o cerca peatonal (km)	(2.25)	(44.06)	(7.78)	(54.09)
Total puentes peatonales	10	44	37	91
Total sitios de valla o cerca peatonal	36	86	67	189
Total longitud de valla o cerca peatonal (km)	9.09	68.84	61.93	139.86

Fuente: Elaboración propia

5.1.7 Zonas escolares

Es fundamental que las zonas escolares cuenten con un apropiado señalamiento y demarcación para advertir a los conductores de la presencia de usuarios vulnerables como niños y jóvenes peatones y ciclistas, es por esta razón que durante la ASV hecha al tramo se puso especial atención en estas zonas, encontrándose zonas escolares que no están bien señalizadas ya sea por la falta total de señales o por no atender las especificaciones normativas correspondientes, sea cual sea el caso, la medida de mejoramiento propuesta es

la colocación de señales SP-33 “Escolares” y otros dispositivos de advertencia, de acuerdo a las disposiciones señaladas en el Manual de Señalización Vial y Dispositivos de Seguridad (MSVDS) [20] y en la NOM-034 [22]. En la Figura 5.13 se muestra la señal SP-33 de acuerdo a lo indicado en el MSVDS y en la Figura 5.14 presenta un fragmento de la NOM-034 [22] en la que se estipula la distancia a la que se debe colocar la Señal Preventiva SP-33 Zona Escolar.

SP-33 ESCOLARES

Se utiliza para indicar los sitios o zonas de la vialidad por donde cruzan o transitan escolares.



Figura 5.13 Señal Preventiva SP-33 “Escolares”

6.2.3. Ubicación

Longitudinalmente, las señales preventivas se deben colocar antes de la zona de riesgo que se señala, a una distancia determinada en función de la velocidad, conforme con lo indicado en la tabla 12. Esta distancia puede variar a juicio del proyectista en situaciones especiales para lograr las mejores condiciones de visibilidad.

TABLA 12.- Ubicación longitudinal de las señales preventivas

Velocidad ^[1] km/h	≤ 30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Distancia m	30	45	65	85	110	140	170	205	245	285

[1] En carreteras nuevas se utilizará la velocidad de proyecto; cuando estén en operación, se utilizará la velocidad de operación estimada como el 85 percentil de las velocidades medidas en el tramo. En vialidades urbanas se utilizará la velocidad establecida por las autoridades correspondientes.

Figura 5.14 Fragmento de la NOM-034-SCT-2011 referente a la distancia de colocación de las señales preventivas

5.1.8 Infraestructura para disminuir velocidad

El objetivo de este tipo de infraestructura es, como su nombre lo dice, reducir la velocidad del flujo vehicular y se recomienda su colocación en zonas aledañas a grandes flujos de peatones. Al realizar la ASV al tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí, se detectaron 15 zonas en las que se recomienda la colocación de infraestructura para disminuir la velocidad, dichas zonas corresponden a zonas escolares y zonas pobladas, comerciales e industriales a los costados de la vía, entre otros. Para el caso específico del tramo en estudio, se propone que la infraestructura para disminuir velocidad sean rayas logarítmicas, mismas que producen al conductor una ilusión óptica y auditiva de que el vehículo se acelera,

siendo la reacción del mismo el reducir la velocidad. Es importante combinar este tipo de infraestructura con la señalización preventiva adecuada. De acuerdo a la NOM-034 [22], las rayas deben ser de color blanco reflejante, de 60 cm de ancho y colocarse en forma transversal al eje de la carretera en el sentido de circulación como se muestra en la Figura 5.15. Dichas rayas deben ser realizadas. Su longitud total, el número de rayas y la separación entre ellas se determinan conforme a lo señalado en la Figura 5.16.

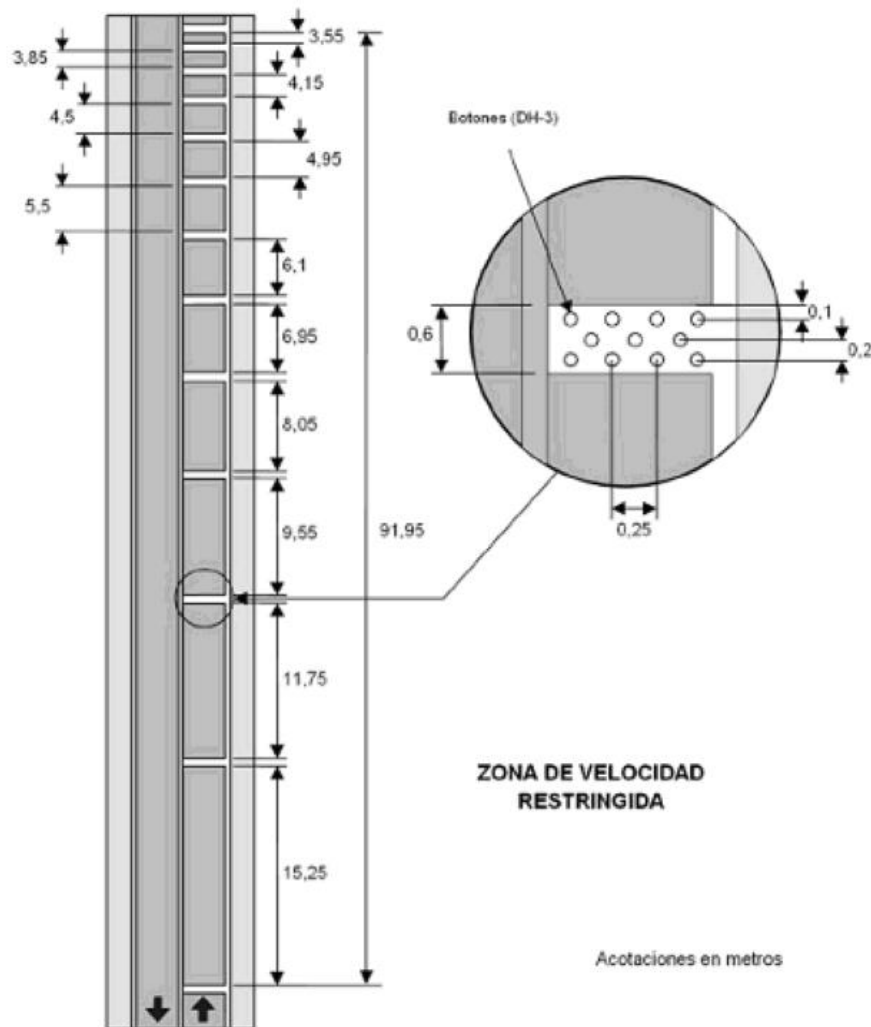


FIGURA 14.- Rayas con espaciamiento logarítmico para velocidad de entrada de 50 km/h y velocidad de salida de 30 km/h

Figura 5.16 Ejemplo de colocación de rayas logarítmicas para velocidad de entrada de 50 km/h y velocidad de salida de 30 Km/h [22]

		Diferencia de velocidades (km/h) / Número de líneas requeridas						
		20 / 13	30 / 20	40 / 26	50 / 32	60 / 38	70 / 44	80 / 51
Separación entre rayas m	15,25	15,25	15,25	15,25	15,25	15,25	15,25	
	11,75	12,55	13,10	13,50	13,70	13,90	14,05	
	9,55	10,70	11,50	12,05	12,50	12,80	13,05	
	8,05	9,30	10,25	10,90	11,45	11,85	12,15	
	6,95	8,25	9,25	10,00	10,60	11,05	11,40	
	6,10	7,40	8,40	9,20	9,80	10,30	10,70	
	5,50	6,70	7,70	8,50	9,15	9,70	10,10	
	4,95	6,10	7,15	7,95	8,60	9,15	9,60	
	4,50	5,65	6,60	7,40	8,10	8,65	9,10	
	4,15	5,25	6,20	7,00	7,65	8,20	8,65	
	3,85	4,85	5,80	6,60	7,25	7,80	8,25	
	3,55	4,55	5,45	6,25	6,90	7,45	7,90	
		4,30	5,15	5,90	6,55	7,10	7,55	
		4,05	4,90	5,60	6,25	6,80	7,25	
		3,85	4,65	5,35	6,00	6,55	7,00	
		3,65	4,45	5,10	5,75	6,30	6,75	
		3,45	4,25	4,90	5,50	6,05	6,50	
		3,30	4,05	4,70	5,30	5,80	6,25	
		3,15	3,90	4,50	5,10	5,60	6,05	
			3,75	4,35	4,90	5,40	5,85	
			3,60	4,20	4,75	5,25	5,65	
			3,45	4,05	4,60	5,10	5,50	
			3,30	3,90	4,45	4,95	5,35	
			3,20	3,75	4,30	4,80	5,20	
			3,10	3,65	4,20	4,65	5,05	
				3,55	4,10	4,50	4,90	
				3,45	4,00	4,35	4,75	
				3,35	3,90	4,25	4,65	
				3,25	3,80	4,15	4,55	
				3,15	3,70	4,05	4,45	
				3,10	3,60	3,95	4,35	
					3,50	3,85	4,25	
					3,40	3,75	4,15	
					3,30	3,65	4,05	
				3,20	3,55	3,95		
				3,10	3,45	3,85		
				3,05	3,35	3,75		
					3,30	3,65		
					3,25	3,55		
					3,20	3,45		
					3,15	3,40		
					3,10	3,35		
					3,05	3,30		
						3,25		
						3,20		
						3,15		
						3,10		
						3,05		
						3,00		
						2,95		
Σ_1	84,15	122,30	158,40	194,40	231,25	266,35	304,20	
Σ_2	91,95	134,30	174,00	213,60	254,05	292,75	334,80	

Σ_1 = Longitud de espaciamento

Σ_2 = Longitud total (espaciamento + anchura de la raya)

Figura 5.16 Tabla para calcular el espaciamento entre rayas logarítmicas [22]

En las Figuras 5.17 y 5.18 se muestran ejemplos de la colocación de rayas logarítmicas, la Figura 5.17 se refiere a la zona aledaña a la ciudad de Querétaro

sobre la carretera México-Querétaro, mientras que la Figura 5.18 se refiere a la zona del km 151+000 de la carretera en estudio (Querétaro-San Luis Potosí) en la zona de aproximación al poblado de Santa María del Río, SLP. Ambas imágenes fueron obtenidas del “Street View” de Google Maps [24].



Figura 5.17 Ejemplo de rayas logarítmicas en la ciudad de Querétaro



Figura 5.18 Ejemplo de rayas logarítmicas en el km 151+000 de la Carretera Querétaro-San Luis Potosí

5.1.9 Control de accesos irregulares

Como ya se mencionó anteriormente, la peligrosidad de los accesos irregulares consiste en la presencia de vehículos en los costados de la vía, intentando incorporarse o atravesar la misma, sin contar con carriles auxiliares para realizar la maniobra y sin informar de la presencia de los mismos a los conductores que ya circulan sobre la vía principal. Este conjunto de hechos incrementa el riesgo de colisión. Para todos los casos clasificados como accesos irregulares, la medida de mejoramiento propuesta es la eliminación de dichos accesos, ya sea en el lado derecho de la vía, como en la faja separadora central. En las Figuras 5.19 y 5.20 se presentan ejemplos de los accesos irregulares en el lado derecho y en la faja

separadora central, respectivamente. La solución propuesta en ambos casos es la eliminación de dichos accesos, misma que se puede lograr mediante la colocación de barreras metálicas o de concreto.



Figura 5.19 La medida de mejoramiento en los casos de accesos irregulares del lado derecho puede ser la prolongación de la barrera metálica



Figura 5.20 La medida de mejoramiento en los casos de accesos irregulares en la faja separadora central puede ser la colocación de la barrera metálica o de concreto

La medida de mejoramiento se debe aplicar a los 352 puntos a lo largo de la carretera en los que se reportan accesos irregulares del lado derecho de la vía, así como a los 75 casos de retornos o accesos irregulares sobre la faja separadora central.

5.1.10 Carriles auxiliares

La finalidad de los carriles auxiliares es facilitar la maniobra de incorporación y salida hacia y desde la vía principal, motivo por el cual es de suma importancia que cuenten con la longitud adecuada a fin de minimizar y llegar a eliminar las zonas de conflicto entre los vehículos que ya circulan sobre la vía principal y aquellos que salen o se incorporan. Como se mencionó en el capítulo anterior, se detectaron 274 accesos que presentan deficiencias en carriles auxiliares, 56 retornos en la faja separadora central y el caso especial de 13 retornos con gasa auxiliar. Las deficiencias detectadas son la falta de uno o ambos carriles auxiliares y/o la falta de extensión de los mismos, es decir los carriles auxiliares son más cortos de lo estipulado en el Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras (MPGC) [21]. La medida de mejoramiento propuesta consiste en construir y ampliar los carriles auxiliares correspondientes de acuerdo a las especificaciones del MPGC, mismos que se presentan en la Figura 5.21.

Velocidad de proyecto en el enlace, km/h	Condición de parada	25	30	40	50	60	70	80	
		15	24	45	75	113	154	209	
Velocidad de proyecto de la carretera, km/h	Longitud de la transición, en metros.	Longitud total del carril de DESCELRACION, incluyendo la transición, en metros.							
50	45	64	45	—	—	—	—	—	
60	54	100	85	80	70	—	—	—	
70	61	110	105	100	90	75	—	—	
80	69	130	125	120	110	95	85	—	
90	77	150	145	140	130	115	105	80	
100	84	170	160	160	145	135	125	100	
110	90	185	175	175	160	150	140	120	
Velocidad de proyecto de la carretera, km/h	Longitud de la transición, en metros.	Longitud total del carril de ACELERACION, incluyendo la transición, en metros.							
50	45	170	45	—	—	—	—	—	
60	54	110	85	75	—	—	—	—	
70	61	160	135	125	100	—	—	—	
80	69	230	125	190	170	125	—	—	
90	77	315	300	285	255	205	160	—	
100	84	405	395	380	350	295	240	160	
110	90	470	465	455	425	375	325	260	

Figura 5.21 Parámetros estipulados en el MPGC para determinar la longitud de los carriles de aceleración y desaceleración

5.1.11 Otros

Respecto a las deficiencias particulares de ciertos puntos del tramo carretero, clasificadas como “Otras” se proponen diversas medidas de mejoramiento para cada una, mismas que se describen a continuación.

Se detectaron dos paradas de autobús localizadas en sitios peligrosos en los que el riesgo de atropellamiento y colisión se incrementan considerablemente. La primera consiste en una parada de autobús ubicada en el carril de aceleración de una incorporación y la segunda corresponde a una parada informal que no cuenta con carriles auxiliares. La medida de mejoramiento propuesta en ambos casos, consiste en la reubicación de la parada de autobús misma que se debe complementar con la colocación de un puente peatonal y vallas para contener peatones, así como señalizarla adecuadamente para prevenir a los vehículos en circulación de la presencia de peatones y otros vehículos en parada momentánea, proporcionando de esa forma la seguridad al peatón y a los vehículos que circulan por la vía ya que se elimina el peligro que representa la actual ubicación de la parada de autobús.

La segunda deficiencia a la que se hace referencia en este apartado, se trata de dos intersecciones a nivel en las que el flujo vehicular de las vías secundarias alcanza cifras significativas, incrementado el riesgo de colisión por la gran cantidad de vehículo confluyendo en el mismo punto y por el mal diseño y falta de señalización de las mismas. En ambos casos se propone realizar un estudio a detalle siendo la primera opción a considerar, diseñar una intersección a desnivel, en la que únicamente interactúen los vehículos que entran y salen desde y hacia la vía principal, disminuyendo de esta forma el riesgo de colisión. En la Figura 5.22 se presentan algunos ejemplos de tipos generales de entronques a desnivel considerados en el MPGC [21]. Para el caso específico de los dos entronques encontrados en el recorrido al tramo en estudio, se proponen el tipo “T” o “Trompeta” para el entronque ubicado en el kilómetro 140+060 y se propone el tipo “Y” o “Direccional” para la intersección del kilómetro 160+280. Con estas soluciones se encauzará correctamente el flujo vehicular que entra y sale de la vía principal reduciendo de esta forma el riesgo de colisión que generan los cruces a nivel, representando esta mejora un incremento en la seguridad de la carretera y al mismo tiempo mejora las condiciones de operación de la vía.

A lo largo de este capítulo se presentaron las recomendaciones hechas por el equipo auditor para mejorar la seguridad en el Tramo Querétaro-San Luis Potosí, con lo que se busca no sólo reducir la cantidad de accidentes y sus consecuencias, sino también mejorar las condiciones de operación de la vía, generando un mayor desarrollo en la zona al impactar uno de los principales ejes comerciales del país.

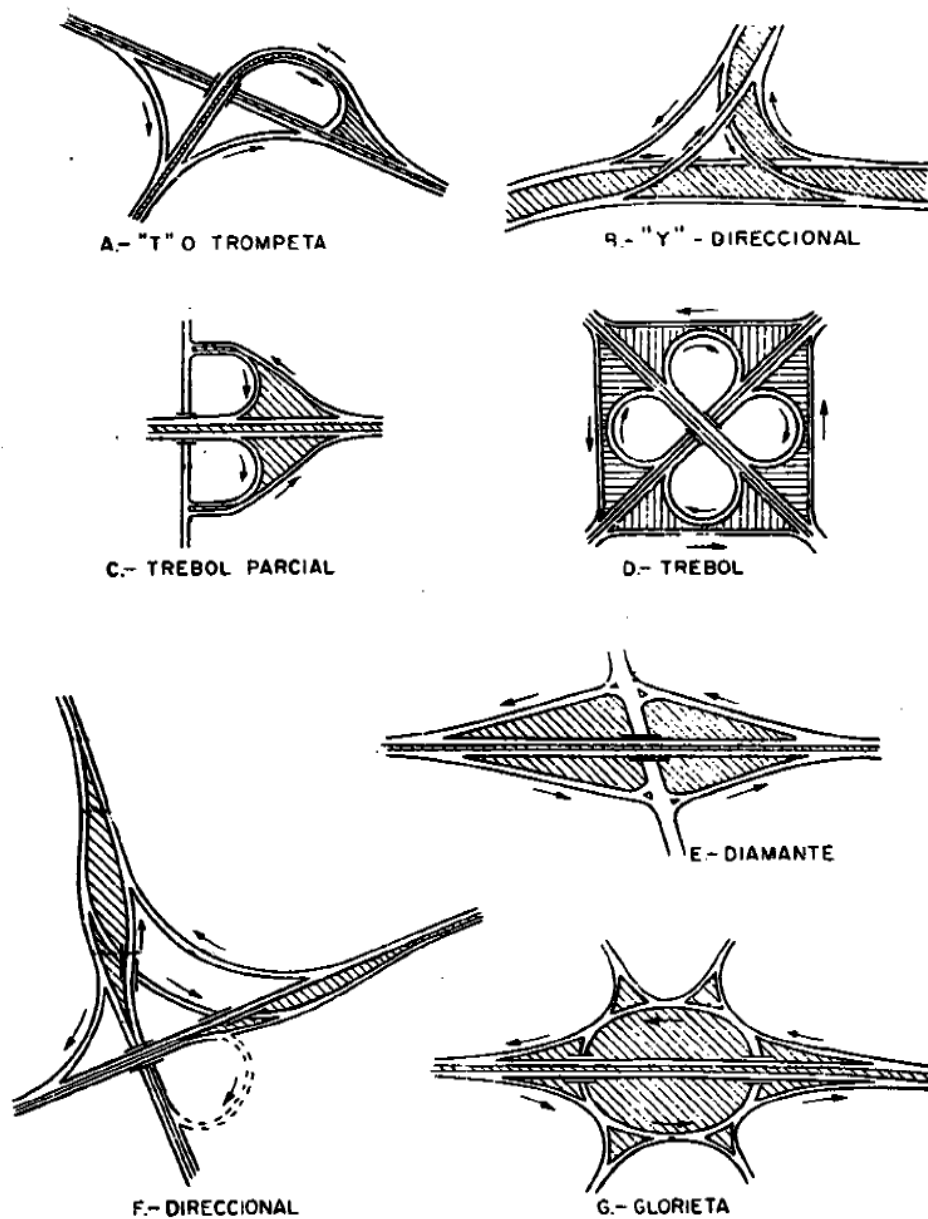


FIGURA 11.83. TIPOS GENERALES DE ENTRONQUES A DESNIVEL

Figura 5.22 Tipos generales de entronques a desnivel [21]

6 Conclusiones

La importancia del presente trabajo es darle seguimiento a los esfuerzos que se han llevado a cabo en México para lograr el mejoramiento de la infraestructura carretera con el objetivo de mejorar la seguridad vial de los usuarios, específicamente en el presente documento se da seguimiento al proyecto iRAP México, mismo que evaluó la Red Carretera Nacional asignado a una gran parte de la red en una clasificación por estrellas de tres o menos, traduciéndose esto en una infraestructura que puede mejorarse a fin de proporcionar una mayor seguridad a los usuarios.

Con el fin de generar el proyecto ejecutivo para la construcción e instalación de las medidas de mejora propuestas por el proyecto iRAP, es que durante el desarrollo del presente trabajo se llevó a cabo una Auditoría de Seguridad Vial tradicional a un tramo piloto de estudio, siendo dicho tramo el Querétaro-San Luis Potosí, correspondiente a la carretera MEX-057. El tramo atraviesa tres entidades federativas: Querétaro, Guanajuato y San Luis Potosí. Independientemente de la entidad que reporta la mayor cantidad de deficiencias, la relación Beneficio-Costo de las medidas de mejoramiento propuestas por iRAP es positiva, siendo superior a 5 para las medidas de mejoramiento a implementar en Guanajuato y superiores a 7 y 8 para las medidas de mejoramiento a implementar en los estados de San Luis Potosí y Querétaro, respectivamente. Las medidas de mejoramiento planteadas por iRAP abarcan todo tipo de acciones, demostrando de esta forma que se puede mejorar la seguridad de un tramo implementando desde medidas de bajo costo hasta grandes proyectos de mejoramiento.

En el capítulo tres se observa que la carretera es una importante vía de comunicación al reportar año con año un incremento en el TDPA, siendo más del 50% vehículos ligeros, sin embargo, por pertenecer a uno de los principales ejes troncales del país como lo es la carretera MEX-057 que conecta el centro del país con la frontera norte (México-Nuevo Laredo) se reporta un número considerable de vehículos de carga, impactando este hecho tanto en la operación de la carretera como en la seguridad de los usuarios. En general, los vehículos de carga provocan un daño superior al pavimento que los vehículos ligeros, hecho que impacta directamente la superficie de rodamiento de la carretera tanto por la cantidad de carga transportada como por el número creciente de vehículos circulando por la vía, es por esta razón que se analizó el comportamiento del IRI a fin de determinar si la condición del pavimento puede encontrarse en tan malas condiciones que se incremente considerablemente el riesgo para los usuarios. En general se observa una superficie de rodamiento es buena de acuerdo a los valores reportados por la DGCC del IRI para el tramo en estudio, reportando un valor regular al tramo comprendido entre el kilómetro 86+900 y 124+700, tramo ubicado en Guanajuato, hecho que confirma que el tramo carretero ubicado en dicha entidad es el que tiene mayor problema en la infraestructura.

Respecto a la accidentalidad, se observó que es San Luis Potosí el estado que reporta el mayor índice de accidentalidad, pero sin embargo, es en Guanajuato donde se presentan los mayores índices de mortalidad y morbilidad, demostrado que aunque sea menor la cantidad de accidentes por veh-km reportados en Guanajuato, las consecuencias de los mismos son más graves, siendo evidente la urgencia de implementar las medidas de mejoramiento propuestas por iRAP .

En la ASV se detectó que el tramo a cargo del estado de Guanajuato es el que reporta la mayor cantidad de deficiencias. Entre los problemas más recurrentes referentes a los usuarios de vehículos, a lo largo del tramo en estudio, se encuentra la presencia de accesos y retornos irregulares, la presencia de objetos que representan un peligro en las zonas laterales, la falta o mala instalación y mantenimiento de las barreras y la falta de alumbrado en las intersecciones; mientras que para los usuarios vulnerables tales como los peatones y ciclistas la falta de infraestructura diseñada para ellos, aunado a la falta de iluminación y señalización provoca un incremento en el riesgo de atropellamiento.

Con el presente trabajo se generaron una serie de recomendaciones orientadas a definir los proyectos ejecutivos de construcción e instalación para el mejoramiento de la infraestructura carretera, atender todas las deficiencias encontradas de forma ordenada, priorizando aquellos problemas y puntos con mayor conflicto, contribuyendo de esa forma a la reducción de los accidentes de tránsito en las carreteras nacionales y a sus consecuentes víctimas.

Bibliografía

1. Organización Mundial de la Salud, OMS (2013). Lesiones causadas por el tránsito. Nota descriptiva No. 358, Marzo de 2013. Consultada en la página de la OMS: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/es/>; consultada en febrero de 2015.
2. Instituto Nacional de Estadística y Geografía, INEGI (2015). Estadísticas de mortalidad. Defunciones generales por causas detalladas CIE. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Consulta interactiva de datos de la página http://www.inegi.org.mx/sistemas/olap/Proyectos/bd/continuas/mortalidad/MortalidadGeneral.asp?s=est&c=11144&proy=mortgral_mg, consultada el 09 de enero de 2015.
3. Comisión Nacional de Seguridad, CNS (2014). Accidentes y Reporte de Víctimas en accidentes en carreteras federales 2013. Dirección General de Información de la División de Seguridad Regional, Policía Federal. Información proporcionada mediante correo electrónico de Serrano, C. (cserrano@sct.gob.mx), 11 de julio de 2014. Re: Accidentes. Enviado a Mendoza, A. (mendoza@imt.mx).
4. Organización Panamericana de la Salud, OPS (2013). “México ocupa el séptimo lugar a nivel mundial en muertes por accidentes de tránsito”; OPS, Organización Mundial de la Salud; disponible en http://www.paho.org/mex/index.php?option=com_content&view=article&id=552:mexico-ocupa-septimo-lugar-nivel-mundial-muertes-accidentes-transito-ops&Itemid=0; consultada el 17 de septiembre de 2014.
5. Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes, CONAPRA (2014). Informe sobre la situación de la Seguridad Vial, México 2014, Secretaría de Salud.
6. Diario Oficial de la Federación, DOF (2011). Acuerdo por el que se da a conocer la Estrategia Nacional de Seguridad Vial 2011-2020, Publicado el 06 de junio de 2011.
7. International Road Assessment Programme, iRAP (2014). Manual de Codificación para la Clasificación por Estrellas de iRAP. Londres, 2014.
8. Software VIDA del International Road Assessment Programme, iRAP (2012). Consultado en línea en la dirección <https://vida.irap.org/es/home>, consultado en mayo de 2015.

9. International Road Assessment Programme, iRAP (2012). Planes de Inversión para vías más seguras; Hampshire, Reino Unido.
10. McMahon, K. & Dahdah S. The True Cost of Road Crashes: Valuing life and the cost of a serious injury; iRAP, Londres, Reino Unido (2007).
11. International Road Assessment Programme, iRAP (2012). Descripción de las medidas de mejoramiento recomendadas para la carretera MEX-057 en el tramo Querétaro-San Luis Potosí. Obtenidas del portal de iRAP dedicado a proveer información sobre las causas y la prevención de accidentes de tránsito: www.toolkit.irap.org; consultado en abril de 2015.
12. C. Cuevas et. al. (2010-2014). Anuarios Estadísticos de Accidentes en Carreteras Federales 2009 – 2012. Instituto Mexicano del Transporte, IMT; publicaciones técnicas No. 46, 51, 56 y 57.
13. Datos Viales 2009-2013. Dirección General de Servicios Técnicos (DGST), Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT), obtenidos de la página oficial de la SCT-DGST: <http://www.sct.gob.mx/carreteras/direccion-general-de-servicios-tecnicos/datos-viales/>, consultada en abril de 2015.
14. Dirección General de Conservación de Carreteras, DGCC (2009-2013). Índice de Rugosidad Internacional (IRI). Subsecretaría de Infraestructura, Secretaría de Comunicaciones y Transportes. Información proporcionada mediante oficio de parte del Lic. Alejandro Fernández Campillo, Director General de la DGCC.
15. Cal y Mayor R. E., R, Cárdenas Grisales, J. (2007). Ingeniería de Tránsito, Fundamentos y aplicaciones, Octava Edición, Editorial Alfa Omega, México (2007). ISBN: 970-15-1238-3.
16. Arrollo Osorno, J. A., Aguerrebere Salido, R., Torres Vargas, G. (2014). Costos de operación base de los vehículos representativos del transporte interurbano 2014, Publicación Técnica No. 407, Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México.
17. Mendoza Díaz, A., Abarca Pérez, E., Saucedo Rojas, M. A. (2011). Prácticas para evaluar la calidad de infraestructura carretera de cuota, Publicación técnica No. 353, Instituto Mexicano del Transporte, Querétaro, México.
18. Bennett, C. R. and Paterson, William D. O. (2000). Documentation of HDM4, version 1.0. International Study of Highway Development and Management Tools (ISOHDM), United Kingdom.
19. G. Dourthé & J. Salamanca (2003). Guía para realizar una Auditoría de Seguridad Vial. Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito CONASET. Chile.

20. Dirección General de Servicios Técnicos, DGST (2014). Manual de señalización vial y dispositivos de seguridad, Sexta Edición, México 2014, Subsecretaría de Infraestructura, Secretaría de Comunicaciones y Transportes.
21. Manual de Proyecto Geométrico de Carreteras, MPGC (1991). Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Cuarta Reimpresión, México.
22. Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2011 (2011). Señalamiento horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas. Publicada en el Diario Oficial de la Federación, segunda sección, 16 de noviembre de 2011.
23. American Association of State Highway and Transportation Officials, AASHTO (2002). Roadside Design Guide.
24. Google Maps (2015). Imágenes obtenidas del visor "Street View" del programa Google Maps, obtenidas de la aplicación en línea: <https://www.google.com.mx/maps/@21.777628,-100.713328,15z>, consultada en junio de 2015.

Anexo 1.

En este anexo se incluyen las tablas del detalle de la cuantificación de las medidas de mejoramiento propuestas para la etapa de implementación que tienen la finalidad de subsanar las deficiencias encontradas en la ASV realizada al tramo carretero Querétaro-San Luis Potosí que pretende reducir la cantidad y severidad de los accidentes. La información mostrada en las tablas es el insumo principal para generar los proyectos ejecutivos de cada medida. Es importante mencionar que las tablas presentadas son solamente ilustrativas del trabajo realizado, ya que el trabajo completo describe las recomendaciones para cada segmento de 100 m de la totalidad de 194 kilómetros auditados en cada sentido de circulación.

**Tabla A.1 Cuantificación de las medidas de mejoramiento propuestas:
Bandas alertadoras y pavimentación del acotamiento**

Clave	Edo.	Nombre del Tramo	Nombre de la Carretera	Kilometraje		Sentido A (Querétaro - San Luis Potosí)					
						Bandas alertadoras		Pavimentación de acotamiento del lado del conductor		Pavimentación de acotamiento del lado del pasajero	
						Inicio	Fin	Inicio	Fin	Inicio	Fin
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	20+700	20+800	20+780					
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	20+800	20+900						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	20+900	21+000						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+000	21+100						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+100	21+200						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+200	21+300						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+300	21+400						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+400	21+500		21+420				
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+500	21+600	21+580					
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+600	21+700						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+700	21+800						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+800	21+900						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+900	22+000						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+000	22+100		22+040		22+040		
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+100	22+200						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+200	22+300						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+300	22+400						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+400	22+500						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+500	22+600						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+600	22+700			22+640			
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+700	22+800	22+780					
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+800	22+900						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+900	23+000						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+000	23+100						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+100	23+200						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+200	23+300						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+300	23+400				23+320		
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+400	23+500						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+500	23+600						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+600	23+700		23+700				
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+700	23+800						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+800	23+900						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+900	24+000	23+960					
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+000	24+100						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+100	24+200						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+200	24+300						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+300	24+400						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+400	24+500						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+500	24+600						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+600	24+700		24+700				

**Tabla A.2 Cuantificación de las medidas de mejoramiento propuestas:
Mejoramiento del señalamiento vertical y horizontal**

Clave	Edo.	Nombre del Tramo	Nombre de la Carretera	Kilometraje		Sentido A (Querétaro - San Luis Potosí)						
						Mejoramiento del señalamiento Vertical		Mejoramiento del señalamiento Horizontal				
						Inicio	Fin	Km.	Clave de Señalamiento y/o Dispositivo	Inicio	Fin	Clave de Marca y/o Dispositivo
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	20+700	20+800							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	20+800	20+900							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	20+900	21+000							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+000	21+100							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+100	21+200							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+200	21+300							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+300	21+400				21+300	21+310	M-13.1	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+400	21+500							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+500	21+600				21+580	21+600	M-13.1	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+600	21+700							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+700	21+800	21+700	SP-6					
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+800	21+900							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+900	22+000	21+960	SII-15 (Km. 22)					
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+000	22+100				22+040			
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+100	22+200							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+200	22+300							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+300	22+400						M-3.1, M-4, M-5	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+400	22+500					22+500		
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+500	22+600							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+600	22+700							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+700	22+800				22+760	22+780	M-5	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+800	22+900	22+860	SP-17					
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+900	23+000							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+000	23+100				23+020	23+100	M-4, M-5	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+100	23+200							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+200	23+300							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+300	23+400							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+400	23+500							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+500	23+600	23+580	SIS-19					
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+600	23+700							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+700	23+800							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+800	23+900				23+800	23+880	M-3.1	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+900	24+000							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+000	24+100				24+020	24+100	M-4	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+100	24+200							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+200	24+300							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+300	24+400	24+380	SP-6					
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+400	24+500				24+420	24+480	M-4	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+500	24+600	24+500	OD-12, SIS-19					
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+600	24+700	24+600	OD-12					
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+700	24+800	24+700	OD-12					

**Tabla A.3 Cuantificación de las medidas de mejoramiento propuestas:
Mejoramiento de intersecciones y cerca para contener peatones / valla peatonal**

Clave	Edo.	Nombre del Tramo	Nombre de la Carretera	Kilometraje		Sentido A (Querétaro - San Luis Potosí)						
						Mejoramiento de intersecciones			Cerca para contener peatones/Valla peatonal			
						Inicio	Fin	Observación	Km Inicio	Km Fin	Observaciones	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	20+400	20+500					20+440		Se recomienda la colocación de un puente peatonal por haber un hospital del lado derecho, así como darle continuidad a la cerca contenedora de peatones central con el fin de evitar la invasión de la carretera
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	20+500	20+600							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	20+600	20+700							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	20+700	20+800	20+720	20+800	Prolongar carril de aceleración				
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	20+800	20+900							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	20+900	21+000							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+000	21+100					21+100		
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+100	21+200							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+200	21+300							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+300	21+400							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+400	21+500							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+500	21+600							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+600	21+700							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+700	21+800							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+800	21+900							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	21+900	22+000					21+960		
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+000	22+100	20+040	22+100	Prolongar carril de desaceleración				
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+100	22+200							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+200	22+300							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+300	22+400							
	QRO					22+400	22+500	Prolongar carril de aceleración				
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+400	22+500							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+500	22+600							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+600	22+700							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+700	22+800							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+800	22+900							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+900	23+000							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+000	23+100					23+100		
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+100	23+200							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+200	23+300							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+300	23+400							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+400	23+500							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+500	23+600							
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+600	23+700							

**Tabla A.4 Cuantificación de las medidas de mejoramiento propuestas:
Infraestructura para disminuir la velocidad y alumbrado en tramo carretero**

Clave	Edo.	Nombre del Tramo	Nombre de la Carretera	Kilometraje		Sentido A (Querétaro - San Luis Potosí)					
						Infraestructura para disminuir velocidad			Alumbrado en tramo carretero		
				Inicio	Fin	Km Inicio	Km Fin	Observaciones	Km Inicio	Km Fin	Observaciones
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+200	22+300	22+200		Rayas logarítmicas / Se tienen rayas logarítmicas en malas condiciones, se recomienda dar mantenimiento a las mismas			
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+300	22+400		22+360				
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+400	22+500				22+460		Se recomienda alumbrado en el tramo carretero por encontrarse zona comercial del lado derecho de la vía
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+500	22+600					22+640	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+600	22+700						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+700	22+800						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+800	22+900						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+900	23+000						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+000	23+100						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+100	23+200						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+200	23+300						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+300	23+400						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+400	23+500						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+500	23+600						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+600	23+700				23+640		Se recomienda alumbrado en el tramo carretero por encontrarse zona habitacional/comercial del lado derecho de la vía
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+700	23+800					23+800	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+800	23+900						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+900	24+000						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+000	24+100						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+100	24+200				24+140		Se recomienda alumbrado en el tramo carretero por encontrarse zona comercial del lado derecho de la vía
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+200	24+300						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+300	24+400						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+400	24+500					24+420	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+500	24+600						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí			24+688		Se recomienda la colocación de infraestructura para disminuir la velocidad, debido a que en el lado derecho se encuentra una población sobre el talud de la carretera, y se tiene una parada de autobús a esta altura, el dispositivo de disminución de velocidad se recomienda sean rayas logarítmicas de este tipo hacia atrás, el tramo tienen una velocidad máxima señalada de 80 km/h (poste de km25)			
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+600	24+700						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+700	24+800		24+780		24+720		Se recomienda alumbrado en el tramo carretero por encontrarse zona habitacional del lado derecho de la vía, así como parada de autobús y puente peatonal
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+800	24+900						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+900	25+000						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+000	25+100					25+060	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+100	25+200				25+180		
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+200	25+300						Se recomienda alumbrado en el tramo carretero por encontrarse zona habitacional del lado derecho de la vía
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+300	25+400						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+400	25+500						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+500	25+600					25+540	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+600	25+700						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+700	25+800						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+800	25+900				25+800	25+900	Se recomienda alumbrado en el tramo carretero por encontrarse zona industrial del lado derecho de la vía
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+900	26+000						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+000	26+100						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+100	26+200				26+120		Se recomienda alumbrado en el tramo carretero por encontrarse zona habitacional/comercial del lado derecho de la vía
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+200	26+300						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+300	26+400					26+320	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+400	26+500						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+500	26+600						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+600	26+700						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+700	26+800				26+740		Se recomienda alumbrado en el tramo carretero por encontrarse zona habitacional/comercial del lado derecho de la vía
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+800	26+900						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+900	27+000						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	27+000	27+100					27+060	
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	27+100	27+200						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	27+200	27+300						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	27+300	27+400						
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	27+400	27+500						

**Tabla A.5 Cuantificación de las medidas de mejoramiento propuestas:
Alumbrado en Intersección y en cruce peatonal (puente peatonal)**

Clave	Edo.	Nombre del Tramo	Nombre de la Carretera	Kilometraje		Sentido A (Querétaro - San Luis Potosí)							
						Alumbrado en la intersección			Alumbrado en cruce peatonal (puente peatonal)				
						Inicio	Fin	Km Inicio	Km Fin	Observaciones	Km Inicio	Km Fin	Observaciones
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+200	22+300								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+300	22+400	22+360	22+400	Se recomienda la colocación de alumbrado en la intersección					
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+400	22+500				22+400	22+400	Se recomienda la iluminación del puente peatonal propuesto		
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+500	22+600								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+600	22+700								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+700	22+800								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+800	22+900								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	22+900	23+000								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+000	23+100								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+100	23+200								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+200	23+300								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+300	23+400								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+400	23+500								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+500	23+600								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+600	23+700								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+700	23+800				23+780	23+780	Puente Peatonal / Se recomienda la iluminación del puente peatonal		
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+800	23+900								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	23+900	24+000								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+000	24+100								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+100	24+200								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+200	24+300								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+300	24+400								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+400	24+500								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+500	24+600								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+600	24+700								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+700	24+800								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+800	24+900								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	24+900	25+000								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+000	25+100				25+040	25+040	Puente Peatonal / Se recomienda la iluminación del puente peatonal		
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+100	25+200								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+200	25+300								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+300	25+400								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+400	25+500								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+500	25+600								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+600	25+700								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+700	25+800								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+800	25+900								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	25+900	26+000								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+000	26+100								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+100	26+200								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+200	26+300								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+300	26+400								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+400	26+500				26+460	26+460	Puente Peatonal / Se recomienda la iluminación del puente peatonal		
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+500	26+600								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+600	26+700								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+700	26+800								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+800	26+900								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	26+900	27+000								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	27+000	27+100								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	27+100	27+200				27+120	27+120	Se recomienda la iluminación del puente peatonal propuesto		
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	27+200	27+300								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	27+300	27+400								
BC-302-03	QRO	Querétaro - Lim. Edos. Qro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	27+400	27+500								

**Tabla A.6 Cuantificación de las medidas de mejoramiento propuestas:
Señalamiento en zonas escolares y control de accesos**

Clave	Edo.	Nombre del Tramo	Nombre de la Carretera	Kilometraje		Sentido A (Querétaro - San Luis Potosí)							
						Señalamiento en zonas escolares			Control de accesos				
				Inicio	Fin	Km Inicio	Km Fin	Observaciones	Km Inicio	Km Fin	Observaciones		
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	30+500	30+600					30+560	30+580	Acceso irregular / Eliminar acceso irregular del lado derecho de la vía	
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	30+600	30+700								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	30+700	30+800								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	30+800	30+900					30+800	30+840	Acceso irregular / Eliminar acceso irregular del lado derecho de la vía	
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	30+900	31+000								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	31+000	31+100								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	31+100	31+200	31+135	31+180	Colocar dos señales preventivas SP-33 "ESCOLARES", una en el punto de la zona escolar y la otra 45 m antes, de acuerdo a la NOM-034					
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	33+600	33+700								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	33+700	33+800					33+760		Acceso irregular / Eliminación de accesos del lado derecho de la vía, se propone que la localidad únicamente tenga una entrada, ubicada más adelante en un intersección, en este punto se evitará también la interferencia	
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	33+800	33+900						33+840		
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	33+900	34+000					33+980		Acceso irregular / Se tiene un acceso irregular sin carril de aceleración, se recomienda eliminar	
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+000	34+100						34+020		
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+100	34+200								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+200	34+300								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+300	34+400								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+400	34+500								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+500	34+600								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+600	34+700								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+700	34+800								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+800	34+900								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+900	35+000					34+900	34+920	Acceso irregular / Se tiene un acceso debido a zona habitacional del lado derecho, se recomienda eliminar por no contar con carriles auxiliares	
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+000	35+100								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+100	35+200								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+200	35+300								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+300	35+400								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+400	35+500								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+500	35+600								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+600	35+700								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+700	35+800					35+760	35+760	Acceso irregular / Se tiene acceso irregular del lado derecho, se recomienda eliminar	
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+800	35+900								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+900	36+000								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+000	36+100					36+060	36+060	Acceso irregular / Se tiene acceso irregular del lado derecho, se recomienda eliminar	
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+100	36+200					36+160		Acceso irregular / Se tiene acceso irregular del lado derecho por zona habitacional, se recomienda eliminar	
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+200	36+300								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+300	36+400						36+340		
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+400	36+500								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+500	36+600								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+600	36+700								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+700	36+800								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+800	36+900								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lim. Edos. Oro./Glb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+900	37+000								

**Tabla A.7 Cuantificación de las medidas de mejoramiento propuestas:
Carriles auxiliares y puente peatonal**

Clave	Edo.	Nombre del Tramo	Nombre de la Carretera	Kilometraje		Sentido A (Querétaro - San Luis Potosí)										
				Inicio	Fin	Carriles auxiliares				Puente peatonal						
						Km Inicio	Km Fin	Observaciones	Km Inicio	Km Fin	No de Puente	Km en sentido B	Observaciones			
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	33+600	33+700		33+685	Intersección / Los carriles auxiliares de la intersección están muy cortos, se recomienda su ampliación de acuerdo a las medidas del MPG-SCT (vel máx. de 100 Km/h)								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	33+700	33+800											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	33+800	33+900		33+860	Retorno oficial / El retorno no cuenta con carril auxiliar de aceleración, se recomienda su construcción (vel 60 Km/h)								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	33+900	34+000		33+970									
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+000	34+100											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+100	34+200											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+200	34+300		34+260									
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+300	34+400											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+400	34+500			Intersección / Se tiene intersección que no cuenta con carril de desaceleración y el de aceleración está en malas condiciones y es muy corto, considerando que ahí se encuentra la parada de autobús (vel máx. 60 Km/h)	34+400	34+400	9	34+160	Se recomienda colocar un puente peatonal debido a que la velocidad máxima permitida en la zona es de 100 km/h y se tiene la presencia de peatones, así como una parada de autobús.			
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+500	34+600		34+520									
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+600	34+700											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+700	34+800											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+800	34+900											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	34+900	35+000											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+000	35+100											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+100	35+200											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+200	35+300											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+300	35+400		35+300									
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+400	35+500											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+500	35+600			Incorporación / El carril auxiliar de aceleración de la Gasolinera es muy corto para la vel de 100 km/h, se recomienda su ampliación								
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+600	35+700											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+700	35+800		35+705									
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+800	35+900											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	35+900	36+000											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+000	36+100											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+100	36+200											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+200	36+300											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+300	36+400											Se recomienda colocar un puente peatonal debido a que la velocidad máxima permitida en la zona es de 100 km/h y se tiene la presencia de peatones, así como una parada de autobús.
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+400	36+500											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+500	36+600											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+600	36+700											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+700	36+800											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+800	36+900											
BC-302-04	ORO	Querétaro - Lím. Edos. Oro./Gb. (Cpo. A)	Querétaro - San Luis Potosí	36+900	37+000											

Tabla A.8 Cuantificación de las medidas de mejoramiento propuestas: Zonas laterales y Barreras laterales y central

KM		Barrera lateral derecha Cuerpo A			Obstáculo lateral derecho Cuerpo A			Cuerpo A						Faja separadora			Cuerpo B						Barrera lateral derecha Cuerpo B			Obstáculo lateral derecho Cuerpo B			
Inicial	Final	Inicio	Término	Tipo	Km	Tipo	Medida	Barrera lateral izquierdo			Obstáculo lateral izquierdo			Barrera central			Barrera lateral izquierdo			Obstáculo lateral izquierdo			Barrera lateral derecha Cuerpo B			Obstáculo lateral derecho Cuerpo B			
								Inicio	Término	Tipo	Km	Tipo	Medida	Inicio	Término	Tipo	Inicio	Término	Tipo	Km	Tipo	Medida	Inicio	Término	Tipo	Km	Tipo	Medida	
9.0	9.1	9.000		M	9.040	Señal bandera	Retirar poste y sujetar tablero al puente peatonal	9.000		M							9.000		M					9.000		M			
9.1	9.2			M						M									M							M			
9.2	9.3			M						M									M							M			
9.3	9.4			M						M									M							M			
9.4	9.5			M						M									M							M			
9.5	9.6		9.580	M						M	9.51 - 10	Árbol	Eliminar para dar el ancho de trabajo para la barrera						M							M			
9.6	9.7									M	9.6 - 10.0	Serie de árboles	Eliminar para dar el ancho de trabajo para la barrera						M							M			
9.7	9.8	9.770		M	9.710	Poste de alumbrado	Eliminar o poste frangible			M									M							M			
9.8	9.9			M	9.750	Poste de alumbrado	Eliminar o poste frangible			M									M						9.880	M			
9.9	10.0			M						M									M										
10.0	10.1		10.080	M (rigidizar en postes)	10+000 SII km 10					M	10.140			10.140		C	10.140		M										
10.1	10.2				10.130	Poste de alumbrado	Eliminar o poste frangible																		10.120	M			
10.2	10.3	10.140		M	10.160	Poste de alumbrado	Recorrer a 10+180																			M			
10.3	10.4			M																				10.360	M				
10.4	10.5		10.500	M																									
10.5	10.6				10.560	Poste de alumbrado	Eliminar o poste frangible																		10.580	M	10.520	Poste de alumbrado	Eliminar o poste frangible
10.6	10.7				10.630	Poste de alumbrado	Eliminar o poste frangible							10.700		C										M			
10.7	10.8	10.700		M				10.700		M							10.700		M							M			
10.8	10.9			M						M									M							M			
10.9	11.0			M						M									M							M			
11.0	11.1			M	11+000 SII km 11					M									M							M			
11.1	11.2			M						M									M							M			



Carretera Querétaro-Galindo km 12+000
CP 76700, Sanfandila
Pedro Escobedo, Querétaro, México
Tel +52 (442) 216 9777 ext. 2610
Fax +52 (442) 216 9671

publicaciones@imt.mx

<http://www.imt.mx/>