UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

MAESTRÍA EN INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE EN LA RAMA DE LAS VÍAS TERRESTRES

TESIS PROFESIONAL

"ANÁLISIS DE LOS ELEMENTOS CAUSALES DE ACCIDENTES SOBRE LA CARRETERA FEDERAL 014 MORELIA – PÁTZCUARO E IMPLEMENTACIÓN DE LA AUDITORÍA EN SEGURIDAD VIAL (ASV)"

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRO EN INFRAESTRUCTURA DEL TRANSPORTE EN LA RAMA DE LAS VÍAS TERRESTRES

PRESENTA:

ING. MAURICIO IVÁN RODRÍGUEZ DE SAN MIGUEL RUBIO

ASESOR:

M.I. JULIO ALEJANDRO CHÁVEZ CÁRDENAS

MORELIA, MICHOACÁN, MÉXICO **FEBRERO 2011**

Í N D I C E

INTRODUCCIÓN……10

1.- ANTECEDENTES……13

1.1 FACTORES QUE CONTRIBUYAN A QUE OCURRA UN ACCIDENTE DE TRÁNSITO……13

1.2 SITUACIÓN INTERNACIONAL……14

1.3 INTRODUCCIÓN AL DÍA MUNDIAL DE LA SALUD 2004……17

1.4 SITUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL EN MÉXICO……18

2.- SEGURIDAD VIAL……22

2.1 PRINCIPIOS BÁSICOS DE LA SEGURIDAD VIAL……24

2.2 CONSIDERACIONES GENERALES DE SEGURIDAD VIAL……25

2.2.1 DISEÑO GEOMÉTRICO……25

A) DISEÑO DE INTERSECCIONES……25

B) CONTROL DE ACCESOS……27

C) CURVA VERTICAL Y HORIZONTAL……27

D) SECCIÓN TRANSVERSAL……28

2.2.2 SUPERFICIE DE RODAMIENTO……30

A) TEXTURA DE LA SUPERFICIE DE RODAMIENTO……30

B) UNIFORMIDAD Y PERFIL……31

2.2.3 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y DELINEADORES……32

A) DEMARCACIONES……32

B) TACHAS Y BOTONES……33

C) DELINEADORES……34

2.2.4 SEÑALIZACIÓN VERTICAL……34

2.2.5 MOBILIARIO VIAL……35

A) ILUMINACIÓN DE LA VÍA……..35

B) PANTALLA ANTIDESLUMBRAMIENTO……36

C) ISLAS DE TRÁNSITO……..36

D) DEFENSAS METALICAS……37

E) VALLAS PEATONALES……..37

F) AMORTIGUADORES DE IMPACTO Y OTROS DISPOSITIVOS PROTECTORES……

…….37

G) OBSTACULOS VISUALES……37

2.2.6 GESTIÓN DE TRÁNSITO……38

A) LÍMITES DE VELOCIDAD Y CONTROL DE VELOCIDAD……38

B) REGULACIÓN DE INTERSECCIONES……38

C) CRUCES PEATONALES……39

D) REDES VIALES CON TRÁNSITO UNIDIRECCIONALES……..40

E) VÍAS CON TRÁNSITO REVERSIBLE, SEGREGADAS Y EXCLUSIVAS……..40

F) ESTACIONAMIENTOS EN LA CALZADA……41

G) CIRCULACIÓN DE VEHÍCULOS PESADOS……41

2.2.7 TRABAJOS EN LA VÍA……42

2.2.8 USUARIOS DE LA VÍA……..42

2.2.9 VEHÍCULOS EN LA VÍA……43

2.2.10 CRUCES FERROVIARIOS……..44

3.- EL FACTOR HUMANO……45

3.1 EL ESTRÉS Y LA CONDUCCIÓN……46

3.2 EL ALCOHOL Y LA CONDUCCIÓN……48

3.3 LAS DROGAS Y LA CONDUCCIÓN……..51

3.3.1 DROGAS DEPRESORAS……51

3.3.2 DROGAS ESTIMULANTES……52

3.3.3 DROGAS ALUCINÓGENAS……53

3.4 EL SUEÑO Y LA CONDUCCIÓN……55

3.5 LA FATIGA Y LA CONDUCCIÓN……58

3.6 EL CONDUCTOR……60

3.6.1 CONDUCTORES Y EXPECTATIVAS……61

3.6.2 CAUSAS DE ERROR DEL CONDUCTOR……62

A) CAUSAS DIRECTAS……62

B) CAUSAS INDIRECTAS……62

3.6.3 LA EDAD……63

3.6.4 TIEMPO DE REACCIÓN……64

3.6.5 EL VEHÍCULO……66

4.- SEÑALIZACIÓN EN MÉXICO……67

5.- ENFOQUE ADMINISTRATIVO E INSTITUCIONAL PARA CONTROLAR LA OCURRENCIA DE ACCIDENTES EN LAS CARRETERAS……68

5.1 IMPLANTACIÓN DE UN PROCESO DE PLANEACIÓN ESTRATÉGICA……68

5.1.1 FORMULACIÓN DE UNA VISIÓN O FILOSOFÍA……68

5.1.2 ANÁLISIS DEL PROBLEMA……69

5.1.3 DEFINICIÓN DE METAS……69

5.1.4 DESARROLLO DE MEDIDAS DE MEJORAMIENTO……69

5.1.5 MECANISMO DE EVALUACIÓN Y MONITOREO……70

5.2 ESTRATEGIAS DE INTERVENCIÓN……71

5.2.1 CONTROL DE EXPOSICIÓN……71

5.2.2 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES A TRAVÉS DE LA INGENIERÍA……71

5.2.3 PREVENCIÓN DE ACCIDENTES POR MODIFICACIÓN DE LA CONDUCTA……72

5.2.4 CONTROL DE LESIONES……72

5.2.5 MANEJO DE LESIONADOS……73

5.3 SISTEMAS DE ADMINISTRACIÓN DE LA SEGURIDAD……75

6.- MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCUTRA……77

6.1 AUDITORÍAS EN SEGURIDAD CARRETERA……77

6.2 TRATAMIENTO DE SITIOS DE ALTA CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES……79

6.2.1 DIAGNÓSTICO DE LOS PROBLEMAS DE COLISIÓN……82

6.2.2 SELECCIÓN DE MEDIDAS DE MEJORAMIENTO……87

6.2.3 EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO……96

6.2.3.1 RELACIÓN BENEFICIO-COSTO……98

6.2.3.2 ESTUDIOS DE "ANTES Y DESPUÉS"……100

7.- AUDITORÍA EN SEGURIDAD VIAL (ASV)….. ……103

7.1 EVOLUCIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS CAMINOS……103

7.2 PREVENIR ES MEJOR QUE REMEDIAR……103

7.3 LA ASV COMO HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN……104

7.4 LA ASV ES MÁS QUE UNA COMPROBACIÓN DE LA NORMA……104

7.5 ORÍGENES DE LA ASV……105

7.6 PRINCIPALES ANTECEDENTES INTERNACIONALES DE LA ASV……107

7.7 ¿QUÉ ES UNA ASV? ……110

7.8 ¿POR QUÉ REALIZAR UNA ASV? ……111

7.9 ¿CUÁNDO REALIZAR UNA ASV? ……112

7.10 ¿A QUÉ TIPO DE PROYECTOS SE LE PUEDE REALIZAR UNA ASV?……114

7.11 ¿CUÁLES SON LAS CARACTERÍSTICAS DE QUIEN REALIZA UNA ASV?……115

7.12 ¿CÓMO ES LA ORGANIZACIÓN DEL PROCESO DE UNA ASV?……117

7.13 ¿CÓMO SE REALIZA UNA ASV? ……118

7.14 COSTOS DE REALIZAR UNA ASV……119

7.15 BENEFICIOS DE REALIZAR UNA ASV……121

7.16 RENTABILIDAD DE UNA ASV……122

7.17 PROCEDIMIENTO DE LA ASV……123

A) SELECCIÓN DE EQUIPO AUDITOR……124

B) RECOPILACIÓN Y ENTREGA DE LA INFORMACIÓN……124

C) REUNIÓN INICIAL……124

D) DESARROLLO DE LA ASV……125

E) DOCUMENTACIÓN E INFORME DE LA ASV……129

F) REUNIÓN FINAL……132

G) RESPUESTA FORMAL AL INFORME DE LA ASV……133

7.18 LISTAS DE CHEQUEO (CHECK-LIST) ……133

8.- ANUARIO ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES EN CARRETERAS FEDERALES 2008……136

8.1 ACCIDENTES SEGÚN SU CAUSA……139

8.2 CLASIFICACIÓN DE LOS ACCIDENTES POR TIPO……145

8.3 RUTAS……149

8.4 CARRETERAS QUE REGISTRARON ACCIDENTES……153

8.5 TRAMOS MÁS PELIGROSOS……154

8.6 SEGMENTOS DE 500 M MÁS PELIGROSOS……163

9.- ASV. AUDITORÍA EN SEGURIDAD VIAL EN LA CARRETERA FEDERAL 014 MORELIA - PATZCUARO (48 KM) ……168

9.1 OBJETIVO……169

9.2 EQUIPO UTILIZADO……169

9.3 DESCRIPCIÓN……169

9.4 FICHA TÉCNICA……171

10.- PREOCUPACIONES Y RECOMENDACIONES……172

10.1 SEÑALAMIENTO VERTICAL……173

10.2 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL……177

10.3 ARBOLES Y MALEZA……179

10.4 DEFENSA METÁLICA……182

10.5 INTERSECCIONES Y ACCESOS CLANDESTINOS PELIGROSOS……186

10.6 ALCANTARILLAS SIN PROTECCIÓN……189

10.7 MURO DE CONTENCIÓN……190

10.8 OBSTÁCULOS……192

10.9 PAVIMENTOS……194

10.10 CUNETAS……197

10.11 CRUCES PEATONALES……199

10.12 MANTENIMIENTO GENERAL DE LA VÍA……200

10.13 ADORNOS……201

10.14 CRUCES……201

10.15 PUNTOS NEGROS Y DE ALTA VULNERABILIDAD……203

11.- POSIBLES MEJORAS Y COSTOS……206

12.- CONCLUSIONES……212

RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

GENERALIDADES

El transporte automotor si bien ha venido a facilitar la vida del hombre y a influir notablemente en sus actividades sociales y económicas, también ha llegado a constituir una importante causa de accidentes, siendo motivo de miles de muertes cada año. Esto ha despertado gran inquietud entre todos los especialistas y ha motivado gran número de estudios, para determinar los factores de seguridad que intervienen en la operación de las carreteras.

La infraestructura de transporte constituye un elemento detonante indispensable para el crecimiento económico, la competitividad y la integración social de un país; en México, constituye la principal forma de comunicación. Las carreteras son un ejemplo de lo anterior, ya que en la medida en que amplían su cobertura y mejoran su estado físico, los tiempos de viaje se acortan, la seguridad y la comodidad se incrementan y, en consecuencia, se generan importantes ahorros y beneficios para los usuarios, lo que deriva en efectos favorables para la economía y el bienestar social.

El transporte carretero permite la comunicación y el intercambio entre regiones y en México es el principal modo para el desplazamiento de pasajeros y bienes a través del territorio nacional, lo que lo convierte en un instrumento básico para la integración del espacio económico y social del país. Todos los sectores de la economía se ven beneficiados por el transporte carretero: el agrícola, el ganadero, el industrial, el comercial, el turístico y el energético.

El sistema carretero mexicano tiene una longitud del orden de 360,000 km. de acuerdo con los datos estimados por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), durante 2008.

México es uno de los países más atrasados en el continente americano en el tema de seguridad vial. No tiene un marco federal regulatorio en la materia, por tanto, los factores que influyen en el incremento de la siniestralidad vial y la movilidad humana siguen cobrando víctimas fatales e impactando la economía del país.

La violencia e inseguridad vial es un tema que se padece todos los días y al que la sociedad es muy sensible. Aun cuando se han realizado muchos esfuerzos para enfrentar el problema, especialistas, servidores públicos, representantes, académicos, investigadores, organizaciones civiles, padres de familia, entre otros, no han podido realizar acciones coordinadas y suficientemente efectivas, debido a que en la mayoría de los casos, los esfuerzos son aislados y con recursos limitados, o bien, repetidos y existe derroche de recursos.

INTRODUCCIÓN.

El propósito de esta investigación es proveer a todos los frentes sociales, políticos, empresariales y profesionales de una orientación para llevar a cabo una **AUDITORIA DE SEGURIDAD VIAL** (**ASV**). Esta metodología está basada en experiencias desarrolladas y documentadas a nivel internacional por los países que llevan más tiempo trabajando en este tema tales como Inglaterra, Australia, Nueva Zelanda y Canadá entre otros. La idea es adaptar estas experiencias a la realidad mexicana, sin pretender entregar una receta única, sino más bien dar los primeros lineamientos de esta técnica que está ganando cada vez más espacios en el mundo, en la aspiración de disminuir los accidentes de tránsito y sus consecuencias.

Dicha investigación entrega una descripción práctica y sugiere elementos a considerar en las **ASV** emprendidas en cualquiera de las etapas de un proyecto (planeación, proyecto, construcción y operación); para nuestro caso será en esta última etapa.

Es importante señalar que los procedimientos de las **ASV** continuaran desarrollándose para hacer cada vez más efectiva su aplicación, por lo que debe entenderse a este, como un proceso dinámico que requiere ser conocido y profundizado por profesionales del área para poder ganar un espacio en México y demostrar su validez como método para evitar y reducir accidentes de tránsito.

Al promover la aplicación de una herramienta efectiva llamada **ASV** (Auditoria en Seguridad Vial) aseguramos que si no se puede erradicar el problema de la Alta Siniestralidad en la Seguridad Vial Carretera si se puede **REDUCIR SU MAGNITUD**.

Actualmente, en nuestro país existen diversas opiniones y visiones respecto del alcance y aplicación de las **ASV**. Por esta razón, se espera transformar este trabajo en un documento común que ayude a enfocar el desarrollo y a armonizar la aplicación de las **ASV**. Así mismo, se espera que sea una herramienta que permita a profesionales de empresas públicas y privadas conocer la importancia de las **ASV** en

la reducción de accidentes de tránsito y su severidad. Nuestros esfuerzos se han desarrollado con el propósito de que nuestras autoridades y profesionales que trabajan en seguridad vial puedan encontrar en este documento una referencia útil y práctica para realizar una **ASV**.

En un momento en que México está logrando un avance notable en la construcción de más y mejores vías, se estima necesario incorporar el concepto de las **ASV**, para también optimizar estos recursos desde la perspectiva de seguridad vial, lo que permitirá una mejor calidad de vida y desarrollo para nuestro país.

De lo anterior se desprende que es un gran desafío incorporar el proceso de la **ASV** en México.

Para la sociedad mexicana resulta ser un enorme reto el incrementar la Seguridad Vial en las Carreteras, ya que en la actualidad los costos generados tanto por la Severidad y como por la Frecuencia de la alta accidentalidad ocurrida en la red federal, representa un grave problema desde el punto de vista social y de salud pública.

Un motivo de enorme preocupación y ocupación de prácticamente todos los países radica en mejorar sustancialmente la Seguridad Vial en Carreteras.

La Seguridad Vial Carretera destaca que los accidentes viales y sus consecuencias como son muertos, lesionados y daños materiales, pueden disminuirse mediante una inversión adecuada y creciente para generar conductores y usuarios de las vialidades, mejores estándares de diseño, construcción y mantenimiento carretero.

Los beneficios de las Auditorias en Seguridad Vial en Carreteras son difíciles de cuantificar, no obstante se han identificado los siguientes:

- Se reduce la probabilidad de ocurrencia de accidentes,
- Se reduce la severidad de los accidentes
- Se enfatiza la importancia de la seguridad vial entre los ingenieros encargados del diseño de las carreteras y del control del tránsito.
- Se reducen las inversiones en medidas correctivas
- Se reduce el costo total del proyecto dentro de la comunidad.

Cabe señalar que la ingeniería desempeña un papel muy importante en la prevención y atención de accidentes viales, en aspectos que se relacionan con los vehículos, la infraestructura y la normatividad, que atienden las ingenierías de tránsito, vehicular, de comunicaciones, electrónica, industrial y mecánica, entre otras.

1.- ANTECEDENTES.

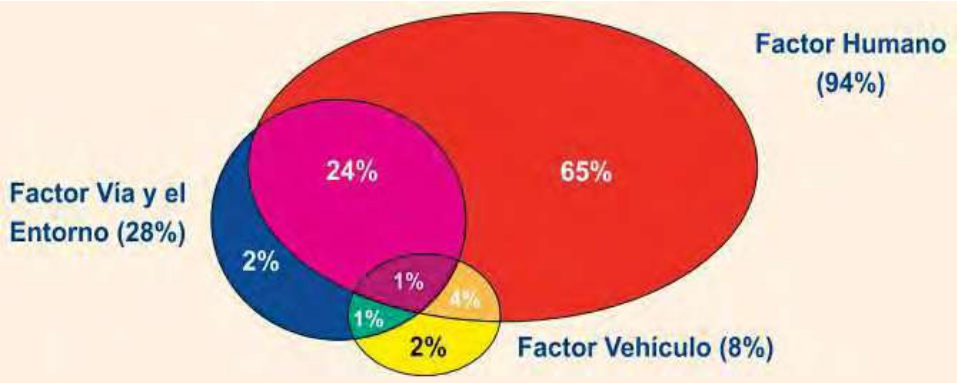
1.1.- LOS FACTORES QUE CONTRIBUYEN A QUE OCURRA UN ACCIDENTE DE TRÁNSITO

Durante muchos años, la seguridad vial ha sido una de las principales preocupaciones para muchos países. El crecimiento de la red vial, el aumento del parque vehicular y la diversidad del mismo (vehículos más pequeños comparten la vía con vehículos más grandes), el aumento y la diversidad de edad de los conductores, las imposiciones económicas en la construcción de las vías, el desarrollo económico de los países y el avance tecnológico, han contribuido a un potencial aumento de los accidentes de tránsito.

Desde el punto de vista accidentológico, existen tres elementos principales que contribuyen, individual o colectivamente, a la ocurrencia de cada accidente de tránsito: el factor humano, el vehículo, el camino y el entorno. Estos factores, a menudo, se combinan en una cadena de acontecimientos que resultan en un accidente. El mal comportamiento de un conductor puede combinarse con condiciones climáticas adversas, actitudes de otros usuarios del camino, elementos peligrosos al borde del camino o un tramo del camino defectuoso, todo lo cual puede resultar en un accidente con consecuencias fatales.

La interacción entre el usuario y el camino es compleja y la determinación del factor principal que contribuye a un accidente es a menudo difícil. Estudios internacionales han demostrado que estos 3 factores, que contribuyen a la ocurrencia de los accidentes de tránsito, estadísticamente representan:

1. Factor Humano.- (implicado en alrededor del 94% de los accidentes)
2. Factor Vehículo.- (implicado en alrededor del 8% de los accidentes)
3. Factor Camino y entorno.- (implicado en alrededor del 28% de los accidentes)



[1]

1.2.- SITUACION INTERNACIONAL

En el plano internacional, según la Organización Mundial de la Salud (OMS) más de 1.2 millones de personas mueren y 50 millones resultan heridas cada año en accidentes viales. Las proyecciones indican que estas cifras aumentarán al 65 % en los próximos 20 años, siendo América Latina y el Caribe la región que tendrá la más alta mortalidad.[2]

La importancia de atender la seguridad operativa en las carreteras por parte de los gobiernos, es un área prioritaria de atención por razones humanitarias, de salud pública y económicas. Esta problemática se basa en varios argumentos, entre los que destacan:

- Aproximadamente 125,000 personas mueren anualmente en las vialidades de los 30 países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), los cuales comprenden una población total de

[1] Main Roads Western Australia, Investigación de seguridad vial, Factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente de tránsito (www.mrwa.wa.gov.au)

[2] ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD, Sala de Prensa, http://www.who.int/mediacentre/events/annual/road_victims/es/index.html

alrededor de 1,100 millones de habitantes (de los 5,500 millones de seres humanos que habitan el planeta). Lo anterior se traduce en que cada 4 minutos fallece una víctima de accidente vial en los países de la OCDE.

- En 1990, los accidentes viales fueron ubicados en la 9na posición dentro de las pandemias que más muertes generan en el mundo. Algunos estudios han estimado que los accidentes viales ascenderán a la 3era posición en el año 2020, solo superados por las enfermedades del corazón y la depresión. Comparativamente, el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) ocupará el 10 lugar y las guerras el 8vo.

- A nivel mundial se considera que, cada año, alrededor de medio millón de personas mueren y de 10 a 15 millones resultan lesionadas en accidentes viales. De todas las personas que fallecen en accidentes viales, alrededor de 60% mueren en accidentes carreteros.

- La real tragedia de los accidentes viales es que, en gran medida, ellos y sus saldos de muertos, heridos y daños materiales resultantes, son evitables. Cuando se consideran los principales factores causales de los accidentes viales (el conductor, el vehículo y la carretera), todos los accidentes pueden atribuirse cuando menos a uno de estos factores. Por lo tanto, una inversión adecuada y creciente para generar mejores conductores (y demás usuarios de las vialidades), mejores estándares de producción y mantenimiento vehicular y mejores estándares de diseño, construcción y mantenimiento carretero, necesariamente evitara accidentes viales.

- El argumento para realizar inversiones en seguridad vial, no es solo humanitario. Los accidentes viales representan pérdidas económicas cuantiosas. La Comisión Europea ha estimado que cada muerte cuesta cuando menos alrededor de 1 millón de dólares.

En Australia, la pérdida económica total resultante de las muertes y lesiones en 1996, ascendió a cerca de 3.6% del Producto Interno Bruto (PIB). Los accidentes fatales representaron cerca de 20% de ese costo, mientras que los accidentes con lesionados ascendieron a casi 2/3 del costo total de los accidentes.

En los Estados Unidos, estimaciones de 1994 indicaron que el costo económico de los accidentes viales asciende a alrededor del 2.2 del PIB.

- Como es de esperarse, entre más rápido se viaja y entre más se viaja, existe más riesgo (permaneciendo constante todo lo demás). Por ejemplo, si se reemplaza el transporte impulsado por animales por el transporte motriz, se incrementan tanto la velocidad como la movilidad. Es primordialmente por esta razón que los fallecimientos y heridos en las carreteras se han convertido en un problema principal durante el siglo XX y lo que va del XXI.[3]

Consciente de la gravedad del problema, la Asamblea General de las Naciones Unidas lanzo en 2008 la Resolución **A/RES/62/244** sobre el "**Mejoramiento de la Seguridad Vial en el Mundo**", así como el "**Proyecto de Mejoramiento de la Seguridad Vial**: **Establecimiento de Metas Nacionales y Regionales de Reducción de Accidentes de Tránsito**". Los países, apoyados por organizaciones internacionales, han iniciado acciones específicas y de coordinación para atender esta problemática. [4]

[3] INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA SEGURIDAD VIAL en la Región de las Américas, 2008.

[4] Organización de las Naciones Unidas (ONU)

1.3 INTRODUCCIÓN AL DÍA MUNDIAL DE LA SALUD 2004

Todos los años, generalmente el 7 de abril, la Organización Mundial de la Salud (OMS) celebra un acontecimiento para conmemorar el aniversario de su fundación en 1946. Cada año, ese acontecimiento se dedica a un aspecto concreto de la salud, con el fin de sensibilizar a la población, fomentar su conocimiento, análisis y debate, e impulsar medidas que permitan abordar el problema mediante la prevención o el tratamiento.

Los profesionales sanitarios locales, nacionales e internacionales están siempre invitados a participar, del mismo modo que lo está cualquier otra persona, desde el niño más pequeño hasta los más altos funcionarios estatales, la sociedad civil, la industria y las entidades de desarrollo internacional. Todo el mundo puede contribuir de forma importante al Día Mundial de la Salud y a su objetivo: promover la salud.

El Día Mundial de la Salud 2004 está dedicado a los traumatismos por accidentes de tráfico y a las medidas para prevenirlos. El lema de este día es «La seguridad vial no es accidental». La seguridad vial no es algo que ocurra por accidente, sino que exige el esfuerzo expreso de la administración pública y de sus numerosos colaboradores.

Se estima que en 2002 los accidentes de tráfico se cobraron 1,18 millones de vidas y causaron traumatismos a unos 20 a 50 millones de personas más. Millones de personas estuvieron hospitalizadas durante días, semanas o meses, y posiblemente 5 millones quedaron discapacitadas de por vida. Si la tendencia actual se mantiene, en 1996.2020 el número anual de muertes y discapacidades por accidentes de tráfico habrá aumentado en más del 60%, convirtiéndose en el tercer factor más importante de la lista de la OMS de los principales factores que contribuyen a la carga mundial de morbilidad y traumatismos. En 1990 los accidentes de tráfico ocupaban el noveno lugar de esa lista.

*Los 10 factores principales que contribuyen a la carga mundial de morbilidad**

1990		2020	
Enfermedad o traumatismo		Enfermedad o traumatismo	
1	Infecciones de las vías respiratorias inferiores	1	Cardiopatía isquémica
2	Enfermedades diarreicas	2	Depresión unipolar grave
3	Trastornos perinatales	3	Traumatismos por accidentes de tráfico
4	Depresión unipolar grave	4	Enfermedades cerebrovasculares
5	Cardiopatía isquémica	5	Enfermedad pulmonar obstructiva crónica
6	Enfermedades cerebrovasculares	6	Infecciones de las vías respiratorias inferiores
7	Tuberculosis	7	Tuberculosis
8	Sarampión	8	Guerras
9	Traumatismos por accidentes de tráfico	9	Enfermedades diarreicas
10	Anomalías congénitales	10	VIH

*5

1.4 SITUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL EN MÉXICO

El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI) proporciona estadísticas generadas con la información sobre las defunciones ocurridas anualmente en el país, clasificadas según sus diferentes causas[6]. Esta información se obtiene de los certificados de defunción, puestos en operación a nivel nacional por la Secretará de Salud desde 1987[7].

Dentro de las causas consideradas en esta fuente se encuentran los accidentes de tráfico de vehículos de motor (código E49B).

---

[5] MURRAY, CJL, Lopez AD, eds. "The global burden of disease: a comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020", Boston, Harvard University Press, 1996.2020

[6] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Consulta interactiva de Datos de Estadísticas de Mortalidad, http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol/proyectos/continuas/vitales/bd/mortalidad/MortalidadGeneral.asp?s=est&c=11144

[7] Secretaría de Salud (1987), Certificado de Defunción, México, D.F.

LA TABLA 1 presenta la evolución del número de muertes atribuidas a accidentes vehiculares, así como una proyección al año 2028. También muestra el aumento de la población mexicana y del parque vehicular entre esos años, según el INEGI.

TABLA 1: SERIES EVOLUTIVAS RELACIONADAS CON LA SEGURIDAD VIAL EN MÉXICO.

AÑO	MUERTES EN ACCIDENTES DE TRAFICO DE VEHÍCULOS DE MOTOR	POBLACIÓN (millones)	RIESGO DE SALUD (muertes por cada 100 mil hab.)	PARQUE VEHICULAR (millones)	RIESGO DE TRANSITO (muertes por cada 100 mil vehículos de motor)
1998	11,541	92.8	16.2	14.3	105.1
1999	11,659	94.4	16.1	15.1	100.2
2000	10,352	96.0	14.0	16.5	81.5
2001	14,012	97.6	18.7	18.3	99.3
2002	14,625	99.3	19.1	20.0	94.9
2003	14,911	100.9	19.2	21.0	92.3
2004	15,024	102.6	19.0	22.4	87.3
2005	15,972	104.4	19.9	23.7	87.5
2006	16,767	104.9	20.8	25.1	86.9
2007	**15,344**	**105.4**	**18.9**	**27.1**	**73.6**
2028	**46,308**	**153.5**	**39.2**	**132.4**	**45.9**

La cifra de muertes registradas en 2007 no incluye las ocurridas dentro de los 30 días posteriores al accidente como resultado de las lesiones sufridas en él, y que fueron registradas en los certificados de defunción como ocasionadas por causas diferentes. Para tomar en cuenta este efecto, la ONU recomienda utilizar un factor de actualización de 1.3 con lo cual se obtiene un estimado de 19,947 muertes atribuibles a esa causa. El costo de esas muertes se estima en 10,250 millones de dólares, que es el 1.8 % del PIB de ese año. Cerca de 700 mil personas resultaron hospitalizadas, y entre 30 y 40 mil con discapacidad.

Si la cifra de 19,947 muertes se combina con la población de 105.4 millones de habitantes, se obtiene un índice de 18.9 muertes por cada 100 mil habitantes, conocidos como “riesgo de salud”. Si esta cifra se combina con el parque vehicular de 27.1 millones en 2007, se obtiene un índice de 73.6 muertes por cada 100 mil vehículos, conocidos como “riesgo de tránsito”.

La tasa media de crecimiento anual (TMCA) de las muertes es de 4.74%. A partir del modelo ajustado, y suponiendo que la tendencia seguirá de la misma forma, se obtuvo un estimado de 46,308 para el 2028. Con el factor 1.3 se obtiene una predicción actualizada de 60,200 muertes; es decir, cerca de 3 veces el actual.

De mantenerse las tendencias, el elevado crecimiento anual de las muertes (4.74%), en combinación con un menor crecimiento de la población (1.69%), prácticamente duplicaran el problema de salud pública ocasionado por los accidentes viales al 2028.

Con base en la cifra de muertes y los índices obtenidos, en la tabla 2 se compara la posición de México. Las cifras consideran el seguimiento de 30 días a la evolución de los lesionados; también se presenta un índice de jerarquización de los países, de acuerdo con la cifras de muertes de 2007, así como de los 2 índices.

TABLA 2. ÍNDICES DE SINIESTRALIDAD DE PAÍSES LATINOAMERICANOS Y OTROS PAÍSES MAS AVANZADOS EN EL TRATAMIENTO DE ESTA PROBLEMÁTICA [8]

PAÍS	MUERTES EN ACCIDENTES DE TRAFICO DE VEHÍCULOS DE MOTOR	JERARQ.	RIESGO DE SALUD (muertes por cada 100 mil hab.)	JERARQ.	RIESGO DE TRANSITO (muertes por cada 100 mil vehículos de motor)	JERARQ.
EU	41,059	1	15.10	12	18.80	19
BRASIL	34,381	2	18.53	5	111.36	12
MEXICO	**19,947**	**3**	**18.90**	**3**	**73.60**	**14**
ARGENTINA	10,236	4	26.26	1	126.37	11
COLOMBIA	6,527	5	16.61	8	153.06	9
VENEZUELA	5,225	6	19.32	4	186.42	6
FRANCIA	4,709	7	8.04	20	14.40	20
PERU	4,293	8	15.77	10	311.16	1
ALEMANIA	4,026	9	4.90	21	7.70	21
CHILE	2,147	10	13.15	15	80.90	16
ECUADOR	1,825	11	13.81	13	197.51	5
GUATEMALA	1,762	12	12.59	18	174.75	7
REP. DOMINICANA	1,602	13	17.40	6	81.28	15
EL SALVADOR	1,538	14	22.21	2	226.18	3
PARAGUAY	913	15	15.92	9	212.32	4
BOLIVIA	840	16	8.73	19	142.72	10
HONDURAS	840	17	12.85	17	173.20	8
COSTA RICA	687	18	15.61	11	75.50	17
NICARAGUA	686	19	13.02	16	236.55	2
URUGUAY	570	20	17.24	7	91.20	13
PANAMA	441	21	13.20	14	72.51	18

[8] Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI), Op.Cit.

2.- SEGURIDAD VIAL.

Como es sabido, a nivel mundial una de las principales preocupaciones de los organismos encargados de la operación de las carreteras es la seguridad vial. Esta puede definirse como la certidumbre de que el usuario que circula por las carreteras, lo haga con una baja probabilidad de verse involucrado en un accidente de tránsito. El accidente a su vez, se define como un suceso eventual imprevisible, inesperado e inevitable en el momento de su ocurrencia; sin embargo, los especialistas en este fenómeno han detectado que los accidentes no son acontecimientos inevitables e impredecibles, sino que en su gran mayoría siguen parámetros característicos de distribución, es decir, que los accidentes generalmente son consecuencia de alguna falla evitable y hasta cierto punto predecible del sistema.

El 17 de Agosto de 1896, Bridget Driscoll, una mujer de 44 años, madre de dos hijos, se convirtió en la primera víctima mortal de un accidente de tráfico. Ella y su hija adolescente iban de camino a un espectáculo de baile en el Crystal Palace de Londres, cuando Bridget fue arrollada por un coche al atravesar los jardines del palacio. El coche iba "**a gran velocidad**" afirmo un testigo. Posiblemente fuera a 12,8 km/h, cuando no debía ir a más de 6,4 km/h.

El conductor era un joven que ofrecía paseos en coche para mostrar el nuevo invento, y según algunos testigos, estaba tratando de impresionar a una joven pasajera. En la investigación, el funcionario encargado afirmo: "**ESTO NO DEBE VOLVER A OCURRIR NUNCA MÁS**[9]."

El crecimiento de la red vial, el aumento del parque vehicular y la diversidad del mismo (vehículos más pequeños que comparten la vía con vehículos más grandes), el aumento y la diversidad de edad de conductores, las imposiciones económicas en la

[9] Worlds first road death. Londres, Roadpeace.

construcción de las vías, el desarrollo económico de los países y el avance tecnológico, han contribuido a un potencial aumento de accidentes de tránsito.

Los accidentes de tránsito son la causa de que mueran en el mundo más de 3,000 personas por lesiones y los costos económicos se estiman del 1% del producto interno bruto (PIB) en países de bajos ingresos, el 1.5% en los países de ingresos medianos y el 2% en los de ingresos altos.

Los accidentes en carreteras son un problema de salud pública ya que más de 20 millones de personas son víctimas de accidentes en carreteras en todo el mundo.
Al año, 1.2 millones de personas fallecen en accidentes en carreteras, siendo esta la cuarta causa de mortalidad a nivel mundial.

De acuerdo a los estudios efectuados por la OMS, los accidentes de tránsito fueron en 1990 la novena causa de mortalidad y para el año 2020 será la tercera causa de mortalidad en el mundo solo superado por las enfermedades del corazón y la depresión. Comparativamente, el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) ocupara el décimo lugar y las guerras el octavo. De manera que esta problemática cada vez irá ganando prioridad en relación con las otras causas de muerte[10].

La seguridad vial ideal es cuando un camino o vialidad tiene cero accidentes. Los accidentes son una consecuencia inevitable de la movilidad y su severidad depende de la energía que se disipa al impacto, no es posible establecer metas que pretendan eliminar totalmente el problema; sin embargo se pueden llevar a cabo acciones que minimicen las consecuencias del impacto o que disminuyan la probabilidad de que un vehículo se involucre en una situación de riesgo, pero mientras exista la movilidad es imposible erradicar totalmente los accidentes.
La anterior conceptualización es importante, porque permite ver que la preocupación se debe centrar en reducir el problema a proporciones aceptables y manejables, para

[10] OMS, Informe Mundial sobre la Salud, "Forjemos el Futuro", 2003.

lo cual se requiere predecir con certeza los sitios en que se necesita actuar, la prioridad de cada uno de ellos y cuales medidas serán las más efectivas.

Un accidente vial es un evento muy complejo, atacar el problema de seguridad ha llegado a constituir todo un reto; no obstante, en los años recientes un considerable número de países han abordado este problema, utilizando para ello diferentes políticas, programas que incluyen actividades muy diversas, en los que generalmente se establecen metas específicas, algunas medidas para alcanzarlas, un procedimiento de evaluación, etc., con el objetivo de lograr un mayor control de la problemática y sus costos asociados (humanos y económicos).

2.1 PRINCIPIOS BASICOS DE LA SEGURIDAD VIAL.

- La seguridad vial se basa en cómo se comportan los usuarios y no en cómo deben de comportarse ni en como nosotros quisiéramos que se comportaran.

- Mientras más pronto podamos intervenir el evaluador en el desarrollo de una obra, menor será el costo de la seguridad vial para la sociedad.

- El objetivo del evaluador no es encontrar al culpable, más bien será el de evitar el próximo accidente.

- El cumplimiento de las normas no garantiza una vía segura.

- El análisis de la seguridad vial e puede realizar en cualquier etapa de la obra.

- La ingeniería de seguridad vial es algo que se aprende con la experiencia.

- Una vía segura no requiere de una destreza alta de un conductor.

- Una vía segura no requiere de un vehículo de alto rendimiento o capacidad.

2.2 CONSIDERACIONES GENERALES DE SEGURIDAD VIAL.

Se ha estimado que es muy importante tratar en esta investigación las consideraciones de seguridad para la construcción y operación de vías, (traducido muchas veces del inglés como "**Principios de Seguridad Vial**") basadas en la experiencia recogida en estudios de ingeniería a nivel mundial para disminuir los riesgos de accidentes y/o sus consecuencias. De este modo, las consideraciones de seguridad vial se pueden agrupar de la siguiente forma:

- Diseño Geométrico.
- Superficie de Rodamiento.
- Señalización Horizontal y Delineadores.
- Señalización Vertical.
- Mobiliario Vial.
- Gestión de Tránsito.
- Trabajos en la Vía.

2.2.1 DISEÑO GEOMÉTRICO

Las principales características del diseño geométrico que influyen en la seguridad vial son: a) Diseño de intersecciones, b) Control de accesos, c) Curva vertical y horizontal, y d) Sección transversal.

a) Diseño de Intersecciones

Dado que gran parte de los accidentes de tránsito ocurre en intersecciones, la planificación de la red vial debe apuntar tratar este tema con especial atención. En particular, en el caso interurbano se recomienda minimizar el número de intersecciones. En general, la elección del diseño y la regulación de intersecciones, incluyendo los cruces ferroviarios, deberá tener en cuenta los siguientes aspectos:

a1) Minimizar el número de potenciales puntos de conflictos en intersecciones. Por ejemplo las intersecciones en **T** tienen menor tasa de accidentes que los cruces tradicionales, idealmente no deberían construirse intersecciones con muchos accesos (más de cuatro).

a2) Asegurar buena visibilidad en las intersecciones oblicuas con ángulos menores a 90° (o en Y). Ellas tienen mayores tasas de accidentes, particularmente en conductores de mayor edad, debido a que restringen la visibilidad lateral.

a3) Evitar problemas de percepción de las intersecciones, ya que deben ser lo suficientemente visibles y evidentes para los conductores. Para evitar que una impresión visual de la intersección engañe al conductor, es necesario reforzar la intersección por medio de señalización.

a4) Considerar adecuadamente el viraje de los vehículos disponiendo, por ejemplo, de una pista protegida para el viraje de vehículos en una intersección (pista de viraje).

a5) Restringir las aperturas de medianas en vías de doble sentido de tránsito. Con ello, se evitan los virajes a la izquierda y en U, lo cual mejora las condiciones de seguridad.

a6) Utilizar un adecuado sistema de control en intersecciones favorece la seguridad.

a7) Habilitar cruces de calzada seguros. En aquellos lugares en donde se justifican, se deben proveer facilidades para flujos peatonales y de ciclistas, mediante la utilización de refugios e islas.

b) Control de Accesos

La consideración del control de accesos y del uso del suelo adyacente es importante para reducir la tasa de accidentes. Cuando se genera un desarrollo urbano al borde de la vía, y se puede acceder directamente en distintos puntos a ella, el índice de accidentes normalmente aumenta hasta en 20 veces en relación a una vía que cuenta con calle de servicios, o caletera, con accesos bien definidos y controlados, o con pasos sobre nivel (The Institution of Highway and Transportation).

En el control de accesos y uso del suelo, se debe considerar lo siguiente:

b1) Evitar accesos directos y frontales de vías nuevas que se conectan con vías de mayor jerarquía, sea cual sea el propósito, incluyendo el uso agrícola.

b2) Reducir al máximo posible el número de accesos a la vía. Los antecedentes internacionales dan cuenta que para cada acceso adicional, por kilómetro en vías rurales, los accidentes pueden aumentar, en promedio, hasta un 7%.

b3) Evitar ubicar los accesos en lugares cercanos a curvas, en donde la distancia de visibilidad se vea restringida, sean estas horizontales o verticales.

c) Curvas Horizontales y Verticales

Las tasas de accidentes son influenciadas por la existencia de curvas verticales u horizontales, o por una combinación de ambas.

Curva vertical: Las tasas de accidentes tienden a ser mayores en las partes más altas o más bajas de una curva vertical.

- En los ascensos debe existir especial consideración para los vehículos pesados y/o lentos, con una pista adicional para que no entorpezcan el normal flujo vehicular. Del mismo modo, en los tramos de descenso deben

habilitarse pistas hacia lechos de frenado para los vehículos que pudiesen perder el control, especialmente los pesados. Ambas situaciones deben estar debidamente señalizadas tanto vertical como horizontalmente.

• Debido a las restricciones de visibilidad en la parte más alta, se debe analizar la distancia de visibilidad de parada para determinar la velocidad máxima, la cual debe ser señalizada adecuadamente, para proteger a los usuarios de la vía.

Curva horizontal: En vías rurales, por lo general, la tasa de accidentes es inversamente proporcional al radio de curvatura, el efecto puede ser significativo en carreteras donde el radio de curvatura es menor a 430 metros, siendo la distancia de visibilidad de parada un factor crítico. En vías urbanas, en la medida que sea posible, las curvas horizontales deben evitarse, en caso contrario deben instalarse elementos que permitan, por ejemplo, disminuir la velocidad o mejorar la adherencia del pavimento.

Las combinaciones de curvas verticales y horizontales, que pueden inducir a errores en la percepción visual de los conductores, deben ser evitadas. Es así como los accidentes tienden a aumentar cuando una curva horizontal coincide con los puntos altos o bajos de una curva vertical.

d) Sección Transversal

Otros aspectos que tienen influencia sobre la seguridad de tránsito son el número y ancho de pistas, la berma y la mediana. La interacción entre el flujo vehicular y estas características son complejas, por lo que existen recomendaciones para su diseño.

Algunas consideraciones generales se enuncian a continuación:

d1) Según estimaciones internacionales, en carreteras se aumenta la seguridad al considerar un ancho mínimo de 3,65 metros por carril.

d2) Las bermas contribuyen a la seguridad en vías rurales. Sin embargo, si estas son muy angostas o muy anchas, sobre 3 metros, se asocian con incrementos en la tasa de accidentes.

d3) La provisión de una reserva central, o mediana, para generar dos sentidos de tránsito con calzadas independientes, contribuye a una reducción en la tasa de accidentes. El nivel de seguridad es mayor con el aumento del ancho de la mediana, sin embargo, sobre los 10 metros no se producen beneficios adicionales desde la perspectiva de la seguridad de tránsito. En este contexto, se recomienda que el ancho de la mediana esté entre los 3 y 10 metros.

d4) Colocar un borde alertador o generar una depresión adecuada en la mediana o en la berma lateral, puede resultar muy beneficioso ya que permitirá advertir a los conductores del peligro y lograr una recuperación del control de los vehículos que hayan comenzado a abandonar la calzada por algún descuido o maniobra imprevista.

d5) Proveer aceras o veredas peatonales para proteger a los peatones de la circulación de vehículos. Es muy importante que la acera cumpla efectivamente su función y no genere riesgos. Si la acera es muy angosta, cuando dos peatones se encuentren, uno de ellos tendrá que bajar a la calzada, o si no está consolidada o pavimentada, con la lluvia se puede formar barro, y los peatones preferirán circular por la calzada, generando en ambos casos el riesgo de ser atropellados.

2.2.2 SUPERFICIE DE RODAMIENTO.

Las características de la superficie de rodado tienen un efecto significativo en la seguridad vial. Las probabilidades de accidentes disminuyen cuando se cuenta con una superficie con buena adherencia, especialmente bajo condiciones de pavimento húmedo.

a) Textura de la Superficie de Rodamiento

La textura de un pavimento es un parámetro crítico en la comodidad y la seguridad de los usuarios, necesario para la conservación de las carreteras. La textura influye directamente en la capacidad del pavimento para evacuar el agua de la interfase neumático pavimento y, de forma indirecta, en el valor en el coeficiente de rozamiento del pavimento que tiene gran importancia para la adecuada adherencia entre neumático y pavimento. Dentro del concepto de la textura superficial de un pavimento se definen tres tipologías, de acuerdo con las irregularidades presentes en una superficie:

TIPOLOGIA	HORIZONTAL	VERTICAL
MICROTEXTURA	0 – 0,5 mm	0 – 0,2 mm
MACROTEXTURA	0,5 – 50 mm	0,2 – 10 mm
MEGATEXTURA	5 – 50 cm	10 – 50 mm

De estas tres tipologías, la microtextura está ligada esencialmente a la resistencia al deslizamiento del pavimento y es la que hace al pavimento más o menos áspero, pero normalmente es tan pequeña que no puede observarse a simple vista. La macrotextura está ligada a la posibilidad del fenómeno de hidroplaneo y al ruido de rodadura, en frecuencias medias

altas. La Megatextura, por su parte, influye en el ruido de rodadura en frecuencias bajas y su textura presente longitudes de onda del mismo orden que el neumático en contacto con el pavimento (a menudo originadas por ondulaciones de la carpeta).

En este contexto, desde el punto de vista de la seguridad de tránsito se puede recomendar que la superficie de rodado tenga:

• Suficiente microtextura, la cual debe ser mantenida durante toda la vida útil. Esto significa lograr una adecuada resistencia al pulido y al desgaste, considerando el flujo vehicular que operará en la vía, con lo cual se logra una mejor adherencia, producto de una adecuada selección de los materiales que componen el pavimento (agregados y ligantes).

• Suficiente macro-textura, - especialmente importante en zonas de curvas horizontales y en vías de alta velocidad - que puede obtenerse, por ejemplo, a través de una adecuada selección del tamaño máximo y de la granulometría del árido o con un tratamiento superficial como un raspado o cepillado del concreto, el que puede ser aplicado durante la construcción u operación de una vía.

• Mínima megatextura, la cual se ve influenciada por los métodos de puesta en obra y la homegeneidad de los materiales utilizados como capa de rodadura. Los métodos de compactación ayudan a reducir la megatextura. A largo plazo, no es esperable la reducción de la megatextura bajo la influencia del tránsito. Por el contrario, debido a las cargas dinámicas del tránsito, la megatextura sufrirá un incremento apreciable.

b) Uniformidad y Perfil

Los defectos en el perfil longitudinal o transversal pueden causar la pérdida de control de los vehículos (especialmente los de dos ruedas), en

particular cuando existe acumulación de agua. Para ello se deben evitar las irregularidades longitudinales. El perfil transversal debe ser revisado periódicamente ya que pueden presentar irregularidades por la deformación producida por la circulación de vehículos pesados, abrasión por los neumáticos de tracción, o pistas estrechas en las cuales los neumáticos de los vehículos tienden a seguir la misma trayectoria o rastro.

2.2.3 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL Y DELINEADORES

El uso de señalización horizontal (demarcación) y de delineadores permite una reducción en el número y la severidad de los accidentes, a un bajo costo.

Puede considerarse que estos elementos cumplen con cuatro funciones esenciales:

- Indicar prioridades, prohibiciones, o las maniobras que pueden ser realizadas.
- Canalizar los flujos vehiculares.
- Proporcionar una orientación lateral
- Influenciar velocidades y flujos vehiculares

Estos elementos pueden tomar la forma de demarcaciones tradicionales, tachas, botones o de delineadores.

a) Demarcaciones

Se utilizan para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. En algunas situaciones, son el único medio, o el más eficaz, para comunicar instrucciones a los conductores.

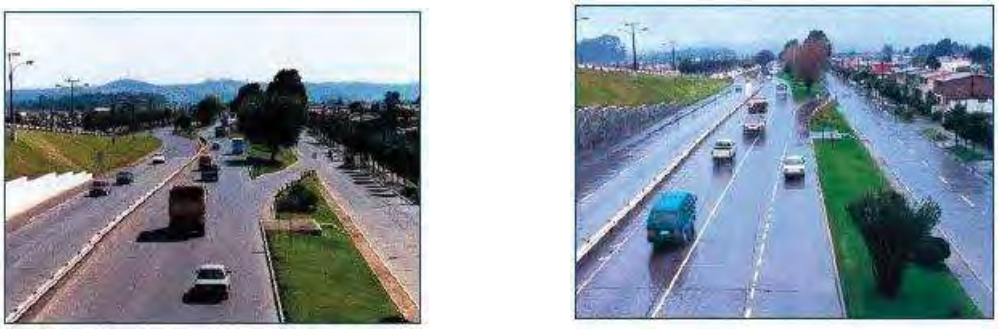
Para asegurar su eficacia, desde el punto de vista de la seguridad vial, ellas deben:

a1) Permanecer visibles en todas las circunstancias, de día y de noche: esto requiere mantener en forma óptima, el color, la textura y las características de retro-reflectancia.

a2) Ser durables para evitar un mantenimiento demasiado frecuente las demarcaciones defectuosas se deben corregir rápidamente.

a3) Ser resistentes al deslizamiento en calzadas con agua o húmedas.

a4) Ser diseñadas y aplicadas de modo que su mensaje sea claro y preciso.



Comparación de una vía sin y con demarcación

b) Tachas y Botones.

Las tachas pueden cumplir eficientemente dos funciones: guiar y alertar al conductor. Permiten realzar la demarcación o, por si solas, mejorar la visibilidad especialmente con lluvia o de noche, gracias a su retroreflectancia. Además, alertar a los conductores que se han salido de su pista. Se debe tener especial atención en que, su instalación no afecte la estabilidad de los vehículos de dos ruedas.

Las principales características de estos elementos son:

• Visibles en todas las circunstancias;

• Durables.

Los botones, por su parte, además de delinear, permiten controlar físicamente ciertos movimientos vehiculares. Las vías con varias pistas de circulación que no cuentan con mediana, son especialmente difíciles de cruzar en forma segura. Al ingresar a la calzada, el peatón queda muchas

veces en medio de la vía totalmente desprotegido de los vehículos que transitan por ella.

c) Delineadores

Los delineadores tienen un uso exclusivo de seguridad, ya que son utilizados para reforzar la demarcación de un tramo de una vía que posee cierta característica particular que debe ser acentuada (por ejemplo una curva); para reforzar la geometría de una vía en la noche; o para demarcar fuera de la vía la alineación que se encuentre bajo condiciones ambientales adversas (por ejemplo nieve).

Respecto a su construcción y mantención se debe considerar lo siguiente:

• No estar construidos de un material muy rígido, que pueda dañar a los vehículos o sus ocupantes en caso de impactarlos. Adicionalmente se recomienda que estos elementos sean abatibles.

Tener buena visibilidad, principalmente en condiciones ambientales adversas (ejemplo neblina, lluvia, etc.).

• Estar provisto de material retrorreflectante, para reforzar su visibilidad cuando existe poca luz solar.

• Ser mantenidos adecuadamente para asegurar su efectividad en el tiempo.

2.2.4 Señalización Vertical

La señalización de tránsito vertical (reglamentaria, de advertencia e informativa) es fundamental para la seguridad vial, ellas indican a los usuarios situaciones o localizaciones potencialmente peligrosas. Debe estar instalada apropiadamente y contar con un adecuado plan de mantención.

Las señales deben estar diseñadas y localizadas de tal modo que permitan alertar sobre situaciones de peligro y que puedan ser leídas y

entendidas fácilmente, para guiar a los conductores con un máximo de seguridad. Por otra parte, también existen otras señalizaciones específicas como las de tipo "**Chevrón**" que permiten advertir geometrías de difícil lectura.

2.2.5 Mobiliario Vial

El mobiliario Vial (la iluminación de la vía, paraderos, las islas de tránsito, barreras o defensas camineras, entre otros) son componentes importantes desde el punto de vista de la seguridad y ayudan al conductor a identificar de una manera más clara las condiciones particulares de la vía y advertir los riesgos. Es importante tener en cuenta que la ubicación del mobiliario en la vía no cree peligros innecesarios.

a) Iluminación de la Vía

Tener toda la red vial iluminada sería óptimo para lograr una buena visibilidad nocturna, sin embargo por razones económicas no siempre es factible materializarlo. De todos modos, donde ello es posible, la iluminación debe ser tal que la superficie de rodado se encuentre uniformemente iluminada de modo que los vehículos, ciclistas, peatones y objetos sean vistos.

El diseño de las lámparas y la geometría de las instalaciones deben estar de acuerdo con las condiciones de la superficie de la vía para proporcionar la calidad y la cantidad óptima de iluminación.

La localización de los postes de iluminación no debe crear peligros innecesarios. Así, se puede realizar una serie de recomendaciones para mejorar la seguridad:

• Ubicar los postes fuera del borde de la calzada

• Utilizar postes que colapsen al ser impactados,

• Proteger los postes con un dispositivo que no permita impactarlos directamente - o que evite un daño mayor al vehículo -, y Usar iluminación catenaria (iluminación colgada) de modo de reducir el número de postes.

b) Pantalla Anti-deslumbramiento

En vías no iluminadas, la luz de los focos delanteros de un vehículo puede encandilar a los conductores que vienen en sentido contrario. Esto puede ser contrarrestado con la utilización de pantallas, en la línea que divide las calzadas con sentido de tránsito opuesto. Las pantallas pueden ser montadas sobre las defensas camineras.

El diseño e instalación de pantallas debe permitir una adecuada visión perpendicular a la dirección del tránsito y de los vehículos que circulan en sentido contrario, pero no del reflejo de la luz de sus focos.

c) Islas de Tránsito

Una isla de tránsito puede ser de gran utilidad para mejorar la seguridad de una vía tanto a automovilistas como peatones. Es así como se usan para canalización de flujos en vías prioritarias para proteger virajes y ayudar a los vehículos que cruzan desde vías secundarias, y para proporcionar una facilidad a los peatones incluyendo a los que acceden a los paradas de buses.

Mantener siempre pintada, las soleras de las islas ayudará a los conductores a visualizarlas correctamente en horas de baja visibilidad.

d) Defensas Metálicas

Las barreras de seguridad, o defensas metálicas, se utilizan no sólo para prevenir colisiones entre vehículos que circulan en sentido contrario, sino también para prevenir choques y consecuencias entre vehículos y obstáculos rígidos al borde de la vía y para evitar que un vehículo salga fuera de la carretera en un lugar de peligro.

Las defensas camineras deben ser lo suficientemente resistentes para evitar que el vehículo las traspase, sin embargo su diseño no debe causar daño a los vehículos y sus ocupantes.

e) Vallas Peatonales

El objetivo de la valla peatonal, utilizada en áreas urbanas, es segregar al peatón del vehículo, y no el detener a un vehículo errante. Su diseño debe ser de tal, que permita a los conductores ver claramente a los peatones que puedan acercarse peligrosamente a la calzada en una intersección o un cruce peatonal. Debe existir particular preocupación por los niños, sobre todo en los accesos de los establecimientos educacionales.

f) Amortiguadores de Impacto y otros Dispositivos Protectores

Si no existen posibilidades de remover algún obstáculo rígido al borde o al centro de la calzada, debe considerarse algún dispositivo para protegerlo y disminuir las consecuencias de un posible impacto de los vehículos. Para este propósito existen los amortiguadores de impacto y los terminales de barrera.

g) Obstáculos Visuales

En la medida que sea posible, se debería asegurar que elementos tales como, cámaras de inspección, controladores de semáforos, teléfonos de emergencia, paletas publicitarias, paraderos, quioscos etc., no afecten la visibilidad de los conductores especialmente en intersecciones, o en cruces

peatonales. Se sugiere que estos aparatos se ubiquen en las aceras o detrás de ellas, o detrás de defensas camineras adecuadas.

Un beneficio adicional, es la mayor seguridad para los operarios de mantención de dichos elementos. Si no es posible removerlos de la calzada, se requiere la creación de una isla, reforzada por defensas camineras apropiadas, de modo de segregarlos físicamente y evitar que generen riesgos innecesarios.

2.2.6 Gestión de Tránsito

Los aspectos de la gestión de tránsito que se relacionan con la seguridad vial son principalmente límites de velocidad y control físico de la velocidad, regulación de intersecciones, cruces peatonales, sistemas unidireccionales y control del estacionamiento.

a) Límites de Velocidad y Control de Velocidad

La experiencia de países desarrollados ha dejado en evidencia que la reducción de velocidades da lugar a una reducción en accidentes, y/o su severidad. Sin embargo, no basta con establecer arbitrariamente la velocidad mediante señalización.

El límite debe establecerse en función de: la velocidad real de operación en la vía y de sus características físicas la composición y volumen del flujo vehicular; el uso del suelo y la tasa de accidentes. Esta relación es compleja, pero la experiencia ha sugerido criterios para establecer los límites de velocidad.

b) Regulación de Intersecciones

El control de la prioridad de las intersecciones se puede materializar a través de señales "Ceda el Paso" o "Pare", o construir "Glorietas" o instalar "Semáforos".

Desde el punto de vista de la seguridad, es importante que la prioridad de paso esté señalizada en todas las intersecciones, idealmente apoyada por demarcación. El no señalar adecuadamente una intersección, con señalización vertical y horizontal, puede inducir a confusión entre los usuarios.

Las glorietas pueden ser un gran aporte en la reducción de accidentes en intersecciones. El uso de miniglorietas en intersecciones de 3 ó 4 accesos, o más, puede ser particularmente eficaz.

Eso sí, siempre que se proporcione un diseño adecuado, particularmente evitando accesos rectos y proporcionando adecuadas distancias de visibilidad.

c) Cruces Peatonales

En zonas con grandes flujos peatonales, deben emplazarse facilidades peatonales explícitas, de otro modo el riesgo para los peatones es muy alto.

Por otra parte, su implementación en lugares donde no se justifica, genera un menor respeto por parte de los conductores, lo que aumenta el riesgo de accidentes. En términos generales, se puede señalar que:

• En tramos rectos, cuando se implementan cruces cebra o semáforos peatonales la tasa de accidentes en donde participan peatones, es menor que si dichas facilidades no existieran.

• En intersecciones reguladas por semáforos, un intervalo o fase exclusiva para los peatones, dentro de la programación, es deseable para aumentar seguridad.

• En general, las zonas de la vía más peligrosas para el peatón, se ubican hasta 50 metros de los semáforos peatonales, por lo que siempre se debe considerar el uso de vallas.

• Cuando no se justifica la instalación de un cruce peatonal, se puede estudiar el emplazamiento de islas en la calzada para proteger a los peatones y permitirles cruzar en dos etapas, con lo cual se reduce el ancho de la calzada provocando el "efecto túnel" en los conductores y reduciendo sus velocidades.

• En vías donde existen altos flujos peatonales y vehiculares debe considerarse la instalación de pasos superiores o inferiores (subterráneos) para los peatones. En todo caso, para que hacer efectivo el uso de estos dispositivos, debe encauzarse el flujo peatonal.

d) Redes viales con Tránsito Unidireccional

Las redes viales unidireccionales pueden reducir accidentes, pero requieren ser implementadas con gran cuidado para prevenir aumentos de las velocidades, incluso más allá de los límites legalmente permitidos.

e) Vías con Tránsito Reversible, Segregadas y Exclusivas

En ciudades con altos niveles de congestión, existen medidas de gestión de tránsito que consisten en variar la operación de una vía haciéndola reversible en algunos periodos del día, con el propósito de agilizar el desplazamiento de los vehículos y disminuir los tiempos de viaje. En este caso, es fundamental revisar la seguridad de dichas vías, ya que por su condición son potenciales generadoras de accidentes si no se toman las medidas de prevención pertinentes.

Otra medida, corresponde a la generación de Vías Segregadas o Exclusivas, las cuales son implementadas básicamente para favorecer al transporte público con una disminución en el tiempo de viaje. En este caso, sin embargo, existe un potencial riesgo de tener velocidades superiores a los límites legales de las vías, al contar el transporte público con vías más despejadas.

En definitiva, tanto las vías reversibles como las exclusivas y segregadas, deben ser proyectadas de modo que su operación no afecte negativamente a las vías aledañas ni a los usuarios habituales, especialmente los más vulnerables, peatones principalmente.

f) Estacionamientos en la Calzada

Los vehículos estacionados en la calzada afectan la seguridad de dos maneras:

• Por riesgos de colisión entre vehículos que circulan por la vía y los que maniobran para estacionarse.

• Por la disminución de visibilidad entre peatones y conductores. Las extensiones de acera en las proximidades de las intersecciones, o de cruces peatonales, son una medida de seguridad eficaz para evitar que se estacionen vehículos inadecuadamente allí y, además, contribuyen a mejorar la visibilidad de peatones y conductores.

g) Circulación de Vehículos Pesados

La circulación de vehículos pesados por zonas residenciales, o de alto flujo de ciclistas y/o peatones, debe ser evitada desviándola hacia vías alternativas, y si ello no es posible se deben tomar medidas para resguardar la seguridad de todos los usuarios.

2.2.7 TRABAJOS EN LA VÍA.

Los trabajos en la vía deben ser considerados como zonas potenciales de accidentes. Por ello, deben tratarse con especial atención las especificaciones que dicen relación con la señalización y localización de equipamiento de apoyo.
Por otra parte, los trabajos en la vía requieren de una buena supervisión, incluyendo observaciones en terreno.

2.2.8 USUARIOS DE LA VÍA

En el contexto del diseño vial, el término "**factor humano**" implica la consideración de los usuarios de la vía. Como se mencionó al comienzo de esta investigación, los tres factores contribuyentes: humano, vehículo, vía y entorno, actúan solos o conjuntamente.

El factor humano se encuentra implicado en alrededor del 94% de los accidentes, mientras que el factor vehicular en el 8%, y el factor vía y entorno en el 28% de los accidentes. De este modo, muchos programas y proyectos, dentro de un plan de seguridad de tránsito, deben estar orientados preferentemente hacia usuario de la vía (educación, información, fiscalización, entre otros), por su mayor aporte. Sin embargo, dada la interacción entre los tres factores contribuyentes (factor humano, vehículo y vía), el diseño y las medidas de seguridad en una vía o el diseño del vehículo también afectan el comportamiento del conductor.

De este modo, muchos investigadores han sugerido que las pautas de diseño de una vía consideren de una manera más explícita al usuario.
Esto podría ayudar a reducir la probabilidad de error de un conductor o, a evitar una severidad mayor en los accidentes. En muchos países, el desarrollo de pautas de diseño vial se ha caracterizado por un creciente énfasis de los requerimientos de los usuarios de la vía y una mayor consideración del comportamiento humano.

Finalmente, lo primero que se recomienda al analizar la seguridad de una vía, es estudiar el tipo de usuario que circula o circulará por ella. Por ejemplo, las vías cercanas a colegios, hospitales, tienen usuarios con características distintas a las de una vía con un entorno residencial o comercial.

2.2.9 VEHÍCULOS EN LA VÍA

El tercer factor que contribuye a la ocurrencia de un accidente de tránsito es el vehicular. La composición del flujo vehicular es un factor que debe ser tomado en cuenta. No es lo mismo una vía en la que circulan principalmente vehículos livianos, a una en la que, además, lo hacen vehículos pesados. Si a ello se le agregan motociclistas, ciclistas, o vehículos de tracción animal, el análisis de las condiciones de seguridad será distinto.

Por su importancia, a continuación se analizan los impactos que producen los vehículos pesados. Estos afectan a la circulación por dos razones:

- Al ser de mayor tamaño, ocupan mayor espacio vial,

- Tienen capacidades operativas más limitadas que los vehículos livianos, particularmente en relación con la aceleración, desaceleración, delantamientos y la capacidad para mantener velocidades. Siendo este segundo impacto el más crítico.

Los vehículos pesados también pueden influenciar las operaciones en pendientes, especialmente las más pronunciadas. En estos casos los vehículos pesados circulan a velocidades menores que la de los vehículos livianos creando atochamientos.

En el caso de los buses urbanos de transporte público, la gestión de subida y bajada de sus pasajeros es un aspecto relevante a considerar. Por lo general,

éstos realizan sus paradas al borde de la vía, habitualmente en lugares cercanos a las intersecciones.

Al no existir una bahía frente al paradero, cuando el bus se detiene bloquea la circulación de otros vehículos, y cuando existe, también existe un riesgo por las maniobras de entrada y salida a la zona del paradero.

2.2.10 CRUCES FERROVIARIOS

Se recomienda tratar la seguridad de cruces ferroviarios en forma particular. El tren tiene siempre la prioridad, por lo que los usuarios de las vías que atraviesan la red ferroviaria deben tener especial cuidado de ello.

En general, los cruces más importantes son regulados, por algún sistema, de guardacruce y/o valla, por ejemplo. Sin embargo, muchos pueden no tener regulación alguna, y existen otros que son ilegales, es decir lo habilitan los lugareños, sin autorización.

Para mejorar las condiciones de seguridad de los cruces ferroviarios, es importante considerar:

• Que el cruce sea visible bajo cualquier condición horaria y ambiental, y estar adecuadamente señalizado tanto vertical como horizontalmente con la debida anticipación.

• El tipo de usuarios (vehículo motorizado, no motorizado y peatones) que realizan la travesía durante el año y los factores ambientales existentes.

• Si el funcionamiento del transporte ferroviario favorece la seguridad, es decir, realiza reducciones de velocidad y hace uso de bocinas, entre otros, al aproximarse al cruce. Idealmente, el operador del tren podría contar con algún dispositivo de control que le advierta de cualquier peligro en algún cruce.

• La existencia de un efectivo sistema de regulación.

3. EL FACTOR HUMANO

Finalmente, dentro del tratamiento de esta problemática se tocarán algunos puntos relacionados con el factor humano, que es el aspecto más importante de la seguridad vial, pues en la mayoría de los partes (reportes) se registra que por el factor humano se alcanza el 70% de los accidentes en la Red Carretera Federal, citando como causa principal el exceso de velocidad, la violación de las regulaciones de tránsito y diversos factores más; entonces mejorar la infraestructura es muy importante, de hecho es fundamental, pero atender el factor humano es tan significativo como mejorar la infraestructura y quizás lo sea más.

A final de cuentas, en cualquier elemento que se aborde está involucrado el factor humano, es decir, al hablar de accidentes relacionados con el vehículo, la carretera o el entorno (condiciones climáticas, por ejemplo), el conductor interviene de manera protagónica: es él quien toma la decisión de llevar a revisar su vehículo, darle mantenimiento, etc, o de elegir cuándo manejar y la forma de hacerlo si hay mal tiempo o malas condiciones de tránsito; ¿quién decide cumplir o no los reglamentos de tránsito? ¿quién es el que circula a exceso de velocidad?: el conductor.

Debe verse al conductor, ya sea de vehículos ligeros o pesados, de motocicletas o de bicicletas, como un factor determinante en la seguridad vial; además de tomar en cuenta a los otros usuarios de las vías, o sea los peatones.

En relación con el factor humano habría que decir en primer lugar, que hay que atender a los grupos de riesgo. Estos son los peatones (niños y ancianos, principalmente), los ciclistas, motociclistas y los conductores de vehículos ligeros.

En relación con el conductor hay diferentes elementos que influyen para que su comportamiento no sea el más adecuado y genere accidentes; por ejemplo, estrés, alcohol, drogas, sueño, fatiga, etc.

El efecto perjudicial del alcohol en el comportamiento del conductor se manifiesta mientras está presente en el torrente sanguíneo, de manera que si se conoce su concentración se puede estimar su efecto. Esta medición se realiza mediante una prueba de aliento o de sangre. Cabe hacer mención que los resultados de la medición

por aire espirado son prácticamente inmediatos, lo que facilita identificar y sancionar a conductores que manejan bajo los efectos del alcohol, dando como consecuencia un control efectivo.

El mecanismo de la droga es distinto, ya que el tiempo durante el cual están presentes sus efectos es muy variable, y los métodos para detectar su presencia son más tardados, al hacerse mediante extracción de sangre, y análisis en laboratorio, dificultando su detección expedita y la identificación de aquellos que conducen bajo los efectos de drogas.

3.1 EL ESTRÉS Y LA CONDUCCIÓN

El estrés es un estado psicológico con efectos positivos y negativos, que se produce generalmente cuando el individuo se encuentra inmerso en una situación de sobrexigencia física o psíquica. Los efectos positivos son aquellos que pueden ayudar a estar alerta, y a reaccionar o efectuar maniobras evasivas, y sortear algún accidente. No obstante, de manera general puede desencadenar una serie de efectos negativos en el conductor, pasando por una serie de fases:

La primera fase es la reacción de alarma, en la que se presenta mayor capacidad de reacción, una mejora de los umbrales sensoriales, se potencian los mecanismos de alerta y, en general, un aumento de las funciones vitales. Sin embargo, junto con estos efectos teóricamente positivos, también suele aparecer una serie de comportamientos inadaptados y peligrosos de entre los que cabría destacar: mayor nivel de agresividad, hostilidad y comportamientos competitivos; impaciencia; conducción temeraria e imprudente; y, en general, mayor tendencia a no respetar las señales y normas de circulación. Todo lo anterior puede ocasionar dificultades con los otros usuarios del sistema vial y accidentes.

El estrés presenta una segunda fase, que es la de resistencia; puede durar mucho tiempo (todo el día, quizá) ante las presiones de trabajo o de actividades cotidianas, lo que trae como consecuencia una tercera fase, que es el agotamiento y cansancio en la cual no sólo disminuye la concentración, sino también la pérdida de la capacidad de percepción y de reacción que, como es de esperarse, puede ocasionar accidentes. De igual forma, hay casos severos que pueden llevar a problemas de úlceras y, en casos más graves, incluso infartos.

Tómese una situación, que aunque hipotética, no está lejos de la realidad: tenemos que ir de la casa al trabajo, lo cual significa 30 min normalmente; salimos de casa a las 7:15 h, y la hora de entrada es a las 8:00 h; tenemos una junta a primera hora con el jefe para presentarle un nuevo proyecto; sin embargo, a la mitad del trayecto se presenta algún inconveniente que nos retrasa (una llanta ponchada, un carro descompuesto o un accidente que hacen que el tránsito sea más lento, etc) y nos damos cuenta de que no vamos a llegar a tiempo: esto puede generar un estado estresante en la mayoría de las personas. Comenzamos, entonces, a desesperarnos, a impacientarnos y tratamos de cambiar de carril; hacemos maniobras para que no nos “ganen” el lugar, tratamos de que no se metan delante nuestro, etc. Estaríamos pasando por la primera fase del estrés. Supongamos que no tuvimos ningún percance y que superamos aquello que nos retrasaba y que aun contamos con tiempo para lograr llegar a tiempo a la junta. Buscamos estacionamiento y no lo encontramos con la rapidez que necesitamos.

Finalmente, llegamos tarde a la junta. Seguimos con las actividades laborales, con mucha presión por ese nuevo proyecto, etc, es decir, que no hemos disminuido el nivel de estrés, por lo que atravesamos la fase de resistencia. Se termina la jornada laboral. Nos sentimos agotados, sin embargo, nos subimos al carro y nos dirigimos de vuelta a casa. En esta ocasión está lloviendo y el

tránsito se hace lento. Definitivamente, la probabilidad de que nos veamos involucrados o, inclusive, ocasionemos algún accidente, tomando en consideración lo ocurrido durante el día y con las condiciones imperantes, es muy alta.

El estrés es un problema que puede controlarse con las recomendaciones siguientes: liberándose de compromisos que no son imprescindibles; realizando las actividades que se puedan atender y una a la vez; durmiendo lo necesario diariamente (de 7 a 8 horas, por ejemplo) para descansar; calculando un tiempo extra para imprevistos; destinando algunos momentos de descanso durante el día; disminuir o eliminar los estimulantes (cigarro, café, etc); nunca fijarse horas rígidas de llegada cuando se viaje; etc.

3.2 EL ALCOHOL Y LA CONDUCCIÓN

El alcohol es otro de los elementos relacionados con el factor humano. En el contexto de los factores susceptibles de causar un accidente, el alcohol según todas las estadísticas e indicios científicos, parece tener una especial relevancia junto con las distracciones, la velocidad inadecuada y la fatiga. Su consumo abusivo produce alteraciones orgánicas, algunas de la cuales pueden afectar de manera directa o indirecta a la conducción, además de que pueden ser extremadamente peligrosas para la salud.

La evidencia epidemiológica acumulada de muchos años, según estudios de la Organización Mundial de la Salud, indica que el consumo de alcohol es responsable entre el 30 al 50% de los accidentes con víctimas fatales; del 15 al 35% de los que causan lesiones graves, y del 10% de los que sólo provocan daños materiales. Igualmente, se ha descubierto un dato preocupante y en general poco conocido: el 30% de los peatones muertos en ciudades y carreteras presentaban altos índices de alcohol.

La normativa internacional dice que no se debe conducir cuando se tienen más de 0.5 g de alcohol por litro de sangre, o su equivalente en aire espirado (0.25 mg/l); siendo más estricta para los conductores noveles y para los conductores profesionales.

La alcoholemia, sus efectos, la velocidad de difusión, la absorción y desaparición del alcohol, etc, dependen de una serie de variables muy importantes, entre otras: la cantidad de alcohol ingerido y la rapidez con que se beba; las características del alcohol que se toma (gasificado o no; frío o caliente; etc); tener el estómago vacío o lleno; tolerancia al alcohol; edad; género (habitualmente, las mujeres pueden presentar tasas más elevadas de alcoholemia); peso de la persona; hora del día, etc. Algo muy importante respecto a la hora del consumo de alcohol es que por lo general en el día todos los mecanismos biológicos están más activos que por la noche; por ejemplo, una persona que bebe seis cubas por la noche y se acuesta a dormir ocho horas, se levantará con un índice de alcoholemia muy superior al que tendría si hubiese bebido durante el día, estando activo ocho horas; lo que supone un grave riesgo para la seguridad vial porque el individuo desconoce este dato.

Ello en razón de la ralentización en la metabolización del alcohol durante el sueño (Referencia 12). Entonces, ¿cómo se llega a 0.5 g de alcohol por litro de sangre? Como ejemplo, para una persona de 60 kg, este nivel se superaría con un litro de cerveza o con dos jaiboles, o con dos copas de vino.

El alcohol trae alteraciones orgánicas y psíquicas que tienen que ver con la reducción en el tiempo de reacción y en el tiempo de percepción; nos volvemos menos responsables, perdemos la prudencia, además, tenemos una falsa seguridad en nosotros mismos porque creemos que manejamos mejor ¿Cuántas veces no hemos oído a personas que dicen “cuando estoy tomando

manejo mejor"? Lo que sucede es que se cree que se maneja mejor pero, por la pérdida de la percepción y de la reacción, realmente se conduce peor[11].

El alcohol resulta peligroso para la seguridad vial, consumido incluso en tasas bajas (0.3 a 0.5 g/l), ya que en ese caso no se suele tener tanta conciencia del peligro, por tanto, no se adoptan la precauciones necesarias y sube el nivel de tolerancia al riego. No obstante con tasas más altas, objetivamente se incrementa la posibilidad de sufrir un accidente.

La coincidencia de beber y conducir es causa de gran número de accidentes, de tal forma que si se dan los dos factores, la probabilidad de que se produzca un siniestro es tan alta que se podría hablar, más que de "accidentalidad", de "predictibilidad" (Referencia 13). La Tabla 4.1 presenta algunos efectos generales del alcohol en la conducción, según en nivel de alcoholemia y el multiplicador del riesgo en la ocurrencia de accidentes.

Tabla 4.1
Algunos efectos del alcohol y su peligrosidad en la conducción

Alcoholemia (g/l)	Efectos	Peligrosidad
0.3 - 0.5	• Excitabilidad emocional • Disminución de la agudeza mental y de la capacidad de juicio • Relajación y sensación de bienestar • Alteraciones eléctricas encefálicas, con retraso del ritmo alfa	Inicio de la zona de riesgo Riesgo x 2
0.5 - 0.8	• Reacción general lenta • Alteraciones en los reflejos • Comienzo de la perturbación motriz • Euforia en el conductor, distensión y bienestar • Tendencia a la inhibición emocional • Comienzo de la impulsividad y agresividad al volante	Zona de alarma Riesgo x 5
0.8 - 1.5	• Estado de embriaguez importante • Reflejos muy perturbados y ralentización de las respuestas • Pérdida del control preciso de los movimientos • Problemas serios de coordinación • Dificultades de concentración de la vista • Disminución notable de la vigilancia y percepción del riesgo	Conducción peligrosa Riesgo x 9

12

[11] SANTO DOMINGO, J., "El Consumo de Alcohol y los Accidentes de Tráfico.", Jornadas sobre el alcohol, drogas y accidentes de tráfico, Ministerio de Sanidad y Consumo, España, 1987.

[12] Publicación Técnica 224, "Seguridad Vial en Carreteras", 2003, Instituto Mexicano del Transporte, pp. 35-40.

3.3 LAS DROGAS Y LA CONDUCCIÓN

Otro elemento que tienen que ver con el factor humano son las drogas. Muchas drogas legales e ilegales diferentes al alcohol deterioran la capacidad de conducir, incluso en cantidades moderadas, e incrementan el riesgo de accidente (Referencia 14). Su empleo entre los conductores es en apariencia bastante limitada en comparación con el alcohol, aunque creciente. Según un importante informe de la National Highway Traffic Safety Administration, de los Estados Unidos, las drogas con mayor potencial de riesgo para la seguridad vial son los tranquilizantes, los sedantes y la marihuana[13].

La clasificación de las drogas más extendida es la que las divide en depresoras, estimulantes y alucinógenos. A continuación se describe cada tipo y sus efectos nocivos en la conducción.

3.3.1 DROGAS DEPRESORAS

Son aquellas que producen depresión de las funciones psíquicas y biológicas, es decir, retardan o disminuyen los impulsos, la capacidad de percibir y de reaccionar. Sus efectos principales son sedación, relajación y sensación de bienestar. Dentro de este tipo se encuentran, por ejemplo, el alcohol, la morfina y la heroína (que son derivadas del opio), y los sedantes.

Afectan a la atención, a la percepción visual y a la capacidad de identificación de estímulos; retardan el procesamiento de información, así como la capacidad de percepción y reacción. Por los efectos que producen, las personas que consumen este tipo de drogas se

[13] National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Traffic Safety Facts 1997. Department of Transportation, EE UU (1998).

encuentran en un estado inadecuado para conducir, altamente generador de accidentes[14].

3.3.2 DROGAS ESTIMULANTES

Generan un estado de excitación o aceleramiento de las funciones psíquicas y biológicas, aumentando la activación del Sistema Nervioso Central. Ejemplos de este tipo de drogas son: la cocaína, las anfetaminas y sus derivados, el café y el té (xantinas), y las drogas de diseño, como el éxtasis.

Algunas de sus graves consecuencias son la disminución en la sensación de fatiga, el exceso de confianza y omnipotencia que impiden evaluar adecuadamente los riesgos, y tomar las decisiones correctas. Por ejemplo, un conductor bajo los efectos de la cocaína siente que su coche es más potente y que frena mucho mejor, lo que suele provocar accidentes derivados de exceso de velocidad, así como alcances. Cuando una persona está bajo los efectos de este tipo de drogas, la hacen sentirse muy capaz de conducir, pues producen efectos de euforia, alerta intensificada e hiperactividad. Por lo anterior, los efectos por el consumo de este tipo de drogas resulta peligroso cuando se conduce.

En determinadas circunstancias, el consumo de café o té puede conllevar consecuencias negativas para la conducción. Su ingesta, en relación con otros factores condicionantes del sujeto, suele producir irritabilidad e insomnio, o enmascarar los efectos de la fatiga (que se verá más adelante), entre otras alteraciones. El consumo excesivo de

[14] DEL RIO, M.C., ALVAREZ, JJ, "Drogas Ilegales y Seguridad Vial", Masson, España, 1996.

cafeína, por ejemplo, puede generar a la larga, entre otros problemas, palpitaciones, irritabilidad y espasmos musculares[15].

3.3.3 DROGAS ALUCINÓGENAS

Como ejemplos están: la marihuana; los alucinógenos, como el LSD y el peyote; los inhalantes, tales como solventes, pegamentos y aerosoles; y ciertos tipos de fármacos, como los antidepresivos. Estas drogas pueden alterar notablemente la percepción, provocando distorsiones perceptivas, ilusiones y alucinaciones de intensidad variable. Presentan una serie de características comunes: los efectos incluso de pequeñas dosis son muy grandes; predominan los cambios en el pensamiento, la percepción y el humor en comparación con otros efectos; tienen una mínima o nula adicción física y psicológica; su rasgo más característico es su influencia en la percepción de los colores (fundamentales para las señales de tránsito).

Estas drogas producen fuertes estados de desorientación (del espacio y del tiempo) y provocan distracciones de todo tipo. Los estados alterados de conciencia, las alteraciones perceptivas, las dificultades para fijar la atención, y una notable disminución de los reflejos y de la coordinación motriz en general, dan como consecuencia un alto riesgo de accidentes.

Las drogas en general poseen efectos inmediatos y a corto plazo sobre el organismo, tanto mentales como físicos que muestran de manera clara los peligros de conducir bajo sus efectos. Asimismo, requieren de un tiempo hasta ser totalmente eliminadas, tiempo durante el cual siguen ejerciendo su acción aunque el sujeto no sea plenamente consciente de ello, incluso días después del consumo. Además, tienen significativos

[15] Ibidem.

efectos a largo plazo que derivan de los efectos acumulativos de una intoxicación crónica asociada con un historial de adicción. Por último, cuando se ha desarrollado una dependencia y se carece de la droga, se puede presentar el síndrome de abstinencia que produce una serie de alteraciones tan peligrosas para la conducción, como el manejo de un vehículo bajo los efectos directos de la droga.

Ninguna droga produce un efecto único; es decir, todas tienen múltiples efectos en función de un amplio conjunto de variables: dosis (cantidad y pureza) de la sustancia consumida; la eventual combinación simultánea o cíclica con otro u otros productos; el tiempo consumiéndolas; la vía de administración y el proceso metabolizador; la eliminación renal y pulmonar del individuo, etc. La Tabla 4.2, muestra algunos efectos de las drogas y sus consecuencias para la conducción.

En conclusión, ya sea por los efectos a corto plazo derivados de su consumo o por aquellos que pueden originarse por su privación (síndrome de abstinencia), las drogas interfieren en las actividades del proceso complejo de la conducción e inciden en la seguridad, constituyendo un importante factor de riesgo y causa directa de accidentes. Por este motivo, la conducción ha de entenderse radicalmente contraindicada tras el consumo de cualquier tipo de droga, porque con ello no sólo se está imponiendo un grave riesgo a uno mismo, sino lo que es más grave, se lo impone a los demás.

En definitiva, es necesario tomar conciencia de los graves peligros que entraña el consumo de drogas. A estos se añade, en el caso del conductor, los riesgos derivados de sufrir un accidente.

Tabla 4.2
Algunos efectos de las drogas, y sus consecuencias en la conducción

SUSTANCIAS	EFECTOS	CONSECUENCIAS PARA LA CONDUCCIÓN
Depresoras del Sistema Nervioso Central	**Psicolépticos**	
Opiáceos: Morfina, codeína, heroína, metadona, pentazocina Alcohol Hipnóticos y sedantes	• Relajación • Sedación • Sensación de bienestar	• Error en la toma de decisiones • Alteración en la capacidad de identificación • Percepción visual deficiente • Enlentecimiento en el procesamiento de la información
Estimulantes del Sistema Nervioso Central	**Psicoanalépticos**	
Anfetaminas y sus derivados Cocaína y "crack" Xantinas Té, café Drogas de diseño	• Euforia • Estimulación excesiva	• Sobrevaloración de las propias capacidades
Perturbadoras del Sistema Nervioso Central (alucinógenas)	**Psicodislépticos o psicotomiméticos**	
Depresoras derivadas del cannabis Marihuana, hachís Alucinógenos LSD, peyote, mezcalina Nicotina Inhalantes Solventes, pegamentos, aerosoles Otros fármacos (antidepresivos, corticosteroides, anticolinérgicos, beta-bloqueantes, etc)	• Distorsiones perceptivas • Ilusiones • Alucinaciones • Relajación • Euforia	• Dificultad para fijar la atención • Alteración de la coordinación motora • Trastornos de la personalidad • Disminución de los reflejos

16

3.4 EL SUEÑO Y LA CONDUCCIÓN

Existen muchas causas que pueden ocasionar un accidente, sin embargo, hay una que puede destacarse: conducir sin haber dormido lo necesario. El adormecimiento o falta de sueño provoca deficiencias en las capacidades psicofísicas necesarias para conducir, como: reducción del tiempo de reacción; déficit en la atención, aparición de distracciones muy frecuentes; mayor tiempo de procesamiento e integración de información; alteraciones motrices; aparición de micro-sueños, que hacen que se pierda la conciencia respecto de la carretera, señales u otros vehículos durante un lapso muy breve; alteraciones

[16] Ibidem.

de las funciones sensoriales y en la percepción. Además, tratando de llegar más rápido al lugar dónde se descansará, generalmente aparecen conductas más arriesgadas de lo normal.

Existe un conjunto de variables que pueden afectar y potenciar los efectos provocados por el sueño: la edad (las personas de mayor edad, aunque necesitan dormir menos horas, tienen mucho menor control del sueño y de sus efectos negativos al conducir, que las personas jóvenes); el estado psicofísico (el aumento de trabajo físico, las actividades mentales complejas, las depresiones, etc, aumentan notablemente la necesidad de dormir); el tipo de carretera (aquellas que son rectas y monótonas provocan la relajación y facilitan el sueño al disminuir la atención); consumo de medicinas (algunas tienen efectos secundarios, como la relajación); consumo de alcohol; consumo de leche caliente (ayuda a la producción de un neurotransmisor llamado serotonina, que facilita el sueño); variables ambientales (además de temperaturas altas, la falta de oxigenación y aireación adecuada en la cabina del vehículo, potenciada por la entrada de gases, la acumulación de humo de cigarro, etc); fatiga (de la que se hablará adelante); conductas (hacer ejercicios físicos intensos antes de acostarse, por ejemplo, dificulta el sueño); etc.

El ciclo sueño-vigilia está gobernado por factores tanto homeostáticos como circadianos. Los homeostáticos se relacionan con la necesidad neurobiológica de dormir; cuanto mayor es el periodo de vigilia, más presión por dormir y más difícil es resistirse al sueño. El factor circadiano es un reloj interno que completa un ciclo aproximadamente cada 24 horas. Los factores homeostáticos gobiernan a los circadianos para regular el periodo de sueño-vigilia[17].

[17] MONTORO, L., Alonso, F. esteban, C y Toledo, F., "Manual de Seguridad Vial: El Factor Humano", Ed. Ariel, Instituto Universitario de Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS), España, 2000, pp.115-120.

Mientras dormimos, el organismo se recupera del desgaste diario, se regenera y descansa sus centros nerviosos y tejidos musculares, por tanto, cuando no se duerme nada o lo suficiente, se presentan deficiencias en las habilidades necesarias para conducir, que el descanso adecuado y suficiente permite recuperar.

A continuación se presentan algunas recomendaciones para mejorar el sueño y disminuir sus efectos en la conducción, sin embargo, si se siente sueño o cansancio, aunque se haya descansado lo suficiente, lo mejor es parar el vehículo y descansar el tiempo necesario:

- Tratar de no cambiar los hábitos de sueño constantemente (muy común en trabajos con rotación de personal con cambio de turnos; es el caso de los conductores profesionales).

- Realizar paradas frecuentes con el fin de romper la monotonía y reactivar los músculos, sobre todo en los viajes nocturnos y/o largos.

- Mantener a buena temperatura y bien ventilada la cabina del vehículo (el aire acondicionado es un elemento de seguridad activa).

- No comer abundantemente, e ingerir comida ligera o baja en calorías y grasas.

- Procurar conversar si se lleva algún acompañante en el vehículo, teniendo cuidado de no distraerse.

- Mojarse la cabeza y los brazos con agua fría.

- Tomar moderadamente café o algún estimulante no nocivo para la salud.

- No ingerir bebidas alcohólicas o substancias depresoras del sistema nervioso.

- Cambiar de velocidad frecuentemente, y adoptar una postura que no permita la relajación.[18]

3.5 LA FATIGA Y LA CONDUCCIÓN

La fatiga o cansancio es una incapacidad temporal de un receptor sensorial u órgano terminal motor para responder, debido a una sobrestimulación. Es producida por una amplia variedad de factores fisiológicos y psicológicos que actúan sobre el ser humano.

Según estudios psicológicos, la fatiga puede presentar progresivamente tres tipos de síntomas principalmente, que deben tomarse en consideración: cambios fisiológicos transitorios: la persona empieza a moverse como una reacción a no dormirse, empieza a hacer movimientos, a tener cambios de postura, a parpadear constantemente, a estirarse, entre otras manifestaciones; en segundo lugar se presenta una reducción en la cantidad, calidad o eficacia en la ejecución de maniobras, empieza a aparecer un fuerte decaimiento que puede provocar somnolencia o sueño profundo, comienza a experimentar torpeza en su forma de operar y además a tener dificultades para mantener y concentrar la atención; y, en tercer lugar aburrimiento, ansiedad, aceptación mayor del riesgo, etc, que puede presentar cólera e incluso sueño, o predisponerlo aún más al accidente. La fatiga resulta muy peligrosa para la conducción por sus manifestaciones y síntomas.

El caso de los conductores profesionales (conductores de camiones de carga y de autobuses de pasajeros, etc, ya sea que trabajen para una empresa o para

[18] Ibidem.

sí mismos) es muy crítico en la mayoría de las ocasiones ya que, por circunstancias personales internas o externas se ven obligados a manejar muchas horas, lo que resulta en una sobrestimulación que conlleva a la fatiga.

Este es un aspecto que hay que regular, debe controlarse el número de horas diarias que se pueden conducir, sobre todo en las personas con esta actividad profesional. En Estados Unidos, el máximo de horas por jornada que se puede conducir es de diez, en un período de 24, precedidas de un descanso continuo ininterrumpido de 8 horas.

Lo anterior significa que esas 10 horas de conducción podrían hacerse en un período máximo laborable de 16 horas, porque las otras ocho horas son del descanso continuo ininterrumpido; esas 10 horas dentro de las 16 no se pueden hacer continuas, recomendándose períodos de dos horas continuas de manejo, con ciertos descansos que hagan que la persona se relaje, tome agua; en fin, una serie de estrategias para disminuir la fatiga, y no se den comportamientos que suelen generar accidentes. En el caso de México, se está elaborando un proyecto de norma que regulará el tiempo de conducción y sus descansos obligatorios.

Otro aspecto que es necesario buscar en relación con las regulaciones y prácticas operativas sobre horas de conducción, es que ambas sean lo más congruentes posible con el ritmo circadiano. En este sentido, lo óptimo es que induzcan a que el período diario de ocho horas de descanso sea durante la noche, siempre entre las mismas horas (p ej, entre las 22:00 y las 6:00 h todos los días). Otra alternativa menos deseable es que dicho período sea durante el día, pero siempre entre las mismas horas. Lo que definitivamente debe evitarse es que el período de descanso se vaya desfasando entre diferentes horas cada día.

Se recomienda lo anterior debido a que los conductores que sufren cambios frecuentes en los turnos de trabajo, se ven obligados a alterar el ciclo normal de sueño-vigilia, y pueden ver perturbado su sueño al interferir con los patrones de sueño circadianos. La consecuencia es una disminución del rendimiento y del nivel de atención durante el trabajo. Además, los **turnos** nocturnos hacen que el sujeto descanse durante el día, cuando las condiciones ambientales no favorecen el sueño, por lo que se reduce su duración. La calidad del sueño también experimenta un deterioro. El sueño durante el día y los continuos cambios de horario tienen tal efecto sobre el nivel de activación durante el trabajo, que provoca que las empresas que laboran las 24 horas tengan más accidentes entre las tres y las seis de la madrugada, que en las 21 horas restantes[19].

En síntesis, la recomendación general es: “si se va a manejar, no hay que estar estresado, no hay que estar alcoholizado, no hay que estar drogado, y hay que descansar”.

3.6 EL CONDUCTOR.

El problema de la seguridad vial, desde el punto de vista de los factores humanos, es conocer las causas que inciden para que el conductor cometa un error, aumentando con ello el riesgo de sufrir un accidente, y tomar las medidas necesarias para atenderlas.

Conducir, es el proceso de utilizar la información para transportarse de una parte a otra y cuenta con las siguientes fases:

[19] **Ibidem.**

- Recepción de la información sobre la circulación, el camino y el entorno (visual, sonora, otros).
- Percepción de la situación.
- Análisis y toma de decisiones.
- Puesta en práctica de las decisiones.

Elementos con prioridad de atención:

- Carriles de circulación y acotamientos
- Derecho de vía
- Señalización
- Otros usuarios.

3.6.1 CONDUCTORES Y EXPECTATIVAS.

- El conductor al circular adapta su conducción a las características que encuentra o que espera encontrar de acuerdo a su experiencia. Si encuentra situaciones inesperadas que rompan sus expectativas aumenta el riesgo de un accidente. El proyecto debe plantearse para no romper las expectativas del conductor.
- Los conductores anticipan situaciones y eventos comunes a la vía por la que transitan.
- Mientras más predecible la situación, menor es la probabilidad de un error.
- Los conductores tienen dificultades cuando son sorprendidos.

- Los conductores asumen que solo tendrán que enfrentar situaciones estándares

- La vía tiende a generar expectativas y las singularidades violan esa expectativa y promueven reacciones no uniformes.

- Las expectativas se asocian con todos aspectos de la vía.

- Velocidad, trazo, perfil, diseño geométrico, señalamiento y otros.

3.6.2 CAUSAS DE ERROR DEL CONDUCTOR.

a) **Causas directas.** Son aquellas conductas y eventos que preceden inmediatamente al accidente y que son directamente responsables del mismo ya que incrementan las posibilidades del error humano como son: velocidad excesiva, conducción temeraria, circulación prohibida, rebase indebido, etc.

b) **Causas indirectas.** Son todas aquellas condiciones o estados cuya presencia altera el nivel de las funciones de procesamiento de información y habilidades del conductor, como es: conducir bajo los efectos del alcohol, de las drogas, fatiga, deslumbramiento, etc.

Las causas que originan que un conductor cometa un error se agrupan en las siguientes categorías:

- **Físicas o fisiológicas.-** Insuficiencias sensoriales, alteraciones orgánicas transitorias (nauseas, mareos, etc.), alteraciones o defectos orgánicos permanentes (diabetes, insuficiencia cardiaca, etc.), e insuficiencias motoras (falta de coordinación, falta de reflejos, etc.).

- **Psicológicas.-** Problemas de atención, actitudes antisociales, enfermedades mentales, inestabilidad emocional, temeridad, agresividad, trastornos de la personalidad, etc.

- **Trastornos psicofísico transitorios.-** Alteraciones en todos los procesos de la conducción por la intervención del estrés, la fatiga, el sueño, las drogas, el alcohol, la depresión y los fármacos.

- **Agentes inhibidores de la prudencia**.- El optimismo del conductor que cree que conduce mejor que nadie y que no advierte los incidentes como peligrosos, más bien al contrario, si después de realizar una acción temeraria no ocurre un accidente, refuerza la conducta y la estructura como idónea.

- **Inexperiencia y problemas de instrucción de manejo**.- Se sabe que el conductor con poca experiencia o con carencias de aprendizaje suele tener más accidentes.

3.6.3 LA EDAD.

- Disminuye las facultades del conductor principalmente en:

- La visión, que es el sentido por el que recibimos el 90% de la información al conducir.

- El oído.

- Habilidad física.

- Habilidad mental, la capacidad de tomar decisiones en situaciones no habituales o tensas (tiempo de reacción).

Modifica el comportamiento del conductor, haciéndolo más prudente durante sus travesías.

Algunas acciones para disminuir el problema de la edad y sus consecuencias son:

- Mejorar la legibilidad de la carretera
- Información y reciclado de los conductores.

Diferentes tipos de conductores

- Conscientemente competente
- Conscientemente incompetente
- Inconscientemente incompetente
- Inconscientemente competente

3.6.4 TIEMPO DE REACCIÓN

El tiempo de reacción para proyecto se considera de 2.5 segundos y es el tiempo que tarda el conductor en reaccionar ante una situación o incidente durante su conducción.

- En este tiempo el conductor realiza las siguientes acciones:
- Percepción.- entender que existe algo de información, ver señal rojo.
- Identificación.- reconocer de que se trata el estímulo, reconocer que es una señal “ALTO”.
- Emoción.- decidir qué acción se deberá tomar, decidir en detenerse antes la señal “ALTO”.
- VOLICION.- Iniciar la maniobra, cambiar el pie al freno y frenar.

El tiempo de reacción es de acuerdo a la complejidad de la situación, la capacidad actual del conductor y la previa preparación del conductor.

De acuerdo a lo anterior este es el tiempo de reacción ideal, pero en nuestra sociedad este tiempo de reacción puede llegar a ser hasta de 10 segundos o más.

Ejemplo de una situación mal interpretada:

- Percepción.- ver otro vehículo.
- Identificación.- reconocer de que se trata el estímulo, hay posibilidad de colisión.
- Emoción 1.- decidir qué acción se deberá tomar, (tocar bocina).
- Volición 1.- tocar la bocina
- Identificación 2.- reconocer de que se trata el estímulo, sigue posibilidad de colisión.
- Emoción 2.- decidir qué acción se deberá tomar, (frenar).
- Volición 2.- iniciar la maniobra, cambiar el pie al freno y frenar.

Acciones para minimizar el tiempo de reacción.

- Uniformidad de soluciones.
- Minimizar el número de alternativas.
- Proveer información positiva, mostrar que “hacer” versus que “no hacer”.

- Proveer visibilidad clara.
- Usar señales con símbolos
- Advertir con tiempo.

3.6.5 EL VEHÍCULO

Actualmente la industria automotriz ha tenido un avance tecnológico importante y ha implementado varios dispositivos de seguridad en los vehículos y camiones de los cuales se mencionan los siguientes:

- Bolsas de aire laterales y frontales.
- Frenos ABS

- Indicadores en el tablero del vehículo de cinturón de seguridad, puertas abiertas, presión de neumáticos y bolsas de aire.
- Reguladores de velocidad
- Parrillas contra impacto en la parte superior de los vehículos y laterales
- Faros para niebla
- Desempañadores traseros
- Neumáticos para cada tipo de superficie.

Lo anterior incrementa la seguridad de los vehículos pero para evitar fallas mecánicas es necesario que el usuario efectúe los servicios de mantenimiento a su unidad de acuerdo a la bitácora y revise periódicamente los neumáticos.

4. SEÑALIZACIÓN EN MÉXICO.

La señalización de las carreteras es un factor muy importante para la seguridad de los usuarios, pues se ha demostrado que un conductor bien informado de las características, limitaciones físicas y prohibiciones reglamentarias del camino, así como de la existencia de algún riesgo potencial y de la ruta que ha de seguir para llegar a su destino, reacciona ante una situación de peligro más rápidamente y con mayor certeza, disminuyendo la posibilidad de que ocurra un accidente o de que sea grave.

También son un factor importante los dispositivos de seguridad, tales como las barreras centrales y laterales, amortiguadores de impacto y rampas de emergencia para frenado, entre otros, particularmente en aquellos tramos de mayor peligro en las carreteras, o donde la incidencia de fallas de los sistemas de frenado de los vehículos es frecuente.

Cabe mencionar que en los últimos 5 años (2003-2007) el promedio del presupuesto asignado a la señalización fue de 270 MDP/año y para 2008 es de 654 MDP.

Desde la convención para un sistema uniforme de señales, organizada por la ONU en 1952, la SCT ha trabajado en el señalamiento y los dispositivos de seguridad de las carreteras para orientar al usuario y tratar de disminuir el número y la gravedad de los accidentes, con base en los criterios técnicos-normativos que estableció en su **Manual de Dispositivos para el control del tránsito en calles y carreteras**, publicado en 1965 y actualizado en 1986; en las normas de proyecto, construcción y conservación de señalamiento y dispositivos de seguridad de la normativa para la infraestructura del transporte (parte N-PRY-CAR-10 y títulos N-CTR-CAR-1-07, N CSV-CAR-2-05, N-CSV-CAR-3-05 y N CSV-CAR-4-05, de 1999 a 2007), y en la Norma Oficial Mexicana NOM-034-SCT2-2003 Señalamiento Horizontal y vertical de carreteras y vialidades urbanas, publicada en 2005.

Sin embargo, el problema de los accidentes aún persiste, por lo que la SCT ha decidido redoblar sus esfuerzos en los próximos 5 años para mejorar la seguridad y el confort de los usuarios y en lo posible, abatir el número de accidentes al mínimo y lograr que los que aun ocurran no causen daños graves, para lo que se prevé la necesidad de destinar recursos adicionales al proyecto, instalación y conservación del señalamiento y para los dispositivos de seguridad; actualizar la normativa técnica vigente y complementaria con manuales de diseño, instalación y conservación; proveer laboratorios y equipo adecuados para verificar la calidad y el desempeño de los materiales fabricados con nuevas tecnologías, e impulsar la capacitación de los ingenieros y técnicos que proyecten, instalen, conserven y supervisen el señalamiento y los dispositivos de seguridad.

5. ENFOQUE ADMINISTRATIVO E INSTITUCIONAL PARA CONTROLAR LA OCURRENCIA DE ACCIDENTES EN LAS CARRETERAS

5.1 Implantación de un proceso de planeación estratégica

A partir de una revisión bibliográfica internacional, se ha observado que en muchos países, incluyendo a México y a otros latinoamericanos, la atención de esta problemática ha sido exitosa a través de un proceso de planeación estratégica constituido por los siguientes pasos: I) Formulación de una visión o filosofía; II) Análisis del problema; III) Definición de metas; IV) Desarrollo de medidas de mejoramiento; y V) Mecanismos de evaluación y monitoreo. A continuación se describe cada paso.

5.1.1 **Formulación de una visión o filosofía**

Se trata de construir una visión estratégica sobre la naturaleza del problema y de las formas para mejorarlo. En otras palabras, tener una visión clara de la meta que se desea a futuro. Canadá, por ejemplo, estableció tener las carreteras más seguras del mundo en 20 años; en 1997, Suecia aplicó la denominada “Visión Cero” para la seguridad vial,

la cual señala que no es éticamente aceptable que alguna persona resulte muerta o herida severamente en cualquier sistema de Transporte automotor (Referencia 8). En el caso de México, se ha intentado tener carreteras a igual nivel de seguridad de los países más desarrollados.

5.1.2 **Análisis del problema**

Es importante una concepción clara de la naturaleza del problema, que se base en una descripción del número y tipo de accidentes; de tendencias históricas, de posibles explicaciones; y también pronósticos de hacia dónde está evolucionando la situación. Como ya se dijo, en el caso de las Carreteras Federales nacionales, se tienen alrededor de 60 mil accidentes, con 5 mil muertos y 35 mil heridos; por lo que se ha pensado mantener índices de seguridad operativa, similares a los de los países más desarrollados o en vías de desarrollo.

5.1.3 **Definición de metas**

Deben ser cuantificables, así como alcanzables de manera realista en un cierto lapso. En México se registran alrededor de 5 mil muertos y 100 mil millones de veh-km recorridos en las Carreteras Federales. Eso da un índice de cinco muertos por cada 100 millones de veh-km. En países más desarrollados en materia de seguridad vial, tienen un valor para este índice del orden de tres; entonces, la meta que se ha establecido en el país es avanzar del cinco actual a valores cercanos a tres, en un lapso razonable (p ej, 10 años). Seguridad vial en carreteras 6.

5.1.4 **Desarrollo de medidas de mejoramiento**

Estas medidas deben obedecer a la visión y también a la delimitación de metas. Se refiere específicamente a la definición de los programas de acciones que deben aplicarse en programas identificados que

contribuyan al logro de los objetivos y a la obtención de la meta definida. Algunos ejemplos de éstas en países más avanzados son: muy bajas tolerancias a la conducción bajo efectos del alcohol (p ej, en Suecia, el límite de alcoholemia o concentración de alcohol en la sangre es de 0.02 gramos/100 mililitros, cuando en la mayoría de los países está entre 0.08 y 0.10); licencias provisionales con muy alto costo y fuertes restricciones durante los primeros años, para el caso de conductores jóvenes e inexpertos.

5.1.5 **Mecanismo de evaluación y monitoreo**

Es importante este último paso, con el fin de cuantificar los efectos de las medidas que se van tomando y compararlas con la meta para hacer las correcciones necesarias; además, para retroalimentar a los tomadores de decisiones, es decir, que a través de este mecanismo se cuente con los elementos necesarios que permitan acercarse a las metas y a la visión.

Es importante señalar que contar con datos consistentes de accidentes (de preferencia en bases de datos electrónicas) es esencial para los distintos pasos del proceso de planeación estratégica. En México, el IMT generó el Sistema para la Adquisición y Administración de Datos de Accidentes (SAADA), que cuenta con un módulo para la captura de los partes de accidentes reportados por la Policía Federal Preventiva, en la RCF, el cual es utilizado por la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en la generación de la base de datos electrónica correspondiente.

5.2 Estrategias de intervención

Como resultado del proceso de planeación estratégica deben proyectarse planes integrales multianuales, que incluyan programas en los siguientes cinco tipos de estrategias:

5.2.1 **Control de exposición**

Se refiere a los programas que buscan mejorar la seguridad mediante la reducción de la cantidad de viajes o sustitución de formas menos seguras de transporte por otras más seguras. Estos programas suelen ser recibidos socialmente con desagrado porque están en conflicto con otros valores de la sociedad, tales como la libertad para elegir dónde vivir y trabajar y, por supuesto, la libertad de movimiento. Algunos programas de este tipo de estrategia son: alternativas para el transporte automotor, es decir, que la gente se mueva en medios menos peligrosos, como el autobús, el ferrocarril e incluso el avión; restricciones vehiculares, por ejemplo, la instalación de gobernadores de velocidad, control del tamaño de los motores, etc; restricciones viales, como la prohibición a los tractocamiones de circular en carreteras secundarias, y a los peatones y ciclistas, en autopistas; finalmente, restricciones a los usuarios, como un límite menor de alcohol en la sangre para los principiantes y la edad mínima para obtener licencia de conducción.

5.2.2 **Prevención de accidentes a través de la ingeniería**

Se trata de programas para reducir los accidentes a través de una mejor ingeniería, incluidas las ingenierías carretera y vehicular. Los programas de tratamiento de sitios de alta incidencia o "**puntos negros**" en la red carretera, así como las auditorías en seguridad, representan las aplicaciones de mayor trascendencia de la ingeniería carretera a la seguridad vial.

La ingeniería vehicular incluye programas sobre diseño inicial y condiciones de servicio de las unidades, considerando frenos, luces y reflectores, maniobrabilidad, visibilidad, cualidades ante los choques, calefacción y ventilación, estabilidad, etc.

En materia de diseño vehicular, en México, no hay mucho qué hacer, porque está controlado básicamente por las grandes armadoras a nivel internacional; pero sí se puede hacer mucho en el ámbito de mantener condiciones de operación adecuadas permanentemente.

5.2.3 **Prevención de accidentes por modificación de la conducta**

Incluye aquellos programas dirigidos a los peatones y a los conductores, así como al cumplimiento de las regulaciones, por ejemplo, el uso del cinturón de seguridad, que debe ser obligatorio; las campañas policíacas para controlar la velocidad y la conducción bajo los efectos del alcohol; así como todas aquellas medidas dirigidas a una aplicación efectiva de las regulaciones.

5.2.4 **Control de lesiones**

Se refiere a los programas basados en el reconocimiento de que los muertos y heridos pueden reducirse si las personas involucradas van mejor protegidas al momento de ocurrir los accidentes. Algunos programas, en relación con los vehículos, son: las cerraduras que no estallan; el ya mencionado cinturón de seguridad; la integridad estructural de los habitáculos (cabinas); las bolsas de aire; los interiores “amigables” con los pasajeros (de tal manera que si una persona se

golpea con alguna parte del interior no resulte con lesiones mayores); en relación con los ciclistas y motociclistas: el uso de cascos y de elementos conspicuos (ropa, luces, etc) que los hagan visibles en todo momento en las carreteras.

5.2.5 **Manejo de lesionados**

Se refiere a los programas dirigidos a proporcionar servicios de tratamiento y rehabilitación oportunos y eficientes a quienes resultan lesionados. Estos suelen basarse en el reconocimiento de que la mayoría de las muertes por accidentes viales ocurren durante los siguientes tres períodos (Referencia 9):

a) Al momento de ocurrir o unos minutos después del accidente. Se presenta el 50% de los decesos, aproximadamente, como producto del 5% de los accidentes fatales. Realmente hay poco que se pueda hacer en estos casos, que no sea lo mencionado en el tipo de estrategia anterior, que es que los pasajeros y, en general, todos los usuarios de las vías, vayan mejor equipados.

b) Dentro de las primeras dos horas después del accidente, donde la muerte ocurre por lesiones mayores en la cabeza, tórax o abdomen, o por pérdida de sangre que ocasione inestabilidad hemodinámica. Hay que mencionar que aproximadamente el 35% ocurre en este período, como resultado de alrededor de 15% de los accidentes con muertos. Entonces, en este período realmente habría mucho qué hacer si se atiende de manera oportuna y eficaz a todos los lesionados que se suscitan como resultado de accidentes.

c) Dentro de los primeros 30 días de admisión hospitalaria, como resultado de daño cerebral, falla orgánica e infecciones. Un 15% de los decesos ocurren en este período. Hay también mucho qué hacer al respecto, a través de una atención hospitalaria oportuna y adecuada.

Puede observarse que es crucial la atención oportuna en las primeras dos horas. Algunos programas son: entrenamiento de los paramédicos y otros suministradores de servicios de emergencia; entrenamiento de personal médico sobre traumatología; sistemas de comunicación efectivos en las carreteras; sistemas efectivos de transporte de las víctimas; una respuesta rápida y oportuna de los servicios de emergencia, etc. En síntesis, hay que manejar integralmente esos cinco tipos para diseñar programas de mejoramiento de la seguridad vial en carreteras, es decir, buscar modos de transporte más seguros; tratar de reducir los accidentes a través de mejores vehículos y carreteras más seguras; pero también mejorando los sitios conflictivos; se debe modificar la conducta de todos los usuarios (peatones, ciclistas, motociclistas y conductores), donde juega un papel muy importante el cumplimiento de las regulaciones; trabajar en el aspecto educativo, en el control de velocidades, en que cada vez vayan mejor equipadas las personas en los vehículos y, finalmente, que el manejo de los lesionados sea oportuno y adecuado.

5.3 Sistemas de Administración de la Seguridad

En los países más avanzados en la atención de esta problemática, el mejoramiento de la seguridad vial se efectúa a través de los denominados Sistemas de Administración de la Seguridad. Se basan en un mecanismo constituido por un Comité Directivo General y grupos de trabajo subordinados a dicho Comité, dirigidos a identificar, evaluar, implementar y dar seguimiento a toda oportunidad de mejorar la seguridad.

En el caso de México, el Gobierno Federal, a través de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes, instrumentó desde 1997 el Comité Nacional de Prevención de Accidentes en Carreteras y Vialidades (CONAPREA), que tiene jurídicamente el carácter de cuerpo colegiado; sesiona cada tres meses, revisando los avances de los grupos de trabajo y definiendo nuevas directrices y planes para dichos grupos.

Los grupos de trabajo del **CONAPREA** son: I) Uno, encargado de atender lo correspondiente a las carreteras (denominado por lo mismo, La Carretera); II) Otro, a los conductores (denominado El Conductor); III) Uno más, a los vehículos (denominado El Vehículo); y IV) El último, a los aspectos de planeación estratégica (denominado Sistémico). El IMT coordina el Sistémico y participa en los demás grupos. Se integran con representantes de las áreas técnicas de las organizaciones que participan en el CONAPREA y son los que van estableciendo las decisiones y acciones que toma el Comité. También hay participantes del Sector Salud a través del Consejo Nacional de Prevención de Accidentes **(CONAPRA).**

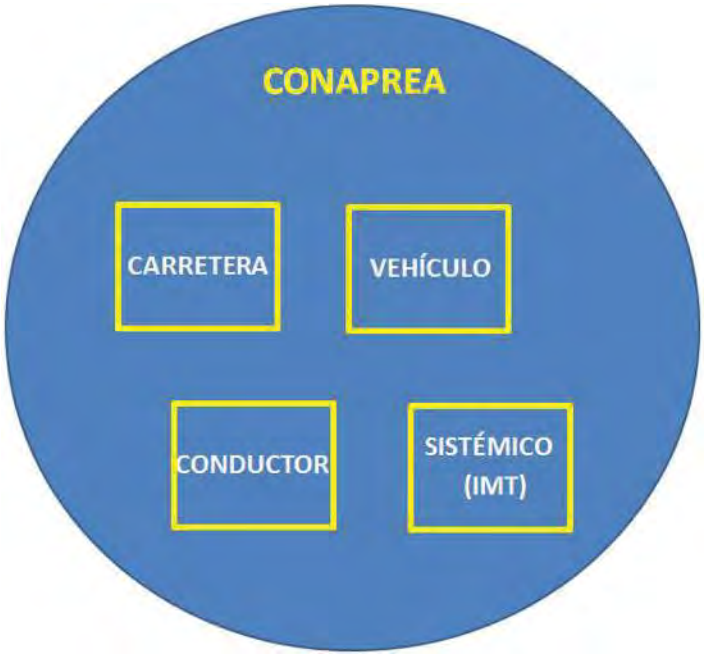


Figura 5.3 Grupos de trabajo del CONAPREA

Adicionalmente, a instancias del CONAPREA, existe un esquema similar en cada Entidad Federativa, denominado Comité Estatal de Prevención de Accidentes (COEPREA), lo coordina el Director del Centro o representación de la SCT en el estado. Dentro del CONAPREA y sus grupos, se da seguimiento a las actividades de los COEPREA's. Se pretende que éstos también cuenten con participación de las autoridades locales. Asimismo, se han suscrito convenios de coordinación de acciones entre el Gobierno Federal y los estatales para la compatibilidad de leyes y reglamentos en materia de autotransporte, que incluyen las regulaciones de seguridad en la operación (p ej, requisitos para obtener la licencia de conductor; capacitación de conductores; implantación de la bitácora de horas de servicio; exámenes de drogas y alcohol; peso y dimensiones de vehículos pesados; transporte de materiales y residuos peligrosos; etc).

6 MEJORAMIENTO DE LA INFRAESTRUCTURA

Como ya se mencionó, existen dos tipos de actuaciones que se pueden hacer en esta materia: una son las auditorías en seguridad carretera, que básicamente son un intento formal de revisión de un proyecto de construcción o de rehabilitación de una carretera, de reordenamiento del tránsito o de cualquier otro proyecto que afecte las condiciones de seguridad, con el fin de identificar posibles problemas; el otro tipo de enfoque es el tratamiento de sitios de alta concentración de accidentes o **"puntos negros".**

6.1 Auditorías en seguridad carretera

Las auditorías son enfoques en donde un experto o equipo de expertos revisan un proyecto y van determinando sus insuficiencias en materia de seguridad, además de recomendar las mejoras correspondientes, ya que si la carretera se construyese con esas fallas o problemas, entonces sería mucho más caro incidir en ellas, incluyendo el costo de los accidentes y sus consecuencias en heridos, muertos y daños materiales (Referencia 10). Las auditorías se pueden hacer en varias fases:

- A la terminación del estudio de factibilidad, es decir, cuando apenas se está haciendo el estudio preliminar. Se debe analizar el itinerario para asegurar que, por sí solo, ése y otros aspectos del diseño preliminar no vayan a presentar problemas de seguridad, por ejemplo, que la carretera cruce una población con mucho tránsito vehicular y, si no se toman las medidas adecuadas, se presenten atropellamientos. Es importante hacerlo en la fase correspondiente al anteproyecto.

- La siguiente sería a la terminación del anteproyecto, en la que se revisan los alineamientos horizontal y vertical, por ejemplo, para identificar las curvas horizontales en las que se puedan presentar problemas (p ej, radios muy pequeños), o para verificar si las pendientes proyectadas son tan fuertes que puedan provocar choques por alcance, por las bajas velocidades de circulación de los vehículos pesados en ascenso, o que vehículos pesados puedan quedarse sin frenos en los descensos. En el IMT se han hecho algunos estudios que han indicado que en curvas horizontales con radio menor a 400 metros se genera una gran cantidad de accidentes[20].

- La tercera es a la terminación del proyecto definitivo. Además de revisar los alineamientos horizontal y vertical, se debe verificar que el señalamiento sea adecuado, tanto el definitivo, como el de obra. Es muy frecuente que la zona de obra (construcción, conservación, etc) no se señale adecuadamente, generando problemas de seguridad.

- La siguiente es a la terminación de la construcción, para ver si efectivamente la obra fue ejecutada de acuerdo con lo establecido en el proyecto.

- Finalmente, una fase terminal es en el seguimiento de la operación cuando menos durante los primeros tres años, para identificar si presenta problemas operativos y corregirlos. Para una auditoría se recomiendan los pasos de la Figura 3.1. El proceso indicado en la figura puede aplicarse a cualquier proyecto carretero independientemente de su tamaño y

[20] MENDOZA, A, QUINTERO, F, MAYORAL, E., "Algunas Consideraciones de Seguridad para el Proyeto Geometrico de Carreteras", Publicación Técnica 217, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, Qro., 2002,pp. 87-94.

naturaleza, desde la selección del auditor hasta el seguimiento de sus recomendaciones. Sin embargo, el nivel de detalle necesario para cada actividad debe ser congruente con las necesidades de cada proyecto. Por ejemplo, para proyectos pequeños una llamada telefónica puede ser suficiente para sustituir una reunión entre las partes; en contraparte, en grandes proyectos, se pueden necesitar reuniones adicionales.

Se pretende que una auditoría permita, entre otras cosas: I) reducir los costos totales de un camino toda su vida útil; II) minimizar los riesgos de accidente sobre la red carretera; y III) insistir sobre la importancia y oportunidad de la ingeniería en vías terrestres para la solución de la inseguridad vial.

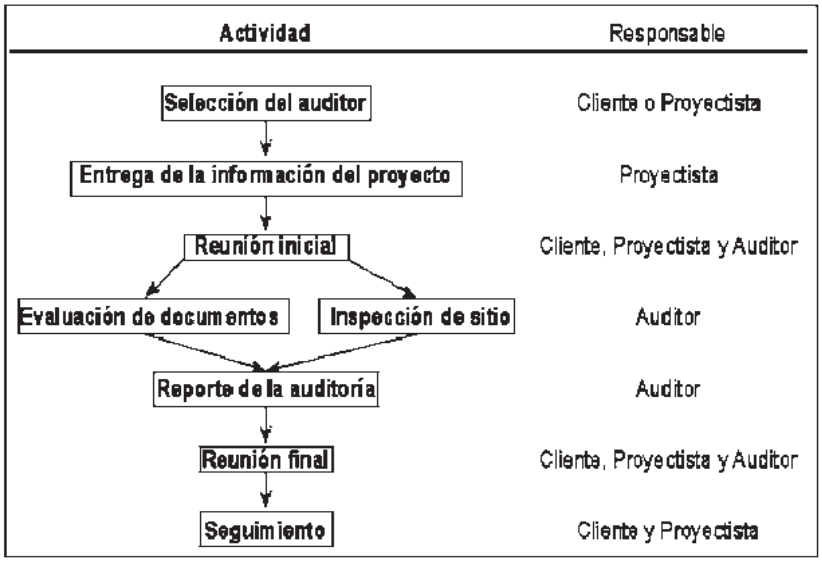


Figura 6.1 Proceso de una Auditoría en Seguridad Carretera.

6.2 TRATAMIENTO DE SITIOS DE ALTA CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES

Un programa para el tratamiento de sitios de alta concentración de accidentes o "**puntos negros**" tiene como objetivos: identificar esos sitios con un inherente alto riesgo de pérdidas por accidentes y una oportunidad económicamente

justificable de reducir el riesgo, e identificar opciones de mejoramiento y prioridades que maximicen los beneficios económicos.

Este programa consta de tres fases principales:

1. **Fase de identificación de los sitios.** Consiste en la ubicación de los sitios con alta incidencia de accidentes.

2. **Fase de investigación.** En esta fase se tienen dos capítulos importantes: el primero, se refiere a la identificación y diagnóstico de problemas de colisión; el segundo, a la selección de medidas de mejoramiento de acuerdo con el diagnóstico anterior.

3. **Fase de aplicación del programa.** Se jerarquizan los sitios para su tratamiento, se preparan los planos de diseño y todo lo relacionado con la propuesta para implementar la medida[21].

En la Figura 6.2 se muestra un diagrama con las tres fases del programa de identificación y tratamiento de sitios de alta concentración de accidentes. Más adelante se describen más detalladamente algunas etapas.

[21] OGDEN, KW, "Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering", Avebury Technical, Inglaterra, 1996.

Figura 6.2 Programa de Identificación y tratamiento de sitios de alta concentración de accidentes.

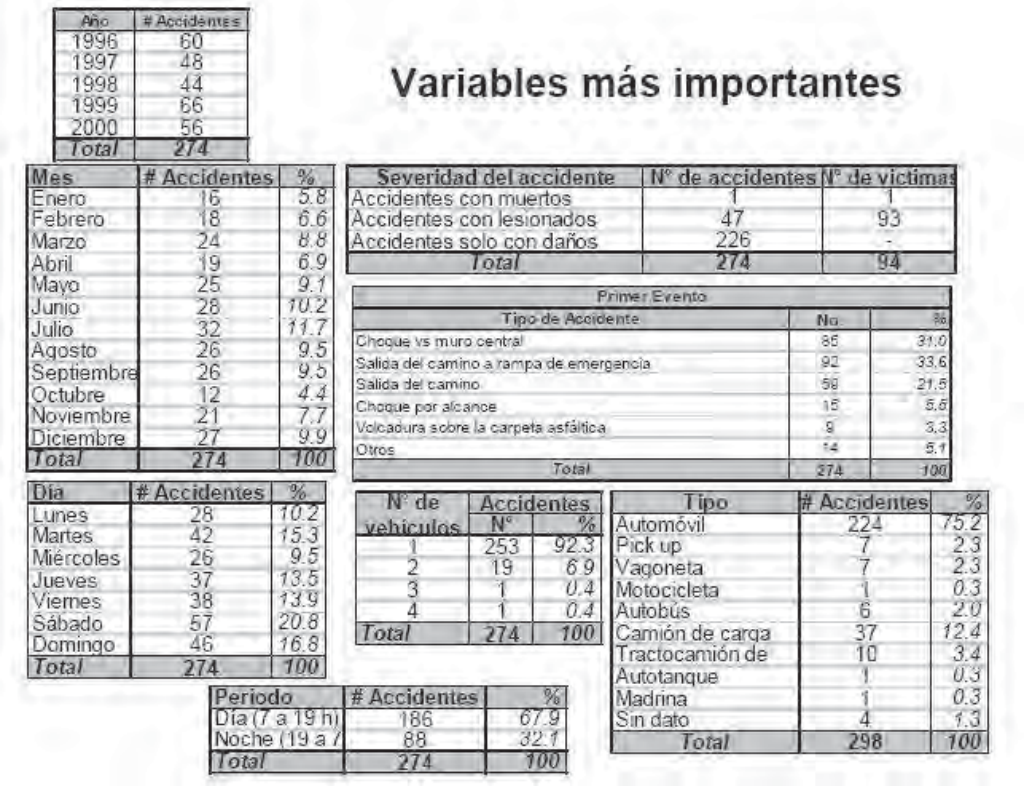
Por lo anterior, un sitio que no era peligroso bajo el primer criterio, ahora al considerar estos factores resulta como de alta incidencia; es decir que entre mayor tránsito vehicular circule, habrá más posibilidades de un accidente. Por otro lado, hay que descontar el efecto de la longitud del sitio a evaluar pues entre más largo sea, igualmente se tendrá más probabilidad de accidentes. Entonces, por lo mismo, habría que descontar estos factores para volver comparable un sitio de otro.

6.2.1 **DIAGNÓSTICO DE LOS PROBLEMAS DE COLISIÓN**

Como se aprecia en la Figura 3.2, la siguiente fase para la identificación es la de investigación. En esta fase se debe hacer un diagnóstico de los problemas de colisión, para después seleccionar aquellas medidas que se espera reduzcan la cantidad y/o severidad de los accidentes. Para llevar a cabo el diagnóstico, primeramente se tiene que saber qué problemas se están presentando, por lo que se necesita recopilar la información de los accidentes reportados. En otras palabras, para establecer un diagnóstico hay que realizar un estudio detallado de lo que ocurre en el sitio con relación a los accidentes.

Para eso se debe contar con todas las bases de datos de los organismos que levantan información de accidentes; para el caso de Carreteras Federales, la principal fuente es la Policía Federal Preventiva; de su reporte se obtiene la ubicación del accidente, el tipo, las causas, los tipos de vehículos involucrados, la hora, el día, etc.

Posteriormente se clasifican los accidentes de acuerdo con las causales más importantes. Como ejemplo, en la Figura 6.5 se muestra una serie de tablas de cómo fueron evolucionando los accidentes de 1996 a 2000, en un sitio en particular en el que ocurren en promedio 50 por año, aproximadamente.



Variables más importantes

Año	# Accidentes
1996	60
1997	48
1998	44
1999	66
2000	56
Total	274

Mes	# Accidentes	%
Enero	16	5.8
Febrero	18	6.6
Marzo	24	8.8
Abril	19	6.9
Mayo	25	9.1
Junio	28	10.2
Julio	32	11.7
Agosto	26	9.5
Septiembre	26	9.5
Octubre	12	4.4
Noviembre	21	7.7
Diciembre	27	9.9
Total	274	100

Severidad del accidente	N° de accidentes	N° de víctimas
Accidentes con muertos	1	1
Accidentes con lesionados	47	93
Accidentes solo con daños	226	-
Total	274	94

Primer Evento		
Tipo de Accidente	No.	%
Choque vs muro central	85	31.0
Salida del camino a rampa de emergencia	92	33.6
Salida del camino	59	21.5
Choque por alcance	15	5.5
Volcadura sobre la carpeta asfáltica	9	3.3
Otros	14	5.1
Total	274	100

Día	# Accidentes	%
Lunes	28	10.2
Martes	42	15.3
Miércoles	26	9.5
Jueves	37	13.5
Viernes	38	13.9
Sábado	57	20.8
Domingo	46	16.8
Total	274	100

N° de vehículos	Accidentes N°	%
1	253	92.3
2	19	6.9
3	1	0.4
4	1	0.4
Total	274	100

Tipo	# Accidentes	%
Automóvil	224	75.2
Pick up	7	2.3
Vagoneta	7	2.3
Motocicleta	1	0.3
Autobús	6	2.0
Camión de carga	37	12.4
Tractocamión de	10	3.4
Autotanque	1	0.3
Madrina	1	0.3
Sin dato	4	1.3
Total	298	100

Periodo	# Accidentes	%
Día (7 a 19 h)	186	67.9
Noche (19 a 7	88	32.1
Total	274	100

Figura 6.5 Variables y evolución de los accidentes en un sitio.

En lo referente a la época en la que se presentan los accidentes, se puede conocer si es en la de lluvias, en período vacacional, etc; también, de acuerdo al día de la semana, identificar si existe alguna predominancia de que ocurren en los fines de semana, etc.

La severidad del accidente se refiere a aquellos con muertos y/o lesionados, es decir, la severidad del sitio está en función de las víctimas.

Otro aspecto importante es visitar el sitio, con la finalidad de observar las características geométricas en cuanto a alineamiento horizontal (curva o tangente); alineamiento vertical (curva en cresta o columpio; tangente a nivel, descendente o ascendente); sección transversal, etc; dónde están

ubicados y cuáles son los dispositivos de la carretera; tipo y condiciones de los señalamientos horizontal y vertical; si existe suficiente distancia de visibilidad de parada o rebase; tipo de iluminación; y cuáles son los dispositivos que controlan el tránsito vehicular; etc. Con respecto a las características de las zonas aledañas (laterales) se debe observar qué propiedades colindantes causan conflicto a la movilidad de los vehículos. Todos los factores mencionados se tienen que analizar para un diagnóstico confiable acerca del por qué ocurren los accidentes en el sitio.

Por otra parte, también hay que revisar las características operativas, por ejemplo, para un estudio de velocidad de punto en una curva, se toman velocidades a la entrada, a la mitad y a la salida; de esta manera se conoce el comportamiento de los vehículos en toda la longitud de la curva, y saber entre otras cosas, si los vehículos exceden la velocidad de proyecto o la máxima permitida, y si es un factor dominante. Adicionalmente revisar el aforo y clasificación vehicular, así como realizar cálculos de capacidad.

Dentro de los trabajos de gabinete están los diagramas de colisión, que son esquemas en los que se grafican los accidentes, se identifican los tipos principales y de esta manera tener una idea general de cómo suceden. La Figura 6.6 muestra un diagrama de colisión en una curva y se complementa con una serie de tablas con información de cada evento. Un ejemplo es la Tabla 6.1, en la que se describe cuándo ocurrieron, las condiciones de luz, el tipo de accidente, la presencia o no de alcohol en el conductor, si el pavimento estaba mojado o seco, etc.

El siguiente paso es conocer las condiciones actuales del sitio, para ello es necesario generar los planos correspondientes de cómo se encuentra el señalamiento; condición del trazo, tanto horizontal como vertical; posteriormente se analiza toda la información y se identifican los factores que contribuyen a la causa del accidente. Lo anterior se refiere a qué acciones de los conductores motivan la ocurrencia de algún tipo de accidente, para revisar las características físicas y operativas que contribuyen a que se realicen ese tipo de maniobras. Por ejemplo, si hay algún retorno a nivel, revisar si los conductores detienen la circulación debido a que no existe un carril de deceleración, lo que provoca impactos por alcance. También analizar qué modificaciones se pueden efectuar para reducir este tipo de acciones y verificar que el señalamiento horizontal y vertical realmente cumpla su función o si es necesario modificarlo.

Otro aspecto importante es conocer las condiciones de iluminación y su influencia en los accidentes, es decir, si la mayoría ocurren durante la noche, en comparación con los que se presentan en el día, considerar, por ejemplo, la posibilidad de incrementar la iluminación, proporcionar una mayor delineación, etc.

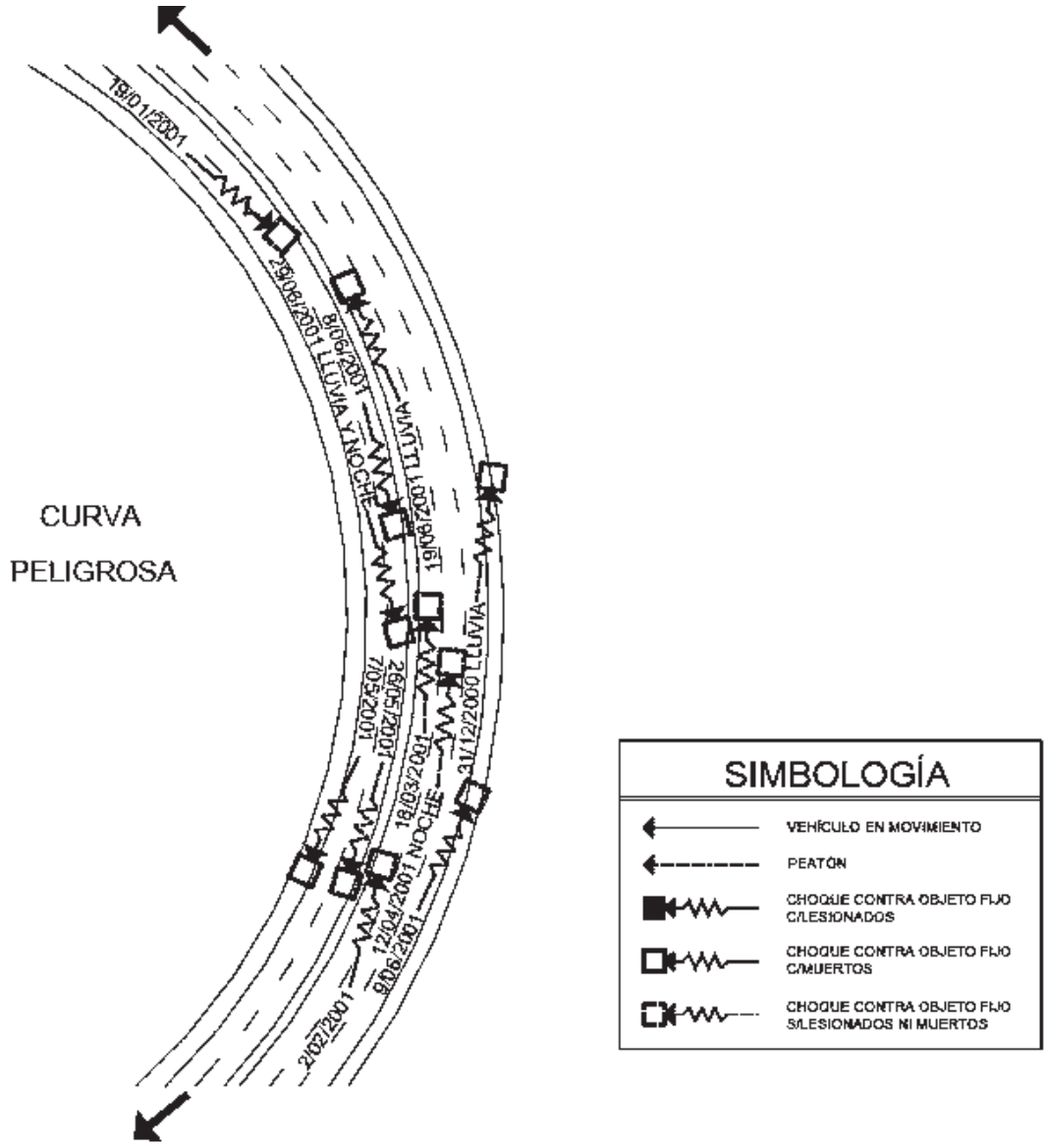


Figura 6.6 Esquema de un diagrama de colisión

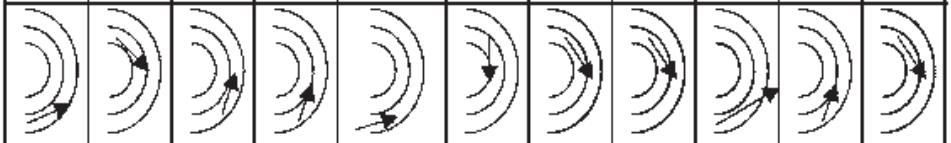
No. DE REPOORTE	1543/2000	0026/2001	0043/2001	0158/2001	0222/2001	0285/2001	0353/2001	0402/2001	0406/2001	0438/2001	0438/52001
FECHA	31/12/00	19/01/01	02/02/01	18/03/01	12/04/01	07/05/01	26/05/01	09/06/01	09/06/01	18/06/01	28/06/01
DÍA DE LA SEMANA	D	V	V	D	J	L	S	V	S	M	V
HORA DEL DÍA	14:53	07:35	16:15	10:10	19:00	17:00	13:45	13:35	11:00	17:00	01:00
SEVERIDAD	D. MAT.	D. MAT.	D. MAT.	D. MAT.	D. MAT.	D. MAT.	D. MAT.	D. MAT.	D. MAT.	D. MAT.	D. MAT.
TIPO DE ACCIDENTE	CHOQUE OBJETO FIJO	CHOQUE OBJETO FIJO	CHOQUE OBJETO FIJO	CHOQUE OBJETO FIJO	VOLCADURA MOTO-CICLETA	CHOQUE OBJETO FIJO	CHOQUE OBJETO FIJO	CHOQUE OBJETO FIJO	SALIDA DEL CAMINO	CHOQUE OBJETO FIJO	CHOQUE OBJETO FIJO
											
CONDICIÓN DEL PISO	MOJADO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	SECO	MOJADO	MOJADO	MOJADO
PERÍODO	DIA	DIA	DIA	DIA	NOCHE	DIA	DIA	DIA	DIA	DIA	NOCHE
ALCOHOL	SI	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

TABLA 6.1 Diagrama de factores de accidentalidad (resumen tabular de la información de cada accidente).

6.2.2 SELECCIÓN DE MEDIDAS DE MEJORAMIENTO

Esta etapa se refiere al desarrollo y selección de alternativas de solución; es decir, con todos los factores identificados atacar el tipo de accidente que prevalece.

Los principales lineamientos a seguir para estas medidas de mejoramiento serían:

- Determinar o definir una serie de medidas que puedan influir en los accidentes dominantes y las características del camino

- Seleccionar medidas que de acuerdo a la experiencia, se espera reduzcan el número y la severidad (gravedad) de los accidentes de tipo dominante

- Revisar que estas medidas no tengan consecuencias indeseables en la seguridad ni en la eficiencia del tránsito, o en términos ambientales; por ejemplo, si se recomienda controlar o disminuir la velocidad en algún punto, que esta medida no provoque accidentes por alcance

- Considerar la rentabilidad de las medidas, o sea que los beneficios se maximicen
- Que sean eficientes, es decir, que produzcan beneficios que compensen los costos

Una carretera segura es la que se adecua a las realidades y limitaciones de la toma de decisiones del ser humano. Esto significa que el diseño y la administración del camino (incluyendo su geometría, superficie de rodamiento, sección transversal, señalamiento, dispositivos de control de tránsito, iluminación, etc), tienen individualmente o en combinación, que proporcionar un ambiente seguro al conductor. Es aquella que está diseñada y administrada, de tal forma que:

- Advierta al conductor de cualquier circunstancia inesperada o fuera de lo común
- Informe al conductor las condiciones que se va a encontrar en el camino
- Guíe al conductor en segmentos inusuales de la carretera
- Controle el paso del conductor por puntos conflictivos y tramos carreteros
- Tolere el comportamiento errante o inapropiado de los conductores

Consideraciones análogas a éstas pueden aplicarse igualmente a los demás usuarios como los ciclistas o los peatones. De acuerdo con esto, hay numerosos principios que debieran considerarse en lo que respecta a alternativas para sitios específicos. En general, el ingeniero en seguridad carretera debe intentar satisfacerlos conforme las necesidades de los tipos de usuarios, así como, el patrón de los accidentes en el lugar.

En las Fotografías 6.7 a 6.17 se muestran algunos ejemplos de lo que ocurre en las carreteras actualmente; en la fotografía 6.7, la falta de continuidad de una barrera metálica lateral, provocada inclusive por los mismos pobladores para cruzar la carretera.

Fotografía 6.7 Discontinuidad en una barrera metálica lateral.

Por su parte en la 6.8, un vehículo al centro de la ilustración circulando en sentido contrario en una rampa de salida de una autopista, es decir, utilizándola como rampa de entrada a la misma. Esta maniobra es un factor para la ocurrencia de accidentes en ese sitio en particular, ya que los conductores no respetan las señales y las disposiciones de la carretera.

Fotografía 6.8 Vehículo en sentido contrario en una rampa de autopista.

En la Fotografía 6.9 se observa un aspecto de los derrumbes, que son un riesgo cuando las piedras o rocas invaden carriles de circulación. El caso que se presenta es el azolve de la cuneta y, como consecuencia, una deficiencia en el drenaje, lo que significa que al no desalojar el agua de manera conveniente, conlleva a una serie de problemas.

Fotografía 6.9 Azolve de una cuneta por derrumbes

La severidad puede incrementarse por la falta de continuidad de los elementos de contención, como las barreras metálicas. La Fotografía 6.10 muestra una curva donde constantemente se presentan salidas del camino e impactos contra la barrera. Nótese el traslape de la terminal, colocado al contrario del sentido de circulación, o sea que al momento en que un vehículo se impacte sobre la barrera, éste podría engancharse.

Fotografía 6.10 Falta de continuidad de una barrera metálica en una curva.

En cuanto a la 6.11, se observa en el extremo inferior derecho, dónde se detienen los vehículos al salirse del camino por no existir ningún elemento de contención, aun cuando debe reconocerse que estos no van a disminuir la ocurrencia de accidentes, sino sólo su severidad si se colocan apropiadamente. En el caso mostrado en las Fotografías 6.11 y 6.12, al ser la mayoría de los accidentes por salida del camino, sugiere revisar los alineamientos horizontal y vertical, además de continuar la barrera de contención a lo largo de la curva.

Fotografía 6.11 Sitio donde se detienen los vehículos que se salen por falta de continuidad en la barrera metálica en una curva.

La Fotografía 6.12 corresponde a un vehículo pesado estacionado sobre un carril de deceleración en una autopista, utilizado para salir a una gasolinera. Nótese una señal fuera de especificaciones y en malas condiciones. Junto a este carril hay un expendio de alimentos que aun cuando está detrás de la malla, igualmente podría presentarse el caso de que no estuviese. El punto a destacar es el riesgo que representa para los conductores y peatones cuando los vehículos se estacionan a la orilla de la carretera o sobre el acotamiento para consumir los alimentos, obstruyendo el carril de deceleración e incluso el de circulación.

Fotografía 6.12

Invasión de un carril de deceleración en una autopista.

La 6.13 hace referencia a este tipo de negocios: puestos ambulantes o semifijos, los cuales con el tiempo se convierten en fondas y hasta restaurantes que por no contar con espacio para sus clientes, es común que éstos se estacionen en el acotamiento. Por otro lado, en el puesto se corre otro tipo de riesgos, ya que para separar y proteger el negocio del tránsito vehicular, solamente existe una malla de alambre y unos postes de concreto, por lo que cabe mencionar que si alguno perdiera el control en ese lugar y saliera del camino, los parroquianos podrían resultar lesionados al no existir un dispositivo de contención.

Fotografía 6.13

Venta de alimentos junto a la carretera.

Un aspecto importante en la seguridad carretera son las obras de drenaje. En la Fotografía 6.14 se observa una alcantarilla sin protección, la cual llegado el caso de que un conductor perdiera el control de su vehículo momentáneamente, no tendría oportunidad de evitar caer en ella.

Fotografía 6.14
Alcantarilla sin protección

Como se mencionó, el buen uso de los elementos de contención resulta de vital importancia para reducir la severidad de los accidentes. A continuación, se muestra una serie de fotografías como ejemplo: en la 6.15 se observa la falta de tornillos en la barrera metálica para una correcta transición entre una pieza y otra, y se consiga una transferencia adecuada de esfuerzos. Solamente está colocada con el tornillo que la sujeta al poste. Cuando un vehículo impacte en una barrera así, ésta o los tornillos cederán, haciendo fallar el sistema.

Fotografía 6.15

Barrera sin tornillos de unión entre sus elementos

Se observa en la 6.16 la discontinuidad entre una barrera metálica y un puente: no hay una conexión apropiada con la barrera del puente.

Fotografía 6.16

Falta de un elemento de transición entre la barrera metálica y el puente.

Un detalle de la inadecuada altura de la barrera metálica, producto de constantes encarpetados, ocasiona que los vehículos sobrepasen la barrera al momento del impacto, o provoquen su vuelco, ocasionando una mayor severidad del accidente (Fotografía 6.17).

Fotografía 6.17
Altura inadecuada de la barrera.

6.2.3 **EVALUACIÓN DE LAS ALTERNATIVAS DE MEJORAMIENTO**

Tanto para la integración de los programas de acciones para la atención de los puntos negros, como en la integración de los programas globales de seguridad, debe hacerse una evaluación económica de las alternativas de mejoramiento que se hayan contemplado: hay que identificar los costos y los beneficios relevantes.

En el caso del mejoramiento de un sitio de alta concentración de accidentes (punto negro), los costos serían, por ejemplo, mejorar su alineamiento, instalar una barrera adecuadamente, o bien diversas mejoras para ese sitio conflictivo; por otro lado, también hay que estimar los beneficios; si es acerca de la seguridad vial, estarán representados

fundamentalmente por la reducción de los accidentes, muertos, heridos y daños materiales, es decir, sería la diferencia entre el costo de los accidentes antes, y el de los mismos después de hacer la mejora, que se espera se disminuya su número y, por supuesto, los costos.

Por lo anterior, en una primera instancia se debe proceder a identificar los costos y los beneficios y, en segundo lugar, evaluarlos, o sea cuantificar el monto de la mejora y el de los beneficios, con base en la diferencia de saldos antes y después de la obra.

Conviene hacer este tipo de análisis en un horizonte que, en el caso de las obras de mejoramiento de la seguridad vial, puede ser de 10 a 20 años. Para ello se tendrá que hacer una reducción o descuento de los valores económicos de costo y beneficio futuros, y llevar a valores presentes, con una fórmula de valor presente cada cifra para posteriormente, hacer una suma de los costos y otra de los beneficios descontados, y así generar indicadores de rentabilidad económica; de estos, uno de los más simples y usados es la relación beneficio/costo, que es la división de la suma de beneficios anuales descontados (con la fórmula de valor presente) en el horizonte de tiempo, entre la suma de los costos anuales, también descontados.

De esta manera, si se obtiene una relación beneficio/costo mayor de uno, significa, en términos económicos, que lo que se va a obtener por beneficios en reducción de accidentes va a ser menor que lo que va a costar la obra. Además, como en la estimación de beneficios y costos siempre hay incertidumbres, es necesario hacer análisis de sensibilidad que puedan considerar, ante la variación de ciertas condiciones o parámetros, qué tanto varían esos indicadores de rentabilidad. Finalmente, hay que generar programas de mejoramiento de **“puntos**

negros" que consideren las alternativas más adecuadas y los sitios que son prioritarios de atención en la red.

6.2.3.1 RELACIÓN BENEFICIO-COSTO

La Tabla 3.2 es característica de la obtención de flujos anuales de beneficios y costos para un horizonte de análisis de 10 años; se refiere a una obra de mejoramiento en un sitio conflictivo o un "**punto negro**" que cuesta 2 millones de pesos y su conservación 200 mil pesos; es decir, 10% de la obra inicial en cada uno de los 10 años del periodo de análisis. Luego, la disminución de accidentes y sus consecuencias, para la obra genera beneficios cuyos valores monetarios se presentan en la columna de beneficios. Hay que descontar posteriormente, tanto beneficios como costos.

Como se señaló, eso se refiere a obtener el valor presente de cada cifra con una fórmula de ingeniería económica para la retención del valor presente y descontar tanto costos como beneficios, para cada uno de los años del periodo de análisis considerado.

El cociente entre la suma de beneficios entre la suma de costos, ambos descontados, dan la relación beneficio/costo que, para el caso de esta alternativa de mejoramiento en este sitio da 3.7, es decir, que la obra del ejemplo es altamente rentable en términos de beneficios económicos, en relación con sus costos.

Ahora, la diferencia de la suma de beneficios descontados, menos la suma de costos descontados, es lo que se denomina valor

presente neto. Si la relación beneficio/costo es mayor a uno, quiere decir que los beneficios son superiores a los costos, por tanto, la diferencia de la suma de beneficios descontados menos la suma de costos descontados tiene que ser positiva; en este caso, para el ejemplo, es de 9.5 millones de pesos; cifra que, siendo positiva significa que los beneficios exceden a los costos. Por tanto, en los dos indicadores anteriores queda evidenciado que las acciones de mejoramiento en ese sitio son altamente rentables.

AÑO	COSTOS ($)	BENEFICIOS ($)	COSTOS DESCONTADOS ($)	BENEFICIOS DESCONTADOS ($)
0	2,000,000		2,000,000	0
1	200,000	1,290,780	190,476	1,229,314
2	200,000	1,374,681	181,406	1,246,876
3	200,000	1,464,035	172,768	1,264,688
4	200,000	1,559,197	164,540	1,282,755
5	200,000	1,660,545	156,705	1,301,080
6	200,000	1,768,480	149,243	1,319,667
7	200,000	1,883,432	142,136	1,338,520
8	200,000	2,005,855	135,368	1,357,641
9	200,000	2,136,235	128,922	1,377,036
10	200,000	2,275,091	122,783	1,396,708

Relación Beneficio/Costo =	3.70
Valor Presente Neto =	$9,569,941

Tabla 3.2

Flujos anuales de costos y beneficios para un horizonte de análisis de 10 años.

Para todas las opciones de mejora, sin ser únicamente las correspondientes a la infraestructura, sino también a todas las estrategias de intervención que se han mencionado, entre las cuales están: transferir a un modo más seguro o las que tienen que ver con la atención de los lesionados después del accidente, etc; todas ellas deben analizarse en términos de beneficios y

costos para establecer una priorización de acciones que permita saber cuáles son las que podrían emprenderse en el primer año, el segundo, etc, con los siempre escasos o limitados recursos de cada año y que siempre hay que tramitar ante las autoridades hacendarias; en una gestión que podría ser más exitosa si todos los planteamientos están debidamente fundamentados con análisis cuantitativos como serían éstos y, entonces, generar a partir de todas las evaluaciones económicas, los programas anuales de mejoramiento de la seguridad vial.

6.2.3.2 ESTUDIOS DE "ANTES Y DESPUÉS".

Otro tipo de evaluación es la estimación de la efectividad de las medidas implantadas mediante estudios de **"antes y después".** Básicamente, es la comparación del comportamiento de la seguridad en un sitio, antes y después de haberlo tratado: si se tiene consistentemente una mejora en los años siguientes, en relación con los anteriores (cuando todavía no se hacía), quiere decir que la mejora ha sido exitosa.

Es importante considerar que los resultados de los estudios pueden contaminarse por algunos efectos como los que se mencionan a continuación, como temas metodológicos.

Regresión a la media. Véase el siguiente ejemplo: se selecciona un sitio, debido a que en un año determinado se registró una elevada frecuencia de accidentes; al año siguiente al tratamiento, se presenta una reducción de accidentes. Es fácil caer en el error de atribuir el hecho a la mejora realizada, sin tomar en cuenta que

por cuestiones totalmente aleatorias puede presentarse la disminución, sin saber que es factible se trate de la tendencia natural de que los accidentes regresen a la media de ocurrencia por año.

El efecto consiste en que las tasas medias en sitios que presentan mayor número de accidentes a lo largo de un período, tienden a disminuir y acercarse a la media en los períodos sucesivos. La razón es que, debido a que las tasas anuales de accidentalidad están sometidas a variaciones aleatorias, un sitio tiene una mayor probabilidad de estar entre los de mayor número en años en que su tasa está por encima de su valor medio, y consecuentemente es más probable que baje en años sucesivos, a que suba.

En otras palabras, si no se toman en cuenta los efectos aleatorios, los accidentes en el conjunto de los "puntos negros" tienden a disminuir en el futuro, se traten o no, y sea efectivo el tratamiento o no. Por lo anterior, al implantar una mejora hay que considerar que la reducción puede deberse a la mejora, por sí misma, o a la naturaleza variable de la presencia de accidentes cada año. Para ello es conveniente tener información de varios años sobre la incidencia de accidentes.

Migración de accidentes. Se refiere al hecho de que en ocasiones se mejora un sitio, y por cambios en los patrones de viaje y el comportamiento de los conductores (su evaluación del riesgo), a pesar del trabajo realizado, se presentan los accidentes en otro lugar relativamente cercano, ya que los accidentes están migrando de un sitio a otro. Entonces, es cierto que se tienen

menos en el sitio tratado, pero también es verdad que se están pasando a otro lugar. Si sólo se considera la reducción de accidentes en el sitio mejorado, no se tendría una evaluación adecuada porque realmente no se eliminan sino que simplemente se trasladan.

Compensación de riesgo. Este tercer efecto tiene que ver con los usuarios, que no son participantes pasivos del sistema de transporte y del sistema carretero en este caso, sino que ajustan su comportamiento de acuerdo con la forma en que perciben el sistema. Para este efecto se han dado muchas medidas, por ejemplo, el uso obligatorio del cinturón de seguridad o las bolsas de aire; pero también al sentir mayor seguridad por el hecho de ir mejor protegidos, afrontan más riesgos; en consecuencia, en lugar de presentarse una reducción de accidentes, éstos van en aumento. Lo anterior se denomina compensación de riesgo. En varios tramos o sitios de la Red Carretera Federal se han hecho mejoras; tal es el caso de curvas muy cerradas en las que se ha modificado el trazo, incluso proporcionado mayor capacidad, ampliado el radio, etc; sin embargo, al año siguiente aparecen más accidentes, ya que el conductor al percibir condiciones más favorables, entonces conduce a mayor velocidad, asumiendo más riesgo, dando lugar a que los percance s se incrementen, lo cual no quiere decir que las medidas adoptadas no hayan sido las adecuadas.

7. AUDITORÍA EN SEGURIDAD VIAL

7.1.- EVOLUCIÓN DE LA SEGURIDAD EN EL DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS CAMINOS

Por lo general, antes del año 1960 se diseñaban y construían vías que no consideraban la debida protección del usuario, ni sus limitaciones físicas y psicológicas. Entre los años 1960 y 1970, se comenzó a construir y operar vías con una infraestructura y dispositivos viales capaces de mitigar la severidad y consecuencias de un accidente. Posteriormente, se comenzaron a construir y operar vías con mayores estándares de seguridad resaltando la necesidad de impedir, en lugar de mitigar, colisiones. A pesar de este avance, más acentuado en países desarrollados, todavía se diseñan proyectos viales con normas mínimas de seguridad, motivados por la necesidad de mantener los costos de construcción en el mínimo valor posible.

7.2.- PREVENIR ES MEJOR QUE REMEDIAR

Tradicionalmente se ha usado el sistema de identificación de “puntos negros” (lugares donde se concentran los accidentes de tránsito) para enfrentar las deficiencias de seguridad en una vía. El análisis de los puntos negros es una medida reactiva que consiste en tratar problemas de seguridad, basada en hechos consumados, a costa de lesiones o pérdidas humanas. De este modo, si las condiciones del entorno no han sido modificadas sustancialmente, se puede concluir que los puntos negros podrían ser defectos de seguridad no contemplados en el diseño, o abordados superficialmente.

Si bien es cierto que esta metodología tiene su mérito, se necesitaba una metodología más pro-activa para identificar y corregir las deficiencias antes de que ocurran los accidentes. Con esta finalidad, se comienza a utilizar la **ASV**. Una **ASV** a un diseño vial, permite que una deficiencia detectada, o un potencial problema de seguridad, sean subsanada modificando los planos, en

lugar de implementar alguna medida correctiva, y posiblemente menos eficaces, en una obra construida. Por lo general es mucho más rentable para la comunidad si se detectan y se solucionan los problemas de seguridad antes de que se construya una vía.

7.3.- LA AUDITORÍA EN SEGURIDAD VIAL COMO HERRAMIENTA DE PREVENCIÓN

"Una Auditoria de seguridad vial es un examen formal de un proyecto vial, o 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).

El proceso de la **ASV** se caracteriza por identificar los potenciales focos de accidentes de tránsito antes de que estos ocurran. Esto es un procedimiento mucho más amplio que los tratamientos de puntos negros o áreas problemáticas donde se concentra la ocurrencia de accidentes. Una característica fundamental de las **ASV** es que su aplicación es, por lo general, rentable en cualquiera de las etapas de un proyecto (desde la planeación hasta la operación). Su mayor eficacia se logra al comienzo, cuando el proyecto aún está en papel, es decir, entre la planeación y el diseño. No obstante, la promoción de las **ASV** en algunos países se ha centrado en vías existentes, donde hay mayores posibilidades de demostrar su efectividad por contar con estadísticas de accidentes que lo avalan, si se detectan y se solucionan los problemas de seguridad antes de que se construya una vía.

7.4.- LA AUDITORIA EN SEGURIDAD VIAL ES MÁS QUE UNA COMPROBACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMA

Las normas son un importante punto de partida en el diseño y construcción de una vía. Un diseñador debe familiarizarse con los estándares relevantes de la

normativa, pero no debería conformarse con ellos; por el contrario, debería ir más allá para detectar algún potencial problema de seguridad.

En términos generales, la normativa no necesariamente garantiza la seguridad de un proyecto vial, ya que:

- Responde a varias exigencias, por ejemplo, capacidad vial, calidad de pavimentos, diseño de puentes, estándares de elementos y seguridad, entre otros;
- Cubre situaciones generales o comunes, pero no todas las situaciones; y
- Alguna forma en particular puede estar basada en información obsoleta.

Más allá de comprobar la conformidad de la normativa, una **ASV** tiene como finalidad comprobar que una vía cumple con el propósito para el cual fue proyectada, con seguridad para todos los usuarios previstos.

Estas consideraciones implican la necesidad de, en primer término, revisar que todos los aspectos de la seguridad vial estén contemplados en el diseño de una vía, y luego, verificar que ello sea plasmado en la construcción y mantenido durante la operación de la vía.

7.5 ORÍGENES DE LA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL

El desarrollo de las ASV se atribuye a Malcolm Bulpitt del Reino Unido. El aplicó, a principios de los años 80, el concepto de la ASV independiente para mejorar el nivel de seguridad en los proyectos viales realizados por el Departamento de Carreteras y del Transporte del Consejo del Condado de Kent.

Para ello, Bulpitt utilizó conceptos introducidos originalmente en redes del ferrocarril durante el periodo Victoriano, época en la cual el Gobierno Británico

designó a oficiales para que examinaran todos los aspectos de seguridad de una nueva línea ferroviaria antes de que fuera puesta en servicio.

A mediados de los años 80 en el Condado de Kent, un equipo experto en investigación de accidentes, responsable de investigar lugares en donde existía una alta concentración de accidentes de tránsito (puntos negros), tuvo la idea de consultar sobre nuevos proyectos viales o de rediseños viales, que se localizarían en zonas donde se producían una alta frecuencia de accidentes. El equipo estimó que la seguridad vial podría ser mejorada si se inspeccionaran los diseños de los nuevos proyectos viales de modo que cualquier medida de seguridad faltante se pudiera incorporar antes de construirlos.

De este modo, el Condado de Kent desarrolló una política que requería que todos los nuevos diseños viales fueran inspeccionados y aprobados desde la perspectiva de la seguridad vial, antes de la construcción. Si el proyecto no era aprobado no podía pasar a la siguiente etapa. Con el tiempo, este proceso se formalizó con el nombre de Auditoría de Seguridad Vial, y continúa utilizándose.

Procedimientos y políticas similares pronto emergieron en otros lugares. En Australia, por ejemplo, se empezó a aplicar regularmente la ASV a proyectos en su etapa de pre-apertura, de modo de evaluar la seguridad de la nueva vía, antes de su apertura al tránsito. Rápidamente, los ingenieros responsables de esta tarea también reconocieron las ventajas de realizar estas ASV en las etapas previas, principalmente durante el diseño del proyecto vial.

En los años 90 se produjo un interés generalizado en la adopción del proceso de la ASV. Es así como las autoridades viales de Australia y Nueva Zelandia han sistematizado el uso de estos procedimientos, adoptándose y utilizándose

desde entonces por ingenieros, asociaciones profesionales y autoridades viales de otras partes del mundo.

7.6. PRINCIPALES ANTECEDENTES INTERNACIONALES DE LA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL

A continuación se presenta una breve reseña de la experiencia internacional sobre la aplicación de las ASV en Australia, Canadá, Estados Unidos, Nueva Zelandia, el Reino Unido y otros países europeos, que son los que más tempranamente han verificado los beneficios, viéndola como una herramienta indispensable para mejorar la seguridad en proyectos viales, y que han continuado trabajando en el perfeccionamiento de esta técnica.

• Australia y Nueva Zelandia

La Asociación de Transporte Vial y Autoridades de Tránsito de Australia y Nueva Zelandia, conocida como AUSTROADS, realiza, en el año 1994, una publicación titulada “Auditoría de Seguridad Vial”. Esta publicación comprendió una serie de guías de consulta para un programa nacional de ASV que incluyó listas de chequeo extensamente adoptadas y desarrolladas en conjunto con Nueva Zelandia.

Se publicó una segunda versión en el año 2002.

Los Estados de Australia, en forma independiente, han aplicado las ASV a diversas vías. Por ejemplo, la Agencia del Camino del Estado de Victoria, Victoria Roads Corporation (VicRoads), considera a las ASV como componente integral del proceso de la gerencia de la calidad. Las ASV se realizan desde la concepción inicial del proyecto hasta su construcción, aplicándose en todas las obras con un costo superior a los 2,3 millones de dólares.

Además, VicRoads revisa aleatoriamente el 20 % de otros proyectos de construcción en una o más etapas y el 10 % de los trabajos de mantenimiento.

Por otra parte, las autoridades de tránsito y vías (RTA) responsables de seguridad vial en Nueva Gales del Sur, publicaron un manual de ASV en 1991. Según ellos, el 20 % de los caminos existentes en todas las regiones deben ser auditados con la identificación de prioridades para luego tomar medidas. Además, veinte proyectos de construcción, variando de tamaño del proyecto y etapas, deben ser revisada cada año dentro de cada región.

Transit New Zealand (TNZ), la agencia nacional vial responsable del mantenimiento y de las mejoras a la red de carreteras de Nueva Zelandia, revisó las aplicaciones y procedimientos de las ASV desarrolladas por el Reino Unido y Australia, publicando un documento titulado “Auditoría de Seguridad Vial y sus procedimientos” (TNZ, 1993). Esta publicación indica que todos los proyectos con un costo superior a los 2 millones de dólares serían revisados desde la etapa conceptual del proyecto hasta la finalización de la etapa de construcción.

- **Canadá**

El Maritime Road Development Corporation de New Brunswick, en el año 1998, fue la primera organización en Norteamérica que incorporó un procedimiento de ASV en el desarrollo de una carretera desde la etapa preliminar del diseño hasta la post-apertura, conservando un equipo para conducir el proceso de la ASV para el futuro.

En la provincia de Ontario se está estableciendo un plan para mejorar la seguridad vial aplicando ASV, simultáneamente se desarrollan otros esfuerzos centrados en la revisión aislada de distintos proyectos.

En British Columbia se ha trabajado en la promoción de estrategias pro-activas, incluyendo la puesta en práctica de las ASV. Los esfuerzos continúan hacia el desarrollo de un plan más formal para implementar las ASV.

La ciudad de Calgary incluyó la ASV como parte de la revisión de necesidades de seguridad para carreteras.

• Estados Unidos

En 1996, la Administración Federal de Carreteras (FHWA) envió a Australia y Nueva Zelandia un equipo de profesionales para conocer y evaluar el proceso de la ASV en esos países. La delegación multidisciplinaria la conformaron ingenieros en vialidad, especialistas de seguridad, y educadores.

En 1997 se entregó el informe de FHWA del Viaje de Estudio Auditorías de Seguridad Vial - partes 1 y 2 (Trentacoste, 1997), y en él, el equipo concluyó que las ASV podrían contribuir a maximizar la seguridad de las vías, aplicadas en etapas de diseño u operación. Los participantes del programa recomendaron desarrollar un programa experimental en Estados Unidos sobre esta experiencia, basado en una estrategia preparada por dicho equipo.

Posteriormente, en 1998, la FHWA comenzó un proyecto piloto de ASV para determinar la viabilidad de la puesta en práctica nacional en las etapas de desarrollo, construcción y operación de proyectos viales.

Actualmente, catorce estados se han incorporado a un proyecto piloto. La FHWA ha patrocinado distintos talleres de ASV para todos los participantes del proyecto piloto. Por su parte, Nueva York desarrolló un programa para integrar las ASV en su programa de repavimentación.

• Europa

Tal como se señaló, el concepto de las ASV se originó en el Reino Unido durante la década de los 80. En 1987, el Ministerio de Transportes del Reino Unido formuló estrategias orientadas a reducir, para el año 2000, en un 33% el número de víctimas anuales en accidentes de tránsito.

En 1988 se legisló para que todas las autoridades viales del Reino Unido tomaran medidas para reducir accidentes. Este requisito generó el desarrollo de dos publicaciones:

"Código de la Buena Práctica de la Seguridad Vial" (Asociación de Autoridades Locales, 1989) y de las "Guías de Consulta para Auditorías de Seguridad en Carreteras" (Instituto de Transportes y Carreteras, 1990, revisado 1996).

En 1991, el Ministerio de Transporte Británico realizó ASV obligatorias para todas las vías troncales y autopistas nacionales sin peaje.

En el resto de Europa, la internalización del proceso de las ASV ha sido lento, con la excepción de Dinamarca. En este país, la Dirección General de Carreteras del Gobierno ha desarrollado e implementado un proceso de ASV que se encuentra operativo desde 1994, el cual está basado, en gran medida, en lo desarrollado en el Reino Unido. En Irlanda se publicó en 1996 un Manual de Ingeniería de Seguridad Vial, redactado por TMS Consultancy para el Gobierno, que puso en marcha la idea de auditar la seguridad en tramos de carreteras.

Otros países europeos se han interesado en las ASV; sin embargo sólo Francia ha producido especialmente una guía al respecto. Este documento, denominado Vade Macun, fue desarrollado en 1994. Este trabajo fue complementado con una visita de estudios de un grupo de ingenieros franceses a la Junta del Condado de Kent en 1994.

7.7. ¿QUÉ ES UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL?

La definición más aceptada a nivel internacional es la de la Asociación de Transporte Vial y Autoridades de Tránsito de Australia y Nueva Zelandia (AUSTROADS año 2002) que define una ASV como:

"**Una Auditoría de Seguridad Vial es un examen formal de un proyecto vial, o 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"

Los aspectos más relevantes de esta definición son:

• Es un proceso formal basado en consideraciones de seguridad vial.
• Es realizada por un equipo de profesionales independientes que no tienen ninguna relación anterior con
el proyecto.
• Es realizada por un equipo multidisciplinario con el entrenamiento y experiencia pertinente.
• Es una metodología que analiza la seguridad de todos los usuarios de la vía.

Una Auditoría de Seguridad Vial:

• No es una verificación de cumplimiento de los estándares de diseño.
• No es una investigación de accidentes.
• No es aplicable sólo a proyectos de alto costo o que tienen problemas de seguridad vial.
• No es una metodología para comparar distintos proyectos o seleccionar entre proyectos alternativos.

7.8. ¿POR QUÉ REALIZAR UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL?

Las ASV ayudan a asegurar que las cuestiones asociadas con la seguridad vial estén expresamente consideradas en todas las etapas de un proyecto. En casos donde la vía ya está en servicio, una ASV puede identificar deficiencias que, una vez mitigados, deberían mejorar su nivel de seguridad.

Entre las ventajas identificadas de realizar una ASV, se encuentran las siguientes:

• Se reduce la probabilidad de accidentes en la red vial

• Se reduce la severidad de los accidentes

• Se reduce la necesidad de desarrollar trabajos correctivos

• Se reduce el costo total para la comunidad, durante la vida útil del proyecto, incluyendo accidentes, interrupciones del tránsito y lesiones

• Consolida la inclusión segura de todos los usuarios de la vía y no solo de los conductores de vehículos motorizados.

• Aumenta la importancia de la seguridad vial en la mente de todos los implicados en la planificación, el diseño, la construcción, y el mantenimiento de proyectos viales;

Es más fácil borrar una línea en un plano que hacer una modificación cuando la vía está construida

Es importante señalar que las ASV son más eficientes cuando se desarrollan durante las primeras etapas del proyecto, (planificación y diseño). Esta eficiencia comienza a reducirse gradualmente desde la etapa de factibilidad, diseño, construcción, y las etapas finales de la post-apertura del proyecto, puesto que la mitigación a esa altura es típica y lógicamente más costosa. Lo anterior se representa conceptualmente en la figura 2.1.

7.9. ¿CUÁNDO REALIZAR UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL?

Las ASV se pueden desarrollar en cualquiera de las etapas de los proyectos, tal como se describe a continuación:

• En la **Etapa de Factibilidad** (**Planificación**) una ASV evalúa el funcionamiento potencial de seguridad del diseño conceptual con respecto a la localización de la ruta, desplazamiento de los usuarios, impactos sobre comunidades locales y los alcances del proyecto. Los auditores deben considerar cómo la obra afectará la continuidad de la red vial adyacente e

identificar las necesidades de seguridad de todos los usuarios de la vía. Las ASV pueden ser muy eficaces en esta etapa, ya que los cambios o las mejoras al proyecto son a menudo altamente rentables debido a los bajos costos de aplicarlos.

En la Etapa de **Diseño Preliminar** una ASV se puede realizar sobre el bosquejo de los primeros planos del proyecto. Los objetivos primarios en esta etapa son evaluar la seguridad en las intersecciones, accesos, alineación horizontal y vertical, sección transversal, distancia de visibilidad, y otros aspectos del diseño.

• En la Etapa de **Diseño de Detalle** una ASV debe centrarse sobre los planos del diseño, considerando el diseño geométrico, la iluminación, la señalización, sistemas de contención, entre otros, y la interacción de estos elementos, teniendo en cuenta la futura operación del proyecto.

• En la Etapa de **Construcción** una ASV debe verificar en terreno que lo que se está construyendo es adecuado en términos de seguridad vial. Adicionalmente, en el caso de contar con desvíos de tránsito se debe realizar una ASV de estos desvíos de tránsito y su respectiva señalización de obras.

• En la Etapa de **Pre-Apertura**, en donde el proyecto se encuentra totalmente construido pero aún no está abierto al público, el equipo Auditor debe realizar una visita a terreno para asegurar que las necesidades de seguridad de todos los usuarios de la vía (peatones, ciclistas, vehículos motorizados, y otros que contemple el proyecto) es satisfactoria. El equipo auditor debe conducir la ASV tanto de día como de noche, y si es posible, en condiciones atmosféricas adversas. Una ASV en esta etapa, busca determinar la existencia de condiciones de riesgo que no eran evidentes en las ASV aplicadas en etapas anteriores.

• En la Etapa De **Post-Apertura** la ASV debe ser iniciada una vez abierto el proyecto vial al público. El análisis de la vía ya en operación permite corroborar las medidas mitigatorias o advertir de problemas de seguridad vial que podrían no ser tan evidentes en las etapas anteriores.

• Una ASV a una vía en explotación, revisa exhaustivamente un tramo o una sección mayor de una red vial existente, poniendo énfasis no sólo en los sectores donde existe información de accidentes, sino también donde estos son inminentes. Cuando la vía está en operación, la observación del comportamiento de todos los usuarios en la vía es fundamental para verificar si las condiciones de seguridad son apropiadas o deben ser mejoradas. Cuando se requieren trabajos importantes sobre una vía en explotación, puede ser conveniente realizar una ASV, para asegurar que los desvíos de tránsito y la señalización de obras presenten un adecuado nivel de seguridad.

7.10. ¿A QUÉ TIPO DE PROYECTOS SE LE PUEDE REALIZAR UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL?

Las ASV se pueden realizar a una amplia gama de proyectos que varían de tamaño, localización y tipo. En este contexto, los principales tipos de proyectos que pueden ser auditados, corresponden a vías nuevas y existentes (rurales y urbanas), proyectos de mejora o modificaciones a vías, proyectos de gestión de tránsito, proyectos de desarrollo inmobiliario y trabajos de mantención entre otros. No existe consenso a nivel mundial en cuanto a qué proyectos deben ser revisados.

Algunas entidades auditan los principales proyectos viales, mientras que otras auditan una muestra debido a los apremios financieros.

7.11. ¿CUÁLES SON LAS CARACTERÍSTICAS DE QUIÉN REALIZA UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL?

Profesionales Independientes

Los profesionales que realizan la ASV deben ser independientes del equipo que está desarrollando, o desarrolló, el proyecto, asegurándose de que sean imparciales y que puedan realizar una revisión desde distintas perspectivas y asegurar su objetividad. Los equipos auditores pueden ser establecidos al interior de la organización del mandante (dueña o responsable del proyecto) o usando consultores externos. Es esencial que exista un ambiente que fomente la buena comunicación entre el equipo auditor y el equipo del mandante o de diseño, para asegurar la eficacia de la ASV.

Profesionales con Calificación y Experiencia

Es recomendable que las ASV sean realizadas por profesionales con conocimientos y experiencia en seguridad vial, investigación y prevención de accidentes, ingeniería de tránsito y diseño vial (urbano y rural). Además, dependiendo del caso, se podrían incorporar profesionales con conocimiento y experiencia en la instalación y mantención de dispositivos viales, con experiencia en mantención de infraestructura vial, o con conocimientos asociados al factor humano. Los profesionales con conocimientos del factor humano pueden contribuir proveyendo una comprensión de la naturaleza interactiva del comportamiento del usuario de la vía y su ambiente.

Un Equipo Multidisciplinario

Las ventajas de realizar una ASV con un equipo multi-disciplinario son la diversidad de conocimientos que se pueden conjugar, la cantidad de ideas que pueden generarse de manera simbiótica y la oportunidad de ampliar el número

de personas que adquieren experiencia y conocimiento en el proceso de la ASV. El número de integrantes del equipo variará dependiendo del tamaño y complejidad del proyecto.

Se recomienda un equipo compuesto entre dos y cinco profesionales, incluyendo un auditor jefe, con experiencia en dirigir equipos, que incite a discusiones y asista el procedimiento.

• **Profesionales Competentes según la Etapa del Proyecto**.- Se recomienda el siguiente perfil de los integrantes del equipo auditor, dependiendo de la etapa del proyecto que será auditada.

a) Factibilidad y Diseño Preliminar (Etapas 1 y 2). Especialistas en seguridad vial, con conocimientos en planificación territorial y uso de suelo; reconstrucción e investigación de accidentes; gestión de seguridad vial; diseño vial; y el factor humano.

b) Diseño de Detalle (Etapa 3). Especialistas en seguridad vial, con conocimientos en diseño vial, reconstrucción e investigación de accidentes, gestión de seguridad vial, el factor humano y gestión de tránsito. Dependiendo de la naturaleza del proyecto, se pueden incorporar profesionales con conocimientos en áreas tales como: señalización, semáforos, sistemas inteligentes de transporte, facilidades para ciclistas, peatones y transporte público, e iluminación vial.

c) Construcción (Etapa 4). Especialistas en seguridad vial, con conocimientos en diseño vial, reconstrucción e investigación de accidentes, factor humano y gestión de tránsito con experiencia en trabajos en la vía y desvíos. Dependiendo del proyecto, se deberían incorporar profesionales con experiencia en instalación y mantenimiento de señalización, dispositivos de seguridad, iluminación, semáforos, vegetación, un oficial con experiencia en tránsito entre otros.

d) Pre y Post Apertura (Etapa 4, 5 y 6). Especialistas en seguridad vial, con conocimientos en diseño vial, reconstrucción e investigación de accidentes, factor humano, gestión de tránsito y familiarizado con la instalación y mantenimiento de recursos viales que incluyen la señalización, dispositivos de seguridad, iluminación, semáforos, vegetación. Dependiendo del proyecto, se deberían incorporar profesionales con conocimientos de sistemas inteligentes de transporte; facilidades para ciclistas, peatones y transporte público; un oficial de carabineros con experiencia en tránsito; entre otros.

7.12. ¿CÓMO ES LA ORGANIZACIÓN DEL PROCESO DE UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL?

Existen tres participantes en el proceso de una ASV: el mandante, el auditor y el que toma la decisión final.

El mandante, en nuestro país, puede ser el MOP, MINVU, municipalidad, u otra entidad gubernamental; o también una empresa privada como una minera, una concesionaria o una consultora; que encargue la construcción de una vía o la modificación de la misma.

El auditor puede ser parte de alguna de las entidades mandantes, manteniendo siempre su autonomía, o puede ser un independiente. El que toma la decisión final acerca de los cambios que debieran introducirse en el proyecto, puede ser el mandante, o encargársela a un tercero independiente.

Esto, porque existe la posibilidad de conflictos entre el equipo auditor y de diseño.

En términos internacionales se utilizan variadas combinaciones para organizar el proceso de la ASV. Sin embargo, se recomienda aquella en que el mandante

encomienda una ASV a un auditor independiente del equipo del proyecto. El informe realizado por el equipo auditor, que incluye los resultados y recomendaciones, deberá ser sometido a revisión del mandante, quien es responsable de decidir qué acciones deben ser tomadas con respecto a los problemas de seguridad detectados y responder documentadamente sus observaciones sobre el informe de la ASV.

7.13. ¿CÓMO SE REALIZA UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL?

Dependiendo del tipo y el estado de desarrollo de un proyecto, la realización de una ASV tiene diferentes consideraciones. Sin embargo, los pasos a seguir son generalmente similares.

Cuando se decide realizar una ASV, lo primero que debe hacerse es el desarrollo de los “términos de referencia”. En ellos se deben contener los alcances de la ASV, los roles y las responsabilidades de todas las partes implicadas, es decir: del mandante, del diseñador, del constructor, del encargado de mantenimiento (según corresponda) y del equipo auditor. Los términos de referencia pueden ser un documento estándar o uno desarrollado especialmente para un proyecto específico. Deben incorporar cualquier requisito especial de la ASV (por ejemplo, visitas en terreno en condiciones adversas, en la noche con lluvia, etc.) y describir la forma de presentación de los resultados de la ASV.

Es responsabilidad de todas las partes mantener una buena comunicación durante el desarrollo de la ASV, para asegurar que ésta se lleve a cabo eficientemente con todos los medios disponibles para resolver cualquier conflicto. A continuación se presenta una tabla con los principales pasos y responsables:

FIGURA 7.13 PASOS Y RESPONSABLES EN LA APLICACIÓN DE LA ASV

7.14 COSTOS DE REALIZAR UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL

En términos generales, podemos mencionar que los costos de una ASV comprenden:

• El costo del equipo auditor

• El costo del tiempo adicional empleado por el mandante en supervisar al auditor

Según antecedentes internacionales (Nueva Zelandia, Canadá, Australia y Reino Unido), el costo de realizar una ASV variará dependiendo del tamaño del proyecto, de su complejidad y de la etapa en que se encuentre.

Para la etapa de diseño de detalle, el costo reportado de llevar a cabo una ASV varía entre un 5 y un 10 por ciento del costo del diseño. El costo del diseño de un proyecto, por su parte, tiene por lo general un valor cercano al 5 por ciento del costo de un proyecto. Por lo tanto el costo de una ASV es menos de un 0,5 por ciento del costo total de proyecto.

En la etapa de pre-apertura se requieren generalmente mayores recursos, ya que aquí participan una mayor gama de especialistas, los que pueden aumentar si el proyecto anteriormente no hubiese sido auditado. Algo distinto sucede en proyectos pequeños, como rediseños o medidas de ingeniería de bajo costo, en este caso los costos de realizar una ASV pueden representar un porcentaje más alto.

Para conocer el costo total de la mejora de la seguridad vial originada por una ASV, hay que agregar el costo de implementar las recomendaciones aceptadas.

Para este costo se documentan valores del 1% en proyectos auditados en la etapa de diseño, y cercanos al 10% de los costos en la etapa de construcción.

7.15 BENEFICIOS DE REALIZAR UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL.

El uso sistemático de las ASV mejora el nivel de seguridad de una vía, fomentando un principio de diseño seguro más consciente entre el mandante y los diseñadores.

Los beneficios de las ASV implican una economía al reducir los accidentes. Algunos de estos beneficios incluyen:

• Disminución de costos totales debido a la reducción de accidentes. Las redes viales son más seguras con menos probabilidades de accidentes y una menor severidad. La investigación en el Reino Unido indicó que hasta 1/3 de los accidentes se podrían evitar en una vía que se ha auditado. Otras investigaciones hablan de hasta un 50% de reducción.

Menores costos en la vida útil de la vía, producto de una menor necesidad de modificar el diseño después de la construcción.

Otros beneficios no cuantificables pueden ser:

• Realce de una cultura de seguridad vial que permita una mayor consideración de los usuarios vulnerables de la vía.

• Genera un mayor entendimiento y documentación de la ingeniería en seguridad vial, permitiendo el cruce de conocimientos entre los especialistas involucrados (de diseño, de mantenimiento, de tránsito, etc.). Mayor importancia de la ingeniería en seguridad vial y estímulo a los profesionales de esta área.

7.16 RENTABILIDAD DE UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL

Aunque la rentabilidad de las ASV es difícil de estimar, Escocia ha establecido una relación de beneficio–costo de 15:1 basado en sus antecedentes.

En Nueva Zelandia la experiencia indica que el costo promedio de cada etapa de una ASV es de unos 5.000 $NZ (aproximadamente 2.300 US$). En una relación beneficio-costo entre 15:1 y 20:1 (TNZ, 1993). Un estudio realizado en 1994 comparó varios proyectos, sólo uno de ellos fue auditado, y se concluyó que las ventajas económicas superaron ampliamente el costo de la ASV para estos proyectos pequeños. Para los proyectos más grandes, el ahorro potencial en muertes es probablemente mayor, considerando proporcionalmente los recursos destinados a los auditores.

En Dinamarca, el estudio de rentabilidad de ASV se realizó mediante la evaluación de la relación beneficio/costo en 13 situaciones en las que se aplicó una ASV. Los costos totales de los proyectos fueron de 1.000 millones de coronas danesas (133 millones de US$). El costo promedio por proyecto fue de unos 78 millones de coronas (10 millones US$). Para valorar el beneficio, se utilizaron los métodos de predicción de accidentes; en él se pide a los auditores que estimen el número de accidentes esperados para cada situación con y sin los cambios de diseño que se recomiendan tras la ASV. La reducción anual estimada en las 13 situaciones fue de 34 accidentes y 21 víctimas fatales. Los costos totales, derivados de las ASV que se aplicaron en las 13 situaciones antes mencionadas ascienden a 13,5 millones de coronas danesas (1,78 millones de US$), - el valor promedio de cada ASV es de 140 mil US$ - y la reducción de los costos de accidentes y víctimas fatales se estiman en 20 millones de coronas danesas (2,65 millones de US$). Estos valores arrojan una rentabilidad promedio – ya que la tasa varía entre proyectos - de un 146% para el primer año.

En el Reino Unido, el aumento de los costos derivados de las modificaciones hechas a un proyecto ascienden, como media, al 0,5% de los costos de construcción en el caso de obras de más de 500 mil libras (aproximadamente 750 mil US$) y al 3% de los costos de construcción de obras de menos de 500 mil libras. El costo actual de un accidente en Inglaterra asciende a unas 44 mil libras (66 mil US$); por lo tanto el costo de la ASV queda justificado si se consigue evitar a lo menos un accidente.

7.17 PROCEDIMIENTO DE LA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL

A continuación se presenta una descripción del proceso completo de la ASV.

FIGURA 7.17

a) Selección del Equipo Auditor

El mandante selecciona al equipo auditor, para lo cual resulta beneficioso tener una lista de auditores potenciales, incluyendo calificaciones y experiencia.

En este contexto, es importante crear un Registro de Auditores de Seguridad Vial en el país, de modo de ir generando una masa crítica de expertos que tengan el aval de una institución como, por ejemplo, la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (CONASET), de modo de asegurar un cierto nivel, fomentando la capacitación y formación de profesionales.

b) Recopilación y Entrega de Información del Proyecto

El mandante es responsable de entregar toda la documentación relevante del proyecto incluyendo informes, planos, datos, documentos del contrato y, donde se requiera, información del flujo vehicular.

c) Reunión Inicial

La reunión inicial se celebra normalmente entre el equipo auditor, el mandante y, según corresponda a la etapa del proyecto, el diseñador, constructor o encargado de mantención. Su objetivo es familiarizar al equipo auditor con los alcances del proyecto, informar respecto de la seguridad e informar de cualquier problema detectado durante las etapas de planificación, diseño, o construcción. En esta reunión se asignan responsabilidades, y se establecen líneas de comunicación. El equipo auditor puede explicar el proceso de la ASV. Se deben entregar y discutir los términos de referencia a cumplir, así como los requisitos especiales.

d) Desarrollo de la ASV

Después de la reunión inicial, es responsabilidad del equipo auditor evaluar la documentación del proyecto y realizar visitas a terreno para identificar los problemas relativos a la seguridad el proyecto.

A continuación se presenta la forma como se propone desarrollar las ASV.

d1) ASV a Vías Interurbanas (Carreteras)

Los pasos generales del proceso de la ASV son comunes para todas las etapas. Sin embargo, existen ítems específicos que conviene detallar para cada etapa del proyecto, como por ejemplo:

Antecedentes del Proyecto

El mandante, debe entregar al equipo auditor todos los antecedentes necesarios antes de comenzar la ASV. Esta información permitirá desarrollar un diagnóstico acabado del proyecto a auditar, y programar el procedimiento a aplicar en la etapa que corresponda. Esta información puede ser fundamental para entender algunos problemas de seguridad vial que se detecten más adelante.

Para ASV en la etapa de FACTIBILIDAD, se requieren al menos los siguientes antecedentes:

1. Alcance, metas y objetivos del proyecto;
2. Restricciones generales del proyecto;
3. Ruta seleccionada y opciones de trazado;
4. Continuidad con las redes viales adyacentes y usos del suelo; y
5. Restricciones ambientales y geotécnicas.

Para ASV aplicadas en etapa PRELIMINAR, se requieren al menos los siguientes antecedentes:

6. Estándares y criterios de diseño utilizados;
7. Adquisición de terrenos e información sobre consulta previas a la comunidad;
8. Bosquejos del diseño y plano con diseño de detalles;
9. Plano con vías adyacentes que podrían ser afectadas por el proyecto;
10. Flujos vehiculares proyectados y derechos de paso; y
11. Potenciales usuarios de las vías.

Para ASV **aplicadas** en las etapas de la **POST-APERTURA**, o **VIAS EXISTENTES**, se requieren los siguientes antecedentes:

12. Flujos de todos los usuarios del camino;
13. Información de accidentes;
14. Informes de auditorías anteriores si están disponibles; y
15. Planos de construcción.

Análisis de los Antecedentes

Una vez recogidos todos los antecedentes, el equipo auditor analiza y evalúa toda la información disponible. Para las ASV en las etapas de factibilidad, de diseño preliminar, de diseño de detalle, construcción y pre-apertura, el equipo auditor debe revisar principalmente la información contenida en los planos, lo cual proporciona la oportunidad de considerar los posibles impactos del diseño sobre todos los usuarios de la vía.

Si la ASV se está realizando en la etapa de post-apertura, o en operación, el equipo debe analizar toda la información pertinente tal como informes de accidente, y otra información relevante.

El análisis de los informes de accidente no se utiliza como análisis de puntos negros, sino que como una ayuda para los auditores en la determinación de

áreas con potenciales problemas de seguridad. Esto hace a la auditoría pro-activa más bien que reactiva.

Inspecciones en Terreno

El trabajo en terreno se requiere en todas las etapas porque provee al equipo un conocimiento de las condiciones existentes.

Previo a ello, el equipo debe familiarizarse con las listas de chequeo (de las cuales se hace una mención detallada más adelante) para asegurar una exploración productiva y con ello recoger los aspectos relevantes. El uso de listas de chequeo es un apoyo para asegurarse de que se tratan todos los aspectos relevantes relacionados con la seguridad.

Para ASV aplicadas en la etapa de factibilidad, de diseño preliminar y diseño de detalle, el equipo debe realizar una inspección en terreno sobre el sitio sin construir, para completar un análisis preliminar. El equipo auditor debe examinar la transición entre cualquier vía nueva con las existentes para asegurar que hay coherencia desde una perspectiva multi-modal. Esto incluye ciclistas y conductores de la tercera edad (a quienes en otros países se les considera especialmente), los conductores de camiones y de buses, peatones, niños, invalidados, vehículos todo terreno, y otros.

Las ASV realizadas en las etapas de la preapertura, post-apertura, y en las vías existentes, se deben estudiar las características físicas del proyecto en terreno. Estos exámenes implican la evaluación de la señalización, iluminación, demarcaciones, delineación y de las características geométricas. El equipo debe identificar los problemas que pueden afectar la percepción de los usuarios de la vía o restringir la distancia de visibilidad.

En el caso de las ASV en la etapa de preapertura, la revisión debe realizarse lo más cercano posible a la fecha de apertura, dejando eso si, un plazo para que

puedan ejecutarse las modificaciones que se deban realizar a partir del informe de la ASV. En proyectos más grandes, una ASV en la pre-apertura se puede realizar por partes. Es importante recorrer la vía en ambos sentidos, de día y de noche y en condiciones atmosféricas adversas si es posible. Se debe prestar especial atención al borde y entorno de la vía. Las fotografías y filmaciones se pueden utilizar para capturar las características de la vía para discusiones posteriores. El equipo no debe desviar su atención hacia aspectos que no tienen relación con la seguridad.

• Resultados de la Auditoría

Después de realizar la inspección en terreno, toda la información se analiza y se elabora el informe con los resultados de la ASV.

Se sugiere presentar los resultados de la ASV en dos partes, la primera identificando los problemas tipo, o generales, de seguridad que presenta el proyecto vial (por ejemplo señalización en mal estado, pavimentos deteriorado, entre otros), y la segunda el detalle con las deficiencias específicas detectadas (por ejemplo, entre el km. 90 y 120 existen roturas en el pavimento que hacen que los vehículos realicen maniobras repentinas para esquivarlos, o entre el km. 250 y 280 existe cruce de animales por la vía). Las fotografías pueden resultar muy útiles para ilustrar los problemas mencionados. Es decir, el informe debe ser un breve pero muy buen resumen de las deficiencias identificadas durante las visitas a terreno y la revisión de la documentación asociada.

También se sugiere incluir recomendaciones generales a los problemas detectados (por ejemplo, demarcar pistas de una vía, retirar señales verticales redundantes, cambiar prioridad en una intersección, entre otras).

El informe debe describir clara y sucintamente el proyecto, los miembros del equipo auditor, el proceso empleado para la ASV, todos los problemas de

seguridad identificados, y contramedidas generales propuestas. Más adelante se realiza una recomendación de la estructura para el informe de la ASV.

d2)ASV a Proyectos Viales Menores

La ASV se puede también utilizar para evaluar proyectos menores tales como cambios en el diseño de una sección de una vía, en realineamientos, ensanchamiento de una pista auxiliar en una intersección, entre otros. Dado que los aspectos de seguridad variarán entre una y otra vía, es necesario adecuar las listas de chequeo a tipos de proyectos a auditar, y tener en cuenta que para proyectos menores puede que no sea necesario aplicar una ASV en todas las etapas de un proyecto.

d3)ASV a Vías Urbanas

En la literatura disponible, la aplicación de ASV se centra preferentemente en proyectos viales rurales o interurbanos (carreteras). Sin embargo, también se puede aplicar a proyectos viales urbanos, tales como una red vial, tramos o sección de vías, un proyecto menor nuevo o existente, a una intersecciones, entre otros. La Aplicación de ASV a zonas urbanas es relevante, ya que en ellas, por lo general, se concentra la mayor cantidad de accidentes. En este trabajo también se incluye un conjunto de las listas de chequeo para una ASV urbana.

e) Documentación e Informe de la ASV

El informe de la ASV debe identificar en forma clara y precisa, los aspectos de un proyecto que pueden afectar negativamente el nivel de la seguridad para los usuarios de la vía. No es responsabilidad del equipo auditor proporcionar recomendaciones específicas para solucionar las deficiencias de seguridad.

Existe más de una forma para presentar los resultados de una ASV. Un método consiste en jerarquizar los resultados por orden de importancia, identificando los

de mayor peligro de seguridad, y que requieren de una solución inmediata, con palabras tales como “PARA ATENCIÓN INMEDIATA”. Cualquier problema de seguridad que el equipo auditor considere de mayor riesgo se debe identificar como “IMPORTANTE”. El uso de estos términos no implica que otros problemas de seguridad detectados en la ASV sean poco importantes.

No obstante, lo anterior podría dar lugar a que el mandante, involuntariamente al revisar el informe de la ASV, decida que los problemas no destacados, o señalados como de menor importancia, reciban menos consideración o no sean tratados dentro un tiempo razonable. El equipo auditor debe considerar otras categorías en el informe o dar una clara prioridad a los problemas detectados. La preocupación es si cualquier problema que el equipo auditor estime que no requiera la atención del mandante dentro de un tiempo razonable, debe ser incluida en el informe de la ASV. Si un problema de seguridad no es lo suficientemente importante, o responde a puntos de vistas personales de los miembros del equipo auditor, no debería ser incluido en el informe de la ASV.

El equipo auditor debe procurar mantener un canal de comunicación con el encargado de diseño o proyecto, para discutir cualquier malentendido o incertidumbre antes de hacer comentarios finales.

Un informe de ASV se recomienda que contenga, como mínimo, las siguientes secciones con el propósito de presentar los resultados en forma ordenada.

1. **PORTADA DEL INFORME**
   - Etapa de la auditoría (por ej. etapa de Construcción)
   - Nombre del proyecto
   - Ubicación del proyecto
   - Fecha en que se realiza la ASV
   - Nombre de los miembros del equipo auditor y su calificación
   - Nombre del cliente, dirección, teléfonos

2. **INTRODUCCIÓN**

   a) Descripción del Proyecto

   Descripción resumida del proyecto incluyendo un mapa de localización.

   b) Antecedentes Generales de la Auditoría de Seguridad Vial
   - Reuniones (incluyendo con quién, fecha y motivo de la reunión)
   - Inspecciones en terreno (fechas y horarios)
   - Documentación estudiada y estudio de la información que no fue suministrada en los planos
   - Descripción del procedimiento utilizado para conducir la ASV

   c) Metodología utilizada para detectar deficiencias y jerarquización problemas de seguridad

   Descripción de la manera como se detectaron las deficiencias de seguridad de la vía auditada, y del sistema de jerarquización utilizado para identificar los problemas que requieren de una atención inmediata o ser removida, o que están en la categoría de problemas generales de seguridad

   d) Respuesta al Informe de la ASV

   El mandante, o cliente, y el diseñador no están bajo ninguna obligación de validar todas las observaciones de seguridad planteadas por el equipo auditor pero *deben responder indicando su aceptación o rechazo a las sugerencias con la debida justificación*. Es recomendable describir el formato que el mandante/cliente o el equipo de diseño puede utilizar para documentar su respuesta a los resultados de la auditoría, como por ejemplo:

ITEMS	DEFICIENCIAS DETECTADAS	RECOMENDACIONES	RESPUESTA DEL CLIENTE	
			Aceptación SI/NO	Razones/ Comentarios

3. **RESUMEN DE RESULTADOS DE ASV APLICADAS A ETAPAS ANTERIORES DEL PROYECTO**

   En caso de que el proyecto hubiese sido auditado en etapas anteriores, los problemas o deficiencias de seguridad vial detectadas en su momento deben ser identificadas y jerarquizadas indicando si fueron o no resueltas, y si la solución mitigó dichas deficiencias.

4. **RESULTADOS DE LA AUDITORÍA ACTUAL**

   Como se mencionó anteriormente se sugiere presentar los resultados de la ASV en dos partes, la primera identificando los problemas tipo o generales de seguridad vial, y la segunda el detalle con las deficiencias específicas detectadas. Las fotografías pueden resultar muy útiles para ilustrar los problemas mencionados y se sugiere incluir recomendaciones generales a los problemas detectados.

5. **PRÓXIMAS AUDITORÍAS AL PROYECTO**

   En caso de que el proyecto auditado se encuentre en etapas anteriores a la explotación, el equipo auditor puede realizar recomendaciones para futuras ASV del proyecto.

6. **CONCLUSIONES FINALES**

7. **NOMBRE Y FIRMA DE LOS AUDITORES**

8. **ANEXOS**

   Toda la información que se estime relevante para respaldar el contenido del informe de la ASV

f) Reunión Final

Una vez que el informe de la ASV se ha concluido, es presentado por el equipo auditor en una reunión final, en la cual las partes involucradas comentan y discuten los resultados de la ASV. A esta reunión debe asistir el equipo auditor, el mandante, el equipo de diseño o cualquier otro profesional que pudiera estar implicados en formular respuestas a los resultados de la ASV.

El objetivo de la reunión final es fomentar un diálogo constructivo, centrado en los resultados del informe de la ASV. La reunión proporciona la oportunidad de:

• presentar formalmente los resultados de la ASV y aclarando en el momento cualquier duda,

• sugerir mejoras a la estructura del informe,

• discutir las posibles medidas de mitigación a los problemas identificados, y

• fijar el tiempo que requerirá el mandante para elaborar su respuesta

Es importante que un tono positivo, constructivo, y cooperativo se manifieste en la reunión, destacándose que la finalidad de la ASV es simplemente realzar el nivel de seguridad del proyecto final y no una crítica a los profesionales del equipo de diseño. Es esencial que todos entiendan que una ASV es beneficiosa para el desarrollo del proyecto. Debe existir un esfuerzo especial para asegurarse de que los implicados se han familiarizado con el proceso de la ASV.

Quienes dirigen la reunión deben procurar mantener una atmósfera que permita el intercambio positivo de ideas y no permitir animosidades o desacuerdos infundados.

g) Respuesta Formal al Informe de la ASV

La continuación y término del proceso de la ASV le corresponde al mandante, quien revisa el informe de la ASV y prepara una respuesta escrita a cada problema citado. Cada medida de mitigación sugerida en el informe de la ASV puede ser aceptada o rechazada. Para cada sugerencia aceptada, las medidas de mitigación lógicas se deben identificar y adoptar por parte del encargado de diseño o proyecto. Las medidas de mitigación deben materializarse para disminuir los riesgos de accidentes, e idealmente ser presentados al equipo auditor para su revisión.

Las sugerencias de la ASV que son rechazadas se deben justificar y documentar en un informe por parte del mandante. La confirmación de las recomendaciones que son aceptadas también se debe incluir en dicho informe. Finalmente, este informe de respuesta junto al de la ASV, se convierten en parte del expediente final de la ASV.

7.18 LISTAS DE CHEQUEO (CHECK LIST)

El propósito de las listas de chequeo es ayudar al auditor a identificar cualquier deficiencia de seguridad, de una forma ordenada y sistemática.

Es importante entender que las listas de chequeo son un medio y no el fin de las ASV. El auditor debe decidir qué y cómo utilizarlas.

Los auditores con mayor experiencia utilizan las listas de chequeo generales, por su mayor conocimiento. Otros auditores, dependiendo del proyecto a auditar, adecuan las listas de chequeo existentes. En muchos casos, antes de analizar la documentación del proyecto y realizar las inspecciones de terreno, una revisión de las listas de chequeo comprenderá la eliminación de ítems que no

correspondan o que resulten repetitivos. Así, también, pueden incorporarse otros aspectos adicionales.

Las listas de chequeo no deben incluirse en el informe final de la ASV. El contenido de dicho informe no necesita hacer referencias a las listas de chequeo.

Por último, los proyectistas perfectamente pueden utilizar estas listas de chequeo para identificar potenciales problemas de seguridad en sus diseños y como una forma de conocer los aspectos de seguridad en los que se centra el auditor.

CUANDO Y COMO USARLAS?

Las listas de chequeo se pueden utilizar en cualquiera de las etapas de desarrollo de un proyecto, incluyendo la etapa de operación o vía existente, y trabajos en la vía.

En primer lugar, se debe decidir cuáles son las listas de chequeo que se utilizaran para la etapa que se está auditando.

En segundo, se recomienda utilizar inicialmente una lista de chequeo general para tener una visión más amplia de los tópicos que deben incorporarse en la **ASV** de un determinado proyecto. Esto permite al equipo auditor tener una rápida referencia en terreno, o en la oficina, de lo que pretende revisarse.

Los contenidos de las listas de chequeo no son exhaustivos, los auditores deben ser los encargados de, con su conocimiento y experiencia, enriquecerlas para mejorar su análisis.

Las listas de chequeo tienen las siguientes características:

- Ayudan al auditor a identificar elementos que podrían contribuir a la inseguridad.
- No existe una manera "**Preferida**" de usar las listas.
- No son sustitutos para la experiencia.
- Se pueden modificar.
- Muchos de los elementos no serán relevante un proyecto específico.
- Algunos elementos podrían verse como repetitivos.
- No deberían ser anexadas al informe final.

Dejaremos muy en claro que las listas de chequeo son una herramienta mas NO REPRESENTAN la solución.

La orientación de las Listas de Chequeo quedaría:

- Urbano.
- Rural

Después de seleccionar la lista específica según sea el caso se procederá a:

- Considerar las listas que propone **AUSTROADS** y la Guía Chilena para ver si se debería agregar algún elemento.
- Tener un sistema para enumerar las preocupaciones o evidencias de deficiencias.
- Relacionar las preocupaciones con fotos, videos, referencias a números de plano, etc.

8.- ANUARIO ESTADÍSTICO DE ACCIDENTES EN CARRETERAS FEDERALES (2008).

El Instituto Mexicano del Transporte IMT emite desde 2001 los Anuarios Estadísticos de Accidentes en las Carreteras Federales, utilizando la base de datos de la Policía Federal Preventiva (PFP) relativa a la información de los accidentes reportados en la red Carretera Federal (RFC) vigilada por esta corporación (de alrededor de 56,500 km de longitud). Aclarando que esta red en su mayoría comprende caminos de jurisdicción federal.

En el Anuario Estadístico de Accidentes en las Carreteras Federales se presentan las estadísticas más relevantes como resultado de trabajar con la base de datos del Sistema para la Adquisición y Administración de datos de Accidentes (SAADA), elaborado por el Instituto Mexicano del Transporte (IMT), con la responsabilidad de las Direcciones Generales de Autotransporte Federal (DGAF), y de Servicios Técnicos (DGST) de la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT), A TRAVES DE LOS Centros SCT de los Estados. Para los accidentes ocurridos en 2008, el SAADA representa una muestra del 97% del total, la información fue complementada mediante una captura parcial realizada por el IMT, así como una base de datos parcial proveída por la Policía Federal.

De acuerdo con las cifras oficiales de la PF, en la Red Carretera Federal reporta que durante 2008 ocurrieron 30,739 accidentes; 32,769 lesionados; 5,379 muertos; y daños materiales estimados e 1, 581.619 millones de pesos mexicanos (141,977 millones de dólares americanos, con base en una paridad promedio para ese año, de 11.14 pesos mexicanos por dólar). Las cifras anteriores representan un costo total de los accidentes de alrededor de 2,686.8 millones de dólares, considerando costos unitarios promedio de 400 mil dólares por muerto y 12 mil dólares por lesionado.

Por otra parte, como resultado de complementar la base de datos del SAADA con la base parcial de la PF y una captura de datos por parte del IMT, y después de varios procesos de validación, la información contenida en el presente anuario es para 29,752 accidentes (97% del total), con un saldo de 31, 610 lesionados (96.5 % del total); 5,173 muertos (96% del total) y daños materiales por 1,537.124 millones de pesos mexicanos.

La tabla 1 contiene la distribución de los saldos de los percances por entidad federativa y el total nacional; en la tabla se muestra el desglose de accidentes con y sin víctimas. También se incluye el índice de accidentes por kilómetro, así como el lugar que ocupa cada estado; según este indicador, se observa que Tabasco, México, Morelos, Distrito Federal y Querétaro son los estados que denotan mayores índices, al superar en más del 100% el valor de la media nacional de 0.54; en cambio estados como Oaxaca, Chihuahua y Durango reportan índices inferiores a 0.3 accidentes por kilómetro.

Tabla 1.1
Saldos de los accidentes, 2008

Entidad	Accidentes			Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles de dólares)	Longitud (kilómetros)	Índice de accidentes por kilómetro	Jerarquización
	Con víctimas	Sin víctimas	Total							
Aguascalientes	183	89	272	444	55	378	620	411	0.66	11
Baja California	607	492	1,099	1,679	159	1,069	3,986	2,008	0.55	15
Baja California Sur	207	423	630	1,021	45	351	3,352	1,431	0.44	23
Campeche	214	308	522	752	80	371	3,225	1,312	0.40	24
Coahuila	385	264	649	936	134	796	4,046	1,958	0.33	27
Colima	155	74	229	350	34	271	1,182	437	0.52	17
Chiapas	455	449	904	1,431	148	933	3,670	2,743	0.33	29
Chihuahua	439	306	745	999	201	873	4,723	2,972	0.25	31
Distrito Federal	140	56	196	373	36	258	994	166	1.18	3
Durango	350	218	568	863	116	712	2,467	2,734	0.21	32
Guanajuato	792	686	1,478	2,501	254	1,458	4,902	1,668	0.89	6
Guerrero	701	564	1,265	1,992	212	1,411	5,831	2,513	0.50	18
Hidalgo	427	331	758	1,248	173	858	2,395	1,202	0.63	12
Jalisco	1,023	692	1,715	2,704	340	1,961	9,142	3,115	0.55	14
México	1,227	784	2,011	3,507	346	2,659	7,589	1,666	1.21	2
Michoacán	917	497	1,414	2,264	309	1,808	5,103	3,139	0.45	21
Morelos	280	287	567	971	109	577	1,986	498	1.14	4
Nayarit	327	294	621	1,026	88	522	2,945	1,153	0.54	16
Nuevo León	634	448	1,082	1,641	158	1,242	6,482	1,729	0.63	13
Oaxaca	493	460	953	1,549	207	992	4,791	3,319	0.29	30
Puebla	732	574	1,306	2,189	236	1,568	6,576	1,657	0.79	7
Querétaro	286	344	630	1,091	102	588	2,708	607	1.04	5
Quintana Roo	193	263	456	654	82	359	2,010	1,344	0.34	26
San Luis Potosí	615	674	1,289	1,927	134	1,131	6,705	1,782	0.72	9
Sinaloa	425	307	732	1,147	133	748	4,267	1,563	0.47	20
Sonora	646	445	1,091	1,518	199	1,333	6,283	2,478	0.44	22
Tabasco	430	731	1,161	1,892	150	656	4,097	659	1.76	1
Tamaulipas	555	355	910	1,449	193	1,054	4,855	2,661	0.34	25
Tlaxcala	294	241	535	914	88	585	1,848	762	0.70	10
Veracruz	1,366	1,308	2,674	4,364	407	2,709	13,006	3,689	0.72	8
Yucatán	244	285	529	762	62	472	1,975	1,598	0.33	28
Zacatecas	447	314	761	1,139	183	907	4,225	1,575	0.48	19
TOTAL REGISTRADO	16,189	13,563	29,752	47,297	5,173	31,610	137,982	56,551	0.53	
No capturado			987							
TOTAL NACIONAL			30,739	ND	5,379	32,769	141,977	56,551	0.54	

Fuente: elaboración personal con base en el banco de datos del SAADA y de la PF.

8.1 ACCIDENTES SEGÚN SU CAUSA

En las bases de datos se tiene información referente a las causas de accidentes para el 97.1% del total de percances de 2008 registrados en estas. **En la tabla 1.2** observamos que 76% de las causas de accidentes son atribuibles al conductor, el 13.6%, a la infraestructura, el 6.3% a agentes naturales; y el 4.1 % al vehículo.

Los accidentes reportados por la PF son multicausales; de tal forma que para los 28,902 accidentes capturados con información de las razones que los provocaron, se registraron 43,223 participantes y 41,733 causas.

Posteriormente, para cada Entidad Federativa desglosamos las circunstancias que contribuyeron a los accidentes; **en la tabla 1.2ª** están las causas atribuibles al conductor; en la 1.2b, las imputables al camino; en la 1.2c, las correspondientes a agentes naturales; y en la 1.2d las que responden al vehículo. Como es evidente, los mayores porcentajes son imputables al factor humano por velocidad excesiva (43.4%); por invasión de carril (10.1%); y por imprudencia o intención (5.7%). La causa más común referida al camino es el ´pavimento mojado, y resbaloso con el 6.2 y 4.8%, respectivamente, en tanto que el agente natural predominante es la lluvia, con el 5.4%, y aunque con un porcentaje bajo aparece la niebla o el humo con el 0.6%. La causa más común en el apartado de vehículos es la falla en las llantas, con el 2.4%, seguida por la falla del sistema de frenos, con el 0.4%.

Adicionalmente, la figura 1.1 muestra la distribución de las causas o combinación de las mismas que ocasionaron el 99.8% de los accidentes, para el resto de los percances el 0.09% fue ocasionado por la combinación de los 4 factores y el 0.11% fue ocasionado por la combinación de todos los factores excepto el conductor. En la combinación de factores destacan el conductor, el camino y el agente natural con el 6.9%, le sigue el conductor y el camino con el 3.1%.

Tabla 1.2
Distribución general de causas de accidentes

Entidad		Accidentes	Participantes	Total de causas asociadas al				Total de causas
				Conductor	Camino	Agentes naturales	Vehículo	
Aguascalientes	Cantidad	267	432	336	42	12	5	395
	%	98.2	97.3	85.1	10.6	3.0	1.3	100
Baja California	Cantidad	1,058	1,507	1,115	134	84	59	1,392
	%	96.3	89.8	80.1	9.6	6.0	4.2	100
Baja California Sur	Cantidad	622	1,008	594	14	5	31	644
	%	98.7	98.7	92.2	2.2	0.8	4.8	100
Campeche	Cantidad	519	728	553	82	43	44	722
	%	99.4	96.8	76.6	11.4	6.0	6.1	100
Coahuila	Cantidad	639	920	704	82	40	47	873
	%	98.5	98.3	80.6	9.4	4.6	5.4	100
Colima	Cantidad	227	346	244	27	6	19	296
	%	99.1	98.9	82.4	9.1	2.0	6.4	100
Chiapas	Cantidad	875	1,368	1,092	288	129	33	1,542
	%	96.8	95.6	70.8	18.7	8.4	2.1	100
Chihuahua	Cantidad	721	955	733	104	58	56	951
	%	96.8	95.6	77.1	10.9	6.1	5.9	100
Distrito Federal	Cantidad	194	240	194	29	14	5	242
	%	99.0	64.3	80.2	12.0	5.8	2.1	100
Durango	Cantidad	540	816	618	60	22	40	740
	%	95.1	94.6	83.5	8.1	3.0	5.4	100
Guanajuato	Cantidad	1,426	2,021	1,533	173	88	87	1,881
	%	96.5	80.8	81.5	9.2	4.7	4.6	100
Guerrero	Cantidad	1,236	1,764	1,458	301	109	59	1,927
	%	97.7	88.6	75.7	15.6	5.7	3.1	100
Hidalgo	Cantidad	727	1,153	835	172	96	35	1,138
	%	95.9	92.4	73.4	15.1	8.4	3.1	100
Jalisco	Cantidad	1,563	1,942	1,737	244	119	99	2,199
	%	91.1	71.8	79.0	11.1	5.4	4.5	100
México	Cantidad	1,934	3,226	2,135	336	131	67	2,669
	%	96.2	92.0	80.0	12.6	4.9	2.5	100
Michoacán	Cantidad	1,390	2,222	1,647	219	102	79	2,047
	%	98.3	98.1	80.5	10.7	5.0	3.9	100
Morelos	Cantidad	566	591	537	6	3	20	566
	%	99.8	60.9	94.9	1.1	0.5	3.5	100

Tabla 1.2a
Distribución de causas de accidentes atribuibles al conductor

Entidad		Velocidad excesiva	Invadió carril contrario	Imprudencia o intención	No cedió el paso	No guardó distancia	Viró indebidamente	Estado de ebriedad	Dormitando	Rebasó indebidamente	Mal estacionado	No respetó señal de alto	No respetó semáforo	Deslumbramiento	Bajo efecto de drogas	Total del conductor
Aguascalientes	Cantidad	141	46	61	33	17	10	3	7	6	1	9	0	2	0	336
	%	42.0	13.7	18.2	9.8	5.1	3.0	0.9	2.1	1.8	0.3	2.7	0.0	0.6	0.0	100
Baja California	Cantidad	657	158	60	72	42	44	28	17	19	2	8	7	0	1	1,115
	%	58.9	14.2	5.4	6.5	3.8	3.9	2.5	1.5	1.7	0.2	0.7	0.6	0.0	0.1	100
Baja California Sur	Cantidad	317	82	32	68	33	15	24	3	9	3	3	5	0	0	594
	%	53.4	13.8	5.4	11.4	5.6	2.5	4.0	0.5	1.5	0.5	0.5	0.8	0.0	0.0	100
Campeche	Cantidad	291	63	82	22	27	14	7	29	7	8	2	0	1	0	553
	%	52.6	11.4	14.8	4.0	4.9	2.5	1.3	5.2	1.3	1.4	0.4	0.0	0.2	0.0	100
Coahuila	Cantidad	435	61	71	39	29	17	15	18	7	8	3	1	0	0	704
	%	61.8	8.7	10.1	5.5	4.1	2.4	2.1	2.6	1.0	1.1	0.4	0.1	0.0	0.0	100
Colima	Cantidad	135	34	24	10	12	15	2	5	3	2	2	0	0	0	244
	%	55.3	13.9	9.8	4.1	4.9	6.1	0.8	2.0	1.2	0.8	0.8	0.0	0.0	0.0	100
Chiapas	Cantidad	572	166	123	49	58	41	26	22	20	11	1	2	1	0	1,092
	%	52.4	15.2	11.3	4.5	5.3	3.8	2.4	2.0	1.8	1.0	0.1	0.2	0.1	0.0	100
Chihuahua	Cantidad	494	66	34	39	22	22	11	18	3	12	8	2	2	0	733
	%	67.4	9.0	4.6	5.3	3.0	3.0	1.5	2.5	0.4	1.6	1.1	0.3	0.3	0.0	100
Distrito Federal	Cantidad	107	25	13	7	19	10	7	2	0	2	0	1	1	0	194
	%	55.2	12.9	6.7	3.6	9.8	5.2	3.6	1.0	0.0	1.0	0.0	0.5	0.5	0.0	100
Durango	Cantidad	394	82	33	25	28	13	15	6	6	6	3	7	0	0	618
	%	63.8	13.3	5.3	4.0	4.5	2.1	2.4	1.0	1.0	1.0	0.5	1.1	0.0	0.0	100
Guanajuato	Cantidad	846	136	102	156	106	69	37	24	29	19	6	2	1	0	1,533
	%	55.2	8.9	6.7	10.2	6.9	4.5	2.4	1.6	1.9	1.2	0.4	0.1	0.1	0.0	100
Guerrero	Cantidad	862	293	64	54	48	41	38	17	20	6	12	0	1	2	1,458
	%	59.1	20.1	4.4	3.7	3.3	2.8	2.6	1.2	1.4	0.4	0.8	0.0	0.1	0.1	100
Hidalgo	Cantidad	528	105	44	38	34	32	18	7	7	1	5	16	0	0	835
	%	63.2	12.6	5.3	4.6	4.1	3.8	2.2	0.8	0.8	0.1	0.6	1.9	0.0	0.0	100
Jalisco	Cantidad	980	247	109	114	106	74	22	27	31	10	11	5	0	1	1,737
	%	56.4	14.2	6.3	6.6	6.1	4.3	1.3	1.6	1.8	0.6	0.6	0.3	0.0	0.1	100
México	Cantidad	1,308	278	82	140	118	108	50	9	25	8	7	2	0	0	2,135
	%	61.3	13.0	3.8	6.6	5.5	5.1	2.3	0.4	1.2	0.4	0.3	0.1	0.0	0.0	100
Michoacán	Cantidad	954	294	57	99	72	51	78	7	19	10	2	3	1	0	1,647
	%	57.9	17.9	3.5	6.0	4.4	3.1	4.7	0.4	1.2	0.6	0.1	0.2	0.1	0.0	100

Tabla 1.2b
Distribución de causas de accidentes atribuibles al camino

Entidad		Mojado	Resbaloso	Irrupción de ganado	Objetos en el camino	Desperfectos	Falta de señales	Otro	Total del camino
Aguascalientes	Cantidad	17	9	3	0	1	2	10	42
	%	40.5	21.4	7.1	0.0	2.4	4.8	23.8	100
Baja California	Cantidad	54	45	11	12	4	1	7	134
	%	40.3	33.6	8.2	9.0	3.0	0.7	5.2	100
Baja California Sur	Cantidad	6	1	7	0	0	0	0	14
	%	42.9	7.1	50.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100
Campeche	Cantidad	49	16	5	5	1	3	3	82
	%	59.8	19.5	6.1	6.1	1.2	3.7	3.7	100
Coahuila	Cantidad	30	24	12	9	2	3	2	82
	%	36.6	29.3	14.6	11.0	2.4	3.7	2.4	100
Colima	Cantidad	7	3	4	0	2	0	11	27
	%	25.9	11.1	14.8	0.0	7.4	0.0	40.7	100
Chiapas	Cantidad	124	115	12	7	10	5	15	288
	%	43.1	39.9	4.2	2.4	3.5	1.7	5.2	100
Chihuahua	Cantidad	45	22	25	3	3	1	5	104
	%	43.3	21.2	24.0	2.9	2.9	1.0	4.8	100
Distrito Federal	Cantidad	16	10	0	1	1	0	1	29
	%	55.2	34.5	0.0	3.4	3.4	0.0	3.4	100
Durango	Cantidad	20	8	11	4	4	5	8	60
	%	33.3	13.3	18.3	6.7	6.7	8.3	13.3	100
Guanajuato	Cantidad	84	65	4	6	5	2	7	173
	%	48.6	37.6	2.3	3.5	2.9	1.2	4.0	100
Guerrero	Cantidad	137	110	18	14	4	3	15	301
	%	45.5	36.5	6.0	4.7	1.3	1.0	5.0	100
Hidalgo	Cantidad	79	66	1	3	4	6	13	172
	%	45.9	38.4	0.6	1.7	2.3	3.5	7.6	100
Jalisco	Cantidad	115	78	8	11	16	3	13	244
	%	47.1	32.0	3.3	4.5	6.6	1.2	5.3	100
México	Cantidad	171	115	8	13	5	8	16	336
	%	50.9	34.2	2.4	3.9	1.5	2.4	4.8	100
Michoacán	Cantidad	119	65	16	5	1	2	11	219
	%	54.3	29.7	7.3	2.3	0.5	0.9	5.0	100

Tabla 1.2c
Distribución de causas de accidentes atribuibles a los agentes naturales

Entidad		Lluvia	Niebla o humo	Vientos fuertes	Tolvanera	Nieve o granizo	Otro	Total de agentes naturales
Aguascalientes	Cantidad	12	0	0	0	0	0	12
	%	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	100
Baja California	Cantidad	41	19	20	0	4	0	84
	%	48.8	22.6	23.8	0.0	4.8	0	100
Baja California Sur	Cantidad	2	3	0	0	0	0	5
	%	40.0	60.0	0.0	0.0	0.0	0	100
Campeche	Cantidad	41	0	0	1	0	1	43
	%	95.3	0.0	0.0	2.3	0.0	2	100
Coahuila	Cantidad	27	6	2	3	0	2	40
	%	67.5	15.0	5.0	7.5	0.0	5	100
Colima	Cantidad	6	0	0	0	0	0	6
	%	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	100
Chiapas	Cantidad	107	14	2	2	0	4	129
	%	82.9	10.9	1.6	1.6	0.0	3	100
Chihuahua	Cantidad	38	0	10	9	1	0	58
	%	65.5	0.0	17.2	15.5	1.7	0	100
Distrito Federal	Cantidad	14	0	0	0	0	0	14
	%	100.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0	100
Durango	Cantidad	18	2	1	1	0	0	22
	%	81.8	9.1	4.5	4.5	0.0	0	100
Guanajuato	Cantidad	81	6	0	0	0	1	88
	%	92.0	6.8	0.0	0.0	0.0	1	100
Guerrero	Cantidad	106	2	0	0	0	1	109
	%	97.2	1.8	0.0	0.0	0.0	1	100
Hidalgo	Cantidad	76	17	1	0	0	2	96
	%	79.2	17.7	1.0	0.0	0.0	2	100
Jalisco	Cantidad	101	5	12	0	0	1	119
	%	84.9	4.2	10.1	0.0	0.0	1	100
México	Cantidad	119	10	0	0	2	0	131
	%	90.8	7.6	0.0	0.0	1.5	0	100
Michoacán	Cantidad	96	2	0	0	0	4	102
	%	94.1	2.0	0.0	0.0	0.0	4	100

Tabla 1.2d
Distribución de causas de accidentes atribuibles al vehículo

Entidad		Llantas	Frenos	Ejes	Dirección	Suspensión	Motor	Sobrecupo o sobrecarga	Luces	Transmisión	Exceso de dimensiones	Total del vehículo
Aguascalientes	Cantidad	1	1	0	0	0	1	1	1	0	0	5
	%	20.0	20.0	0.0	0.0	0.0	20.0	20.0	20.0	0.0	0.0	100
Baja California	Cantidad	37	7	3	1	3	6	1	0	0	1	59
	%	62.7	11.9	5.1	1.7	5.1	10.2	1.7	0.0	0.0	1.7	100
Baja California Sur	Cantidad	18	4	1	2	0	3	1	2	0	0	31
	%	58.1	12.9	3.2	6.5	0.0	9.7	3.2	6.5	0.0	0.0	100
Campeche	Cantidad	23	6	3	3	2	3	1	2	0	1	44
	%	52.3	13.6	6.8	6.8	4.5	6.8	2.3	4.5	0.0	2.3	100
Coahuila	Cantidad	31	5	2	3	0	5	0	0	1	0	47
	%	66.0	10.6	4.3	6.4	0.0	10.6	0.0	0.0	2.1	0.0	100
Colima	Cantidad	8	0	2	2	2	2	1	1	1	0	19
	%	42.1	0.0	10.5	10.5	10.5	10.5	5.3	5.3	5.3	0.0	100
Chiapas	Cantidad	12	4	2	4	1	4	4	1	0	1	33
	%	36.4	12.1	6.1	12.1	3.0	12.1	12.1	3.0	0.0	3.0	100
Chihuahua	Cantidad	31	3	5	3	4	5	3	0	1	1	56
	%	55.4	5.4	8.9	5.4	7.1	8.9	5.4	0.0	1.8	1.8	100
Distrito Federal	Cantidad	0	3	0	1	0	1	0	0	0	0	5
	%	0.0	60.0	0.0	20.0	0.0	20.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100
Durango	Cantidad	29	1	1	3	1	0	0	4	0	1	40
	%	72.5	2.5	2.5	7.5	2.5	0.0	0.0	10.0	0.0	2.5	100
Guanajuato	Cantidad	57	6	11	3	4	1	2	2	1	0	87
	%	65.5	6.9	12.6	3.4	4.6	1.1	2.3	2.3	1.1	0.0	100
Guerrero	Cantidad	33	9	3	3	4	4	1	1	0	1	59
	%	55.9	15.3	5.1	5.1	6.8	6.8	1.7	1.7	0.0	1.7	100
Hidalgo	Cantidad	25	2	1	2	1	2	1	0	1	0	35
	%	71.4	5.7	2.9	5.7	2.9	5.7	2.9	0.0	2.9	0.0	100
Jalisco	Cantidad	50	8	8	8	9	8	4	3	1	0	99
	%	50.5	8.1	8.1	8.1	9.1	8.1	4.0	3.0	1.0	0.0	100
México	Cantidad	39	16	6	3	2	0	0	0	1	0	67
	%	58.2	23.9	9.0	4.5	3.0	0.0	0.0	0.0	1.5	0.0	100
Michoacán	Cantidad	47	9	4	7	5	2	2	3	0	0	79
	%	59.5	11.4	5.1	8.9	6.3	2.5	2.5	3.8	0.0	0.0	100

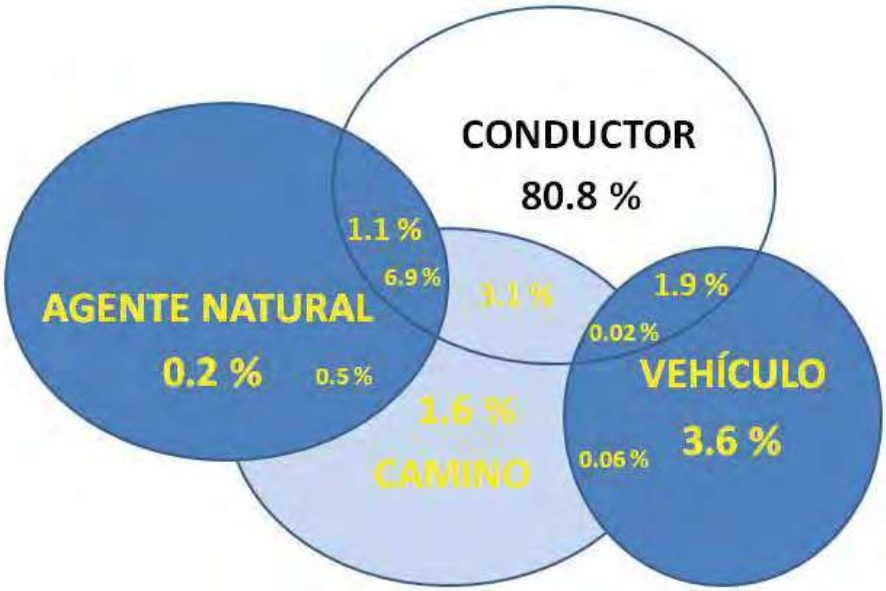


Figura 8.1 Distribución y combinación de las causas que ocasionaron los accidentes.

8.2 CLASIFICACION DE LOS ACCIDENTES POR TIPO

La tabla 1.3 presenta la distribución de 29,617 percances registrados en 2008 por categoría de accidente, por entidad federativa, y el global nacional. El mayor porcentaje corresponden a "**salida del camino**" (34%); en segunda importancia, es el "**choque**" (33.6%); y después "**choque por alcance**" (11.4%) y "**choque contra objeto fijo**" (8.0%). Debido a su poca frecuencia, en la categoría de accidente "**otro**" están agrupados los siguientes tipos: caída de motocicleta, caída de pasajero, carga mal sujeta, choque contra ferrocarril, choque contra otros objetos, desprendimiento de remolque, e incendio. Cabe mencionar que en el tipo de accidente "**choque**" están los eventos cuyos registros en las bases de datos no especificaron como o contra que fue el impacto; de tal forma que en esta categoría puede contener choque frontal o lateral, entre otros.

En todas las entidades los tipos de accidentes predominantes son "**salida del camino**" y "**choque**"; para e primero, Chihuahua, Quintana Roo, Sonora y Yucatán presentaron porcentajes superiores al 50%. Los Estados de Veracruz y México fueron los que reportaron la mayor cantidad de accidentes (2,661 y 2,010 respectivamente) y atropellamientos (81 y 52); aunque debido al alto número de accidentes que registran, tan solo representan el 3 y 2.6% del total en cada estado. Los Estados de Colima y Aguascalientes fueron los que registraron menor número de accidentes (229 y 272 respectivamente) y de atropellamientos (1 y 8).

Se analizó la severidad en función del tipo de accidente. (Ver tabla 1.3a). La primer columna muestra los 15 tipos en que se clasifican los eventos registrados en 2008; la segunda columna, el número de accidentes con víctimas y el porcentaje que representan para ese tipo de accidente; la tercera el número de accidentes sin víctimas; la cuarta y la quinta columna significan el número de muertos y lesionados por tipo de accidente, y el porcentaje que representan del total (5,173 y 30,610 respectivamente).

La tabla 1.3a muestra que el tipo de accidente "**choque**" agrupa 5,999 accidentes con víctimas seguido de "**salida del camino**" con 5,114. Además estos tipos de accidentes agrupan el 70.1% del total de muertos y el 71.1 % de los lesionados; seguido por el "choque por alcance" y "choque contra objeto fijo", los cuales agrupan el 7.6% y 5.5% de los muertos y 12.1 y 6.0% de los lesionados, respectivamente. En lo que concierne a los accidentes que involucran a los usuarios vulnerables, es decir, atropellamiento y choque contra bicicleta solo representan el 5.1 de los accidentes con víctimas, sin embargo estos agrupan el 7.2% del total de muertos y el 2.0 de los lesionados.

Tabla 1.3
Clasificación de accidentes por tipo y por entidad federativa, 2008

Entidad		Salida del camino	Choque	Choque por alcance	Choque contra objeto	Volcadura	Atropellamiento	Choque contra vehículo estacionado	Choque contra semoviente	Choque contra bicicleta	Otro	Total de accidentes
Aguascalientes	Cantidad	71	120	19	37	5	8	5	3	2	2	272
	%	26.1	44.1	7.0	13.6	1.8	2.9	1.8	1.1	0.7	0.7	100
Baja California	Cantidad	400	356	95	91	61	43	16	11	6	17	1,096
	%	36.5	32.5	8.7	8.3	5.6	3.9	1.5	1.0	0.5	1.6	100
Baja California Sur	Cantidad	217	219	79	37	33	18	9	7	3	7	629
	%	34.5	34.8	12.6	5.9	5.2	2.9	1.4	1.1	0.5	1.1	100
Campeche	Cantidad	258	127	40	19	22	12	19	4	8	13	522
	%	49.4	24.3	7.7	3.6	4.2	2.3	3.6	0.8	1.5	2.5	100
Coahuila	Cantidad	269	186	45	55	40	7	8	9	1	25	645
	%	41.7	28.8	7.0	8.5	6.2	1.1	1.2	1.4	0.2	3.9	100
Colima	Cantidad	60	77	22	21	28	1	4	4	1	11	229
	%	26.2	33.6	9.6	9.2	12.2	0.4	1.7	1.7	0.4	4.8	100
Chiapas	Cantidad	307	347	87	53	42	16	18	11	5	16	902
	%	34.0	38.5	9.6	5.9	4.7	1.8	2.0	1.2	0.6	1.8	100
Chihuahua	Cantidad	385	168	38	39	45	10	18	19	5	15	742
	%	51.9	22.6	5.1	5.3	6.1	1.3	2.4	2.6	0.7	2.0	100
Distrito Federal	Cantidad	31	83	20	31	7	11	7	0	0	6	196
	%	15.8	42.3	10.2	15.8	3.6	5.6	3.6	0.0	0.0	3.1	100
Durango	Cantidad	228	170	68	29	31	7	8	14	4	7	566
	%	40.3	30.0	12.0	5.1	5.5	1.2	1.4	2.5	0.7	1.2	100
Guanajuato	Cantidad	379	518	227	126	86	27	45	4	16	40	1,468
	%	25.8	35.3	15.5	8.6	5.9	1.8	3.1	0.3	1.1	2.7	100
Guerrero	Cantidad	425	479	99	134	39	26	15	17	4	27	1,265
	%	33.6	37.9	7.8	10.6	3.1	2.1	1.2	1.3	0.3	2.1	100
Hidalgo	Cantidad	197	286	89	80	45	20	13	2	3	17	752
	%	26.2	38.0	11.8	10.6	6.0	2.7	1.7	0.3	0.4	2.3	100
Jalisco	Cantidad	599	578	213	122	85	16	28	13	8	42	1,704
	%	35.2	33.9	12.5	7.2	5.0	0.9	1.6	0.8	0.5	2.5	100
México	Cantidad	450	768	286	309	66	52	34	4	14	27	2,010
	%	22.4	38.2	14.2	15.4	3.3	2.6	1.7	0.2	0.7	1.3	100
Michoacán	Cantidad	455	546	134	110	68	26	25	24	7	17	1,412
	%	32.2	38.7	9.5	7.8	4.8	1.8	1.8	1.7	0.5	1.2	100
Morelos	Cantidad	119	220	75	108	15	11	8	2	0	8	566
	%	21.0	38.9	13.3	19.1	2.7	1.9	1.4	0.4	0.0	1.4	100

Tabla 1.3a

Severidad en función del tipo de accidente, 2008

Tipo de accidente	Accidentes con víctimas		Accidentes sin víctimas		Muertos		Lesionados	
	N°	%	N°	%	N°	%	N°	%
Salida del camino	5,114	*50.7*	4,968	*49.3*	1,733	*33.5*	9,373	*29.7*
Choque	5,999	*60.2*	3,967	*39.8*	1,891	*36.6*	13,098	*41.4*
Choque por alcance	1,776	*52.7*	1,594	*47.3*	392	*7.6*	3,833	*12.1*
Choque contra objeto fijo	1,044	*46.6*	1,196	*53.4*	287	*5.5*	1,885	*6.0*
Volcadura	694	*49.1*	720	*50.9*	238	*4.6*	1,396	*4.4*
Atropellamiento	641	*98.0*	13	*2.0*	282	*5.5*	507	*1.6*
Choque contra vehículo estacionado	309	*52.2*	283	*47.8*	120	*2.3*	615	*1.9*
Choque contra semoviente	125	*38.8*	197	*61.2*	31	*0.6*	231	*0.7*
Choque contra bicicleta	184	*95.3*	9	*4.7*	86	*1.7*	141	*0.4*
Incendio	7	*4.6*	144	*95.4*	2	*0.0*	6	*0.0*
Choque contra otros objetos	47	*34.6*	89	*65.4*	19	*0.4*	88	*0.3*
Choque contra ferrocarril	5	*14.3*	30	*85.7*	1	*0.0*	6	*0.0*
Caída de pasajero	9	*75.0*	3	*25.0*	2	*0.0*	9	*0.0*
Otro	166	*36.9*	284	*63.1*	59	*1.1*	311	*1.0*
No especificado	69	*51.1*	66	*48.9*	30	*0.6*	111	*0.4*
Total	16,189	*54.4*	13,563	*45.6*	5,173	*100*	31,610	*100*

Fuente: elaboración personal con base en el banco de datos del SAADA y de la PF

8.3 RUTAS

La DGST de la SCT clasifica al Sistema Carretero Federal en 150 rutas; de las cuales solo se reportan percances en 141. La tabla 1.4 muestra: su longitud, el número de accidentes, participantes, muertos, lesionados, y los daños materiales (en miles de dólares) de estas rutas para 2008, así como sus índices de accidentalidad, mortalidad y morbilidad por cada 100 millones de veh-km, con su correspondiente jerarquización; es decir, el lugar que ocupa a nivel nacional, tomando en cuenta cada uno de estos indicadores. En la tabla aparecen las rutas, ordenadas por su correspondiente número de ruta.

En las rutas Malpaso – El bellote (MEX-187); Coatzacoalcos – Salina Cruz (cuota) (MEX-185D); Francisco Carrillo puerto – Río Lagartos (MEX-295); San Salvador El Seco – Azumbilla (MEX-144) y; La Tinaja – Acayucan (cuota) (MEX-145D), tenemos el mayor índice de accidentes por cada 100 millones de veh-km: Respecto al índice de mortalidad; las rutas que tienen los mayores valores para este indicador son Coatzacoalcos – Salina Cruz (cuota) (MEX-185D); Campeche-Chencoyi – Tenabo (MEX-263); Tanque Blanco – San Miguel de Allende (MEX-111); ramal a Palizada (MEX-217); y Francisco Carrillo puerto – Rio Lagartos (MEX-295). Las rutas que originaron los mal altos índices de morbilidad son: Tecuala – Novillero (MEX-068); Libramiento poniente de Tampico (cuota) (MEX-070D); La Pera – Cuautla (cuota) (MEX-160 D); Jalpan – Rio Verde (MEX-069) y; San Salvador el Seco – Azumbilla (MEX-144). Como se observa algunas de estas rutas se repiten en cuanto al tipo de índice, ya que son rutas formadas, generalmente, por tramos carreteros de muy corta longitud y bajo aforo vehicular.

Si tomamos en cuenta sólo el número de accidentes, las rutas de gran longitud son las que concentran la mayor cantidad, por ejemplo la ruta Matamoros – Puerto Juárez (MEX-180) registra 2,164 percances en una longitud de 2,910 km; seguida por México – Nogales (MEX-015) con 2,151 en 2,868 km; México – Ciudad Juárez (MEX-045) con 1,309 en 2,149 km; México – Piedras Negras

(MEX-057) con 1,281 en 1,275 km y; Tepic – Puente Talismán (MEX-200) con 1,174 accidentes en 2,488 km. Como es de esperarse estas rutas de igual forma concentran el mayor volumen de muertos y lesionados, sin embargo por su longitud y aforo vehicular no están entre las primeras rutas por alguno de los índices anteriormente descritos.

Tabla 1.4
Rutas que registraron accidentes, 2008

N° de Ruta	Nombre de la ruta	Longitud de la ruta (km)	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles dólares)	Índice de accidentalidad por cada 100 millones de vehículos-km	Jerarquización	Índice de mortalidad por cada 100 millones de vehículos-km	Jerarquización	Índice de morbilidad por cada 100 millones de vehículos-km	Jerarquización
MEX-001	Tijuana - Los Cabos	1,999	976	1,563	105	673	3,827.6	30.7	39	3.3	92	21.2	93
MEX-001D	Tijuana - Cabo San Lucas (Cuota)	118	66	90	14	49	184.2	15.3	118	3.2	94	11.3	131
MEX-002	Playa Lauro Villar - Tijuana	2,209	863	1,285	166	942	5,235.5	16.0	114	3.1	99	17.5	113
MEX-002D	Playa Lauro Villar - Tijuana (Cuota)	227	172	206	17	108	1,229.4	35.3	26	3.5	87	22.2	88
MEX-003	Tecate - El Chinero	301	116	171	19	144	489.7	31.0	38	5.1	46	38.5	26
MEX-005	Mexicali - Laguna de Chapala	504	125	194	24	176	336.2	19.3	94	3.7	79	27.2	59
MEX-008	Sonoyta - Puerto Peñasco	100	21	27	9	31	106.0	16.5	111	7.1	27	24.3	72
MEX-009	Cadereyta – Allende	37	20	40	2	51	73.8	20.0	90	2.0	119	51.1	7
MEX-010	El Sueco – Janos	311	37	58	10	53	225.0	8.2	138	2.2	117	11.8	130
MEX-011	La Paz – Pichilingue	25	9	17	0	10	32.1	18.0	106	0.0	140	20.0	101
MEX-014	Hermosillo - Moctezuma	213	39	62	3	50	109.1	16.6	109	1.3	128	21.3	92
MEX-014D	Morelia - Uruapan (Cuota)	61	31	56	9	40	225.9	16.0	115	4.6	54	20.6	96
MEX-015	México – Nogales	2,868	2,151	3,395	412	2,369	9,296.4	20.4	86	3.9	72	22.4	85
MEX-015D	México - Nogales (Cuota)	1,414	711	967	165	921	4,615.3	20.0	89	4.7	53	26.0	66
MEX-016	Hermosillo - Ojinaga	1,193	117	157	25	129	703.6	9.2	135	2.0	120	10.2	135
MEX-016D	Hermosillo - Ojinaga (Cuota)	53	36	47	6	21	218.5	24.8	61	4.1	66	14.5	124
MEX-017	Agua Prieta - Moctezuma	198	13	19	1	24	35.2	7.2	139	0.6	135	13.3	129
MEX-019	Cabo San Lucas - San Pedro	131	111	196	6	64	868.2	28.6	43	1.5	125	16.5	117
MEX-023	Guadalajara - Zacatecas (Vía Tlaltenango)	768	316	548	54	394	1,027.0	20.9	82	3.6	84	26.0	65
MEX-024	Culiacán - Chihuahua	514	88	133	26	124	376.9	22.0	76	6.5	30	31.0	39
MEX-025	Aguascalientes - San Marcos	284	40	72	9	67	93.1	18.4	102	4.1	65	30.8	41
MEX-029	Morelos - Cd. Acuña	104	35	45	5	29	140.5	38.1	19	5.4	42	31.5	36
MEX-030	Monclova – Torreón	573	102	153	30	118	401.7	13.5	128	4.0	70	15.6	121
MEX-035	Ent. Santa Rosa - Zamora	216	161	280	51	153	598.0	27.3	46	8.7	17	26.0	67
MEX-037	San Luis Potosí - Playa Azul	588	199	312	30	198	804.5	24.5	63	3.7	80	24.4	71
MEX-037D	Uruapan - Lázaro Cárdenas (Cuota)	218	98	148	35	153	669.6	25.1	60	9.0	13	39.2	23
MEX-040	Reynosa – Mazatlán	1,311	653	1,057	111	682	3,754.2	14.8	124	2.5	114	15.3	122
MEX-040D	Reynosa – Mazatlán (Cuota)	583	107	140	15	145	762.3	13.9	127	2.0	121	18.9	106
MEX-041	Opopeo - Tacámbaro	67	15	25	3	29	44.2	20.1	87	4.0	67	38.9	25
MEX-043	Salamanca - Morelia	115	91	151	11	124	301.4	22.0	75	2.7	109	30.0	46
MEX-043D	Salamanca - Morelia (Cuota)	63	15	26	6	24	51.5	9.2	136	3.7	81	14.7	123
MEX-044	Fresnillo – Estación Ruiz	104	21	36	5	15	57.8	14.9	123	3.5	85	10.6	132
MEX-045	México - Ciudad Juárez	2,149	1,309	2,082	238	1,511	5,240.4	19.4	92	3.5	86	22.4	86
MEX-045D	México - Ciudad Juárez (Cuota)	510	339	483	85	428	2,285.7	18.7	99	4.7	51	23.6	80
MEX-049	San Luis Potosí - Jiménez	666	286	411	69	302	1,443.1	18.5	100	4.5	56	19.5	102
MEX-049D	San Luis Potosí - Jiménez (Cuota)	433	84	101	23	98	622.9	22.1	74	6.0	37	25.8	68
MEX-051	Cuelos – Iguala	769	403	677	65	431	1,152.2	39.1	16	6.3	33	41.8	18
MEX-053	Monterrey - Monclova	157	57	92	3	85	343.7	18.9	98	1.0	131	28.2	55
MEX-054	Colima - Ciudad Mier	1,086	489	715	91	522	2,770.2	20.1	88	3.9	73	22.4	87

Tabla 1.4 (continuación)
Rutas que registraron accidentes, 2008

Nº de Ruta	Nombre de la ruta	Longitud de la ruta (km)	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles dólares)	Índice de accidentalidad por cada 100 millones de vehículos-km	Jerarquización	Índice de mortalidad por cada 100 millones de vehículos-km	Jerarquización	Índice de morbilidad por cada 100 millones de vehículos-km	Jerarquización
MEX-185D	Coatzacoalcos - Salina Cruz (Cuota)	77	18	21	5	17	90.0	53.6	2	14.9	1	50.7	9
MEX-186	Villahermosa - Chetumal	668	360	552	70	213	1,624.0	40.2	14	7.8	22	23.8	77
MEX-187	Malpaso - El Bellote	186	195	319	28	106	669.6	55.2	1	7.9	21	30.0	47
MEX-188	Haltunchen – Tenabo	79	8	11	0	4	21.1	32.0	35	0.0	138	16.0	119
MEX-190	México - Ciudad Cuauhtémoc	1,685	764	1,296	131	896	3,257.3	26.0	53	4.5	57	30.4	44
MEX-190D	México - Ciudad Cuauhtémoc (Cuota)	47	51	77	3	45	262.2	29.8	42	1.8	124	26.3	63
MEX-195	Villahermosa - Tuxtla Gutiérrez	311	146	227	23	90	394.9	38.7	18	6.1	36	23.6	76
MEX-196	Chilpancingo - Atoyac	270	8	13	0	5	20.6	3.5	140	0.0	141	2.2	139
MEX-199	San Cristóbal - Catazajá	242	91	154	6	87	367.6	40.8	11	2.7	108	39.0	24
MEX-200	Tepic - Puente Talismán	2,488	1,174	1,954	198	1,108	4,309.8	25.3	59	4.3	63	23.9	75
MEX-200D	Tepic - Puente Talismán (Cuota)	291	42	66	11	68	388.1	18.0	105	4.7	50	29.1	51
MEX-203	El Suspiro - Tenosique	85	24	35	3	9	67.3	35.5	25	4.4	58	13.3	128
MEX-211	Huixtla - Ciudad Cuauhtémoc	126	16	22	4	16	51.7	18.9	97	4.7	49	18.9	105
MEX-217	Ramal a Palizada	68	7	10	2	6	40.8	40.7	12	11.6	4	34.9	30
MEX-221	Candelaria - Nuevo Coahuila	70	4	5	2	9	8.5	17.9	107	8.9	14	40.2	20
MEX-222	Rincón de Romos - Ciénega Grande	36	13	22	4	21	19.4	27.1	47	8.3	19	43.8	14
MEX-225	Tapachula - Puerto Madero	107	21	39	6	34	103.7	11.0	132	3.1	97	17.8	110
MEX-259	Ent. Díaz Ordaz - Ent. Sabancuy	57	13	15	3	8	70.7	37.4	20	8.6	18	23.0	81
MEX-261	Campeche - Progreso	481	110	159	24	82	417.9	21.8	79	4.8	48	16.3	118
MEX-263	Campeche - Chencoyi - Tenabo	28	3	4	1	0	3.2	40.9	10	13.6	2	0.0	141
MEX-267	Entronque Poxila - Mérida	29	15	24	1	17	32.3	8.6	137	0.6	134	9.8	136
MEX-281	Mérida - Celestún	187	44	78	5	52	85.7	26.6	51	3.0	100	31.5	37
MEX-295	Francisco Carrillo Puerto - Río Lagartos	370	78	110	17	69	246.8	50.4	3	11.0	5	44.6	13
MEX-307	Chetumal - Puerto Juárez	505	270	391	33	197	1,232.7	24.3	65	3.0	103	17.7	112
MEX-000	Zonas Federales que no son Carreteras		1	2	0	0	4.0						
Total Registrado		56,551	29,752	47,297	5,173	31,610	137,982	22.4		3.9		23.8	
Total Nacional		56,551	30,739		5,379	32,769	141,977	22.9		4.1		24.7	

8.4 CARRETERAS QUE REGISTRARON ACCIDENTES

La tabla 1.5 representa los saldos en las 551 carreteras que registraron percances en 2008. Además, en la tabla se muestra su clave carretera, su longitud, número de accidentes, participantes, muertos, lesionados, daños materiales, transito diario promedio anual para 2008, así como los eventos por kilómetro y el lugar que ocupa cada una de ellas tomando en cuenta este indicador.

En la tabla observamos que las vías que ocupan los primeros lugares con elevados accidentes por kilómetro son: T. C. (México – Pachuca (Libre)) – T. C. (San Pedro Barrientos – Ecatepec) con 8.38 percances por kilómetro; seguido por el libramiento de San Miguel Allende con 7.29; libramiento de Cuernavaca con 6.05; San Pedro Barrientos – Ecatepec con 4.26; y libramiento Zitácuaro con 4.09. Por otra parte la carretera que registra el mayor número de accidentes es Puebla – Córdoba (cuota) con 607 eventos; seguida por la México – Querétaro (cuota) con 551 y Querétaro – San Luis Potosí con 547. Conviene señalar que precisamente estas tres carreteras, son las que desde el 2006, concentraron el mayor número de percances.

A cada carretera le fue incorporada la ruta a la cual pertenece, así como la clave de carretera, de cinco dígitos, que le asigna la DGST según la clasificación del Sistema Carretero Federal.[22] Para facilitar la identificación de aquellas carreteras que aún no tienen asignada una clave por la DGST, se generó un identificador de cinco dígitos que comienza a partir del 50,000. En la tabla aparecen las carreteras ordenadas por dicha clave.

[22] Dirección General de Servicios Técnicos, Secretaría de Comunicaciones y Transportes, Subsecretaría de Infraestructura, Datos Viales 2009, Ciudad de México, (2009).

8.5 TRAMOS MÁS PELIGROSOS

La tabla 1.6 corresponde a los saldos de los accidentes en los primeros diez tramos por entidad federativa, del total de 2,012 identificados con percances, jerarquizados en función de eventos pro kilómetro; y que en conjunto concentran el 32.5% del total de accidentes; y tan solo representan en longitud el 8.4% de la red carretera vigilada por la PF. De los 320 tramos (diez por estado), el número de accidentes por kilómetro es de 2.43 en promedio.

El tramo que concentró el mayor número de accidentes pertenece a la carretera Puebla – Córdoba (cuota) es de Puebla a Límites de los estados Puebla – Veracruz (del km 122.9 al 232) con 288 eventos, que dejaron un saldo de 50 muertos y 394 lesionados; seguido por el tramo entronque derecho Samaria – Villahermosa (km 132.8 – 171.4) de la carretera Coatzacoalcos – Villahermosa con 216 accidentes, 26 muertos y 134 lesionados y el tramo Montemorelos – Monterrey (km 205 – 287) de la carretera Ciudad Victoria – Monterrey con 166 accidentes, 21 muertos y 172 lesionados. El primero y el tercero de los tramos también registraron valores máximos en 2007.

Tabla 1.5 (continuación)
Carreteras que registraron accidentes, 2008

Ruta	Clave de carretera	Nombre de la carretera	Longitud de la carretera (km)	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles dólares)	Tránsito diario promedio anual 2008	Accidentes por kilómetro	Jerarquización
MEX-125	00474	Tehuacan - Huajuapan de León	119.9	15	23	1	22	47.1	2,471	0.13	479
MEX-119	00475	Puebla – Tlaxcala	33.2	51	103	2	54	104.9	23,224	1.54	47
MEX-030	00476	Paras - Nueva Ciudad Guerrero	32.0	1	1	2	0	1.3	658	0.03	545
MEX-150D	00485	Puebla - Córdoba (Cuota)	178.1	607	929	72	657	3,905.5	19,911	3.41	7
MEX-140	00486	San Hipólito – Jalapa	156.6	175	299	29	208	1,196.2	11,660	1.12	92
MEX-045	00488	Entronque La Zarca - Hidalgo del Parral	169.5	9	13	5	12	22.7	969	0.05	531
MEX-217	00490	Ramal a Palizada	68.0	7	10	2	6	40.8	693	0.10	497
MEX-200	00495	Entronque Playa Azul - Manzanillo	330.0	80	133	19	80	283.7	2,481	0.24	400
MEX-055	00496	Toluca - Palmillas	131.7	190	291	48	183	1,369.5	17,072	1.44	54
MEX-015	00500	Tepic - Mazatlán	292.0	263	429	40	250	1,288.6	8,634	0.90	126
MEX-002	00503	Nuevo Laredo - Piedras Negras	170.0	27	33	3	23	124.5	4,803	0.16	458
MEX-085	00509	Ciudad Valles - Ciudad Victoria	232.0	97	150	24	96	310.2	4,326	0.42	283
MEX-045	00524	Aguascalientes - Zacatecas	127.0	149	213	24	166	567.9	14,016	1.17	86
MEX-180	00528	Coatzacoalcos - Villahermosa	171.4	499	827	66	290	1,800.1	13,729	2.91	9
MEX-180	00529	Tuxpan - Tampico	196.5	107	183	24	108	814.3	6,120	0.54	227
MEX-150	00534	Tehuacan - Córdoba	89.6	44	67	4	40	189.9	12,643	0.49	250
MEX-045	00544	Zacatecas - Durango	286.6	196	299	49	295	788.2	7,147	0.68	176
MEX-045	00553	Ramal a San Pedro Piedra Gorda	9.0	4	8	4	5	11.4	1,421	0.44	270
MEX-023	00584	Entronque Tesistán - Entronque Malpaso	287.0	112	189	23	122	354.4	3,823	0.39	303
MEX-130	00608	Pachuca - Tuxpan	247.0	352	587	44	320	1,271.6	10,584	1.43	58
MEX-105	00609	Tamazunchale - San Felipe Orizatlán	28.4	23	43	0	20	39.2	6,066	0.81	149
MEX-175	00624	Buenavista - Tuxtepec	120.0	49	86	10	42	164.6	4,580	0.41	288
MEX-024	00802	Hidalgo del Parral - Puerto Sabinal	232.0	13	16	5	24	29.2	1,107	0.06	529
MEX-142	00901	San Gregorio - Oaxtepec	61.7	37	67	6	44	127.9	6,420	0.60	196
MEX-222	01002	Rincón de Romos - Ciénega Grande	36.0	13	22	4	21	19.4	3,650	0.36	320
MEX-045	01018	T. C. (Aguascalientes - Zacatecas) - San Francisco de Los Romos	23.5	4	6	1	4	8.5	4,905	0.17	450
MEX-045	01110	Libramiento de Aguascalientes	24.2	2	2	0	7	3.1	17,029	0.08	517
MEX-045	01116	Ramal a Aeropuerto de Aguascalientes	6.2	4	5	2	5	3.2	2,698	0.65	186
MEX-070	01124	El Retoño - Ent. Ojo de Agua de Palmitas	8.4	1	2	0	0	1.5	1,724	0.12	484
MEX-003	02009	Ensenada - El Chinero	196.0	43	56	7	51	147.8	2,557	0.22	417
MEX-002D	02011	Mexicali - Tijuana (Cuota)	135.3	140	171	15	89	1,084.9	7,740	1.03	101
MEX-002	02082	Mexicali – Tijuana	132.0	122	209	14	130	290.6	10,777	0.92	121
MEX-005	02096	Mexicali - San Felipe	190.0	94	141	15	157	245.4	5,053	0.49	249
MEX-003	02097	Tecate - El Sauzal	105.0	73	115	12	93	341.8	4,989	0.70	174
MEX-001	02098	Ensenada - San Quintín	196.0	256	449	39	272	667.6	9,061	1.31	66
MEX-001	02099	Tijuana - Ensenada (Libre)	110.0	96	164	9	79	240.8	15,794	0.87	132
MEX-001D	02100	Tijuana - San Miguel (Cuota)	98.2	65	88	13	48	177.4	11,386	0.66	181
MEX-001	02319	Lázaro Cárdenas - Punta Prieta	283.0	106	133	10	51	407.3	2,575	0.37	313
MEX-002	02321	Ramal a Aeropuerto de Mexicali	20.0	5	7	0	4	8.8	6,597	0.25	398
MEX-001	02322	Parador Punta Prieta - Bahía de Los Ángeles	68.0	1	1	1	3	1.8	208	0.01	551

Tabla 1.5 (continuación)
Carreteras que registraron accidentes, 2008

Ruta	Clave de carretera	Nombre de la carretera	Longitud de la carretera (km)	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles dólares)	Tránsito diario promedio anual 2008	Accidentes por kilómetro	Jerarquización
MEX-019	03003	San Pedro - Cabo San Lucas	131.0	111	196	6	64	868.2	8,111	0.85	141
MEX-001	03092	Ciudad Insurgentes - Loreto	120.0	36	50	3	16	172.0	2,193	0.30	373
MEX-001	03095	Santa Rosalía - Guerrero Negro	216.0	42	53	3	38	180.5	2,027	0.19	435
MEX-001	03100	Libramiento de Cabo San Lucas	3.0	11	19	1	7	26.1	29,437	3.67	6
MEX-001	03101	La Paz - Ciudad Insurgentes	237.0	82	118	8	60	379.3	3,552	0.35	334
MEX-001	03102	Cabo San Lucas - La Paz	213.0	274	478	17	108	1,500.0	8,079	1.29	70
MEX-011	03230	La Paz - Pichilingue	25.0	9	17	0	10	32.1	5,488	0.36	321
MEX-002	03231	Ciudad Constitución - Puerto San Carlos	58.0	15	21	1	24	41.4	1,818	0.26	391
MEX-001D	03392	San José del Cabo - Aeropuerto de Los Cabos (Cuota)	19.5	1	2	1	1	6.7	3,407	0.05	532
MEX-001	03393	Loreto - Santa Rosalía	197.0	43	56	5	22	130.4	1,926	0.22	419
MEX-001	03396	Ramal a Aeropuerto de La Paz	4.0	5	9	0	1	12.5	4,397	1.25	73
MEX-001	03413	Ramal a San Ignacio	2.8	1	2	0	0	2.7	2,223	0.36	322
MEX-188	04009	Halkunchen - San Antonio Cayal	79.0	8	11	0	4	21.1	867	0.10	499
MEX-180D	04014	Ent. Villa Madero - Campeche (Cuota)	31.0	27	36	4	23	147.8	4,912	0.87	133
MEX-221	04015	Ramal a Nuevo Coahuila	70.0	4	5	2	9	8.5	876	0.06	528
MEX-180	04065	Ciudad del Carmen - Campeche	203.0	135	192	13	90	932.4	4,153	0.67	180
MEX-261	04103	Francisco Escarcega - Champoton	81.0	26	42	9	33	152.2	2,788	0.32	357
MEX-259	04570	Presidente Díaz Ordaz - Sabancuy	57.0	13	15	3	8	70.7	1,670	0.23	413
MEX-180	04573	Libramiento de Campeche	26.0	23	34	1	9	121.2	3,659	0.88	129
MEX-263	04576	Campeche - Chencoyi - Tenabo	28.0	3	4	1	0	3.2	717	0.11	494
MEX-057	05002	Huachihil – La Encantada	36.7	7	10	0	12	56.6	2,383	0.19	437
MEX-057	05007	Ojo Caliente - Santa Cruz	34.0	7	9	0	14	40.8	2,972	0.21	426
MEX-029	05029	Morelos - Ciudad Acuña	104.0	35	45	5	29	140.5	2,422	0.34	344
MEX-002	05061	Piedras Negras - Ciudad Acuña	83.0	35	46	11	28	156.7	3,704	0.42	281
MEX-030	05062	Monclova - San Pedro de Las Colonias	267.0	52	69	15	64	198.1	3,082	0.19	433
MEX-002	05085	Ciudad Acuña - Presa de La Amistad	23.0	1	2	0	3	0.5	3,825	0.04	536
MEX-040	05086	Saltillo – Torreón	274.2	129	200	35	147	748.2	8,594	0.47	260
MEX-057	05406	Saltillo – Monclava	192.0	32	43	8	38	243.9	4,586	0.17	454
MEX-057	05407	Monclova - Piedras Negras	248.1	82	117	17	118	332.4	8,114	0.33	352
MEX-057	05518	La Temblatora - El Encino	18.6	7	10	1	2	15.5	6,531	0.38	312
MEX-098	06015	T. C. (Entronque Tecomán - Melaque) - Minatitlán	56.2	17	27	4	19	33.3	1,990	0.30	370
MEX-110	06119	Colima - Entronque Tecomán	39.8	53	68	5	40	370.6	15,404	1.33	64
MEX-200D	06122	Libramiento de Manzanillo (Cuota)	19.6	17	29	4	29	55.2	7,295	0.87	134
MEX-054	06224	Ramal a Aeropuerto de Colima	2.8	1	2	0	0	3.1	1,148	0.36	323
MEX-200	06225	Ramal a Cuyutlán	8.0	1	1	0	2	2.7	592	0.13	480
MEX-200	06226	Tecomán - Boca de Pascuales	12.0	4	6	0	7	12.4	2,476	0.33	349
MEX-200	06574	Libramiento de Manzanillo	6.3	10	19	1	14	37.0	6,624	1.59	45
MEX-200D	06585	Armería - Manzanillo (Cuota)	46.0	17	26	6	20	312.2	4,686	0.37	317
MEX-225	07018	Tapachula - Puerto Madero	27.5	14	28	4	25	62.2	10,422	0.51	240
MEX-190	07061	Tuxtla Gutiérrez - Ciudad Cuauhtemoc	256.0	187	312	25	224	498.7	5,556	0.73	161

Tabla 1.5 (continuación)
Carreteras que registraron accidentes, 2008

Ruta	Clave de carretera	Nombre de la carretera	Longitud de la carretera (km)	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles dólares)	Tránsito diario promedio anual 2008	Accidentes por kilómetro	Jerarquización
MEX-023	14222	Guadalajara - Entronque Jocotepec	71.6	118	228	14	105	322.4	22,970	1.65	43
MEX-090	14223	Ramal a Ameca	53.0	53	83	16	56	181.8	9,212	1.00	105
MEX-054	14224	San Pedro - Atenquique	24.2	2	2	1	1	4.9	2,192	0.08	516
MEX-110	14225	T. C. (Jiquilpan - Colima) - Est. Huescalapa	16.3	5	8	0	8	14.2	5,103	0.31	367
MEX-200	14558	Ramal a Tomatlán	13.0	4	7	0	13	26.9	2,928	0.31	365
MEX-015D	15010	Peñón - Texcoco (Cuota)	19.5	16	25	4	32	49.8	29,544	0.82	146
MEX-138	15015	San Pedro Barrientos - Ecatepec	19.7	84	162	7	115	166.0	108,725	4.26	4
MEX-015	15039	El Monumento - Tingambato	100.3	9	18	1	9	24.5	3,155	0.09	512
MEX-138	15053	San Bernardino - Tepexpan	23.1	21	36	1	12	49.5	32,532	0.91	127
MEX-134	15056	Naucalpan - Toluca	65.9	50	97	6	77	277.8	21,888	0.76	157
MEX-132D	15061	Entronque Morelos - Pirámides (Cuota)	22.3	36	50	12	50	96.3	16,159	1.61	44
MEX-115	15073	T. C. (Santa Bárbara - Huajuapan) - Tlamacas	24.3	7	10	1	15	15.9	1,345	0.29	376
MEX-142	15575	T. C. (San Gregorio - Oaxtepec) - Juchitepec	6.5	1	1	0	1	3.6	3,706	0.15	461
MEX-051	16006	Zitácuaro - Ciudad Altamirano	227.8	62	93	9	57	204.8	2,008	0.27	385
MEX-126	16009	Morelia - Pátzcuaro	53.0	122	183	31	176	352.0	11,635	2.30	24
MEX-014D	16011	Ent. Pátzcuaro - Uruapan (Cuota)	50.0	24	44	8	31	168.9	8,867	0.48	254
MEX-015	16029	Morelia - Jiquilpan	204.2	133	227	27	135	390.4	7,432	0.65	185
MEX-120	16125	Quiroga - Tepalcatepec	270.0	106	181	18	118	303.4	5,815	0.39	300
MEX-037	16126	Carapan - Playa Azul	341.0	98	153	16	84	411.2	4,166	0.29	377
MEX-110	16181	Entronque Patli - Sahuayo	55.9	35	60	6	34	208.4	7,441	0.63	190
MEX-041	16241	Opopeo - Puruarán	67.0	15	25	3	29	44.2	3,050	0.22	415
MEX-035	16242	Zamora - Vista Hermosa	43.8	23	41	5	27	53.4	9,111	0.53	234
MEX-015	16243	Rinconada - La Piedad	47.5	26	38	7	29	94.6	3,961	0.55	225
MEX-200	16421	T. C. (Zihuatanejo - La Mira) - Lázaro Cárdenas	8.6	13	19	3	8	23.5	4,777	1.51	48
MEX-037	16476	La Piedad - Carapan	72.6	32	48	6	45	95.5	4,800	0.44	274
MEX-126	16484	Pátzcuaro - Uruapan	62.6	30	49	11	48	138.1	6,194	0.48	258
MEX-051	16555	Huajumbaro - San José	33.8	18	31	2	30	56.0	3,700	0.53	230
MEX-200	16557	La Orilla - Las Truchas	8.5	15	31	2	21	45.7	16,474	1.76	37
MEX-160D	17161	La Pera - Cuautla (Cuota)	34.2	40	68	12	78	119.1	10,193	1.17	87
MEX-160	17199	Cuernavaca - Cuautixco	41.8	36	49	5	35	96.8	29,993	0.86	137
MEX-095D	17250	Ramal a Aeropuerto de Cuernavaca	6.0	5	10	1	9	24.0	3,293	0.83	144
MEX-095	17303	Ramal a Michapa	16.5	7	9	1	2	18.2	2,557	0.42	279
MEX-115	17309	Libramiento de Cuautla	7.5	15	29	1	15	30.3	20,803	2.00	33
MEX-095	17400	Libramiento de Cuernavaca	14.7	89	165	5	21	305.9	66,380	6.05	3
MEX-068D	18004	Chapalilla - Compostela (Cuota)	35.5	22	31	0	23	96.5	4,902	0.62	192
MEX-005	18005	Ramal a La Laguna de Santa María	20.0	7	8	3	7	28.7	2,648	0.35	330
MEX-015D	18008	Tepic - Entronque San Blas (Cuota)	25.0	12	21	1	5	60.6	8,585	0.48	255
MEX-015	18009	Tepic - Francisco I. Madero	16.0	8	12	7	6	33.4	9,548	0.50	243
MEX-015	18012	Ramal a Nuevo Aeropuerto de Tepic	5.1	3	7	1	3	14.0	3,950	0.59	203
MEX-200	18020	Ramal a Punta Mita	21.8	9	14	0	0	22.3	4,702	0.41	285

Tabla 1.5 (continuación)
Carreteras que registraron accidentes, 2008

Ruta	Clave de carretera	Nombre de la carretera	Longitud de la carretera (km)	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles dólares)	Tránsito diario promedio anual 2008	Accidentes por kilómetro	Jerarquización
MEX-295	31035	Valladolid - Río Lagartos	103.9	40	58	5	30	90.4	1,784	0.38	304
MEX-261	31040	Progreso - Celestún	80.0	3	5	0	0	7.5	528	0.04	542
MEX-261	31091	Mérida - Progreso	35.0	58	81	12	41	202.7	19,964	1.66	42
MEX-281	31587	Mérida - Tekanto	51.0	20	38	3	24	25.1	2,287	0.39	302
MEX-295	31609	Ramal a Panaba	18.0	3	6	1	3	4.4	619	0.17	455
MEX-261	31631	Libramiento de Progreso	6.5	2	3	0	3	3.6	4,361	0.31	366
MEX-023	32542	Jerez - Fresnillo	62.0	18	26	3	31	112.4	3,987	0.29	375
MEX-049	32546	Ramal a Aeropuerto de Zacatecas	2.2	1	2	0	3	2.7	1,595	0.45	265
MEX-044	32547	Fresnillo – Valparaíso	91.3	21	36	5	15	57.8	3,375	0.23	410
MEX-045D	32558	Entronque Cuauhtémoc - Entronque Osiris (Cuota)	59.0	15	21	4	21	164.3	5,848	0.25	396
MEX-045D	32581	Libramiento de Fresnillo	19.0	4	4	3	8	22.4	4,783	0.21	424
MEX-045	32582	Libramiento de Guadalupe - Zacatecas	18.2	49	93	4	55	319.7	10,798	2.69	11
MEX-002	50000	Acceso a Puente Internacional Laredo III	5.0	2	2	0	0	10.5	3,092	0.40	294
MEX-054	50110	Cuatro Caminos - Cercaliza	15.6	2	4	0	1	2.4	2,216	0.13	476
MEX-200	50170	Lázaro Cárdenas - Isla del Cayacal	11.0	3	4	0	5	10.6	12,656	0.27	384
MEX-129	50190	Libramiento de Martínez de La Torre	6.8	6	13	1	5	6.0	5,653	0.88	130
MEX-180D	50200	Libramiento Aeropuerto Cancún (Cuota)	16.7	2	3	1	1	9.9	1,948	0.12	483
MEX-015	50230	Libramiento Ciudad Hidalgo	11.4	12	21	7	17	40.8	3,504	1.05	98
MEX-136	50300	Libramiento Norte de Huamantla	4.6	14	19	1	11	25.8	10,431	3.04	8
MEX-051	50310	Libramiento de Huetamo	4.3	4	8	0	9	9.9	1,291	0.93	120
MEX-054	50320	Libramiento de Jalpa	6.5	3	5	0	6	4.8	3,189	0.46	262
MEX-080	50350	Libramiento de Lagos de Moreno	12.8	19	32	2	23	161.5	1,215	1.48	51
MEX-057D	50390	Libramiento Noreste de Querétaro	37.5	27	41	1	37	364.0	12,486	0.72	166
MEX-105	50420	Libramiento de Pachuca	15.3	1	2	0	4	1.6	16,800	0.07	527
MEX-051	50450	Libramiento de San Miguel Allende	8.5	62	125	4	55	139.3	1,966	7.29	2
MEX-043	50520	Libramiento de Uriangato	6.8	3	6	1	3	9.9	3,813	0.44	273
MEX-015	50530	Libramiento de Zitácuaro	2.2	9	14	0	14	16.4	2,133	4.09	5
MEX-180D	50560	Acayucan - Cosoleacaque (Cuota)	40.0	23	29	5	20	96.8	9,046	0.58	209
MEX-015	50730	Ramal a Jungapeo	9.3	1	1	0	0	0.4	2,694	0.11	493
MEX-002	50770	Ramal a Nuevo Progreso	14.1	5	8	1	1	14.7	2,296	0.35	326
MEX-002	50820	Ramal a Puente Internacional Reynosa	5.0	6	10	0	1	14.8	12,550	1.20	82
MEX-307	50840	Ramal a Punta Nizuc	20.8	10	12	2	5	24.6	31,220	0.48	253
MEX-080	50970	Ramal Altamira - Puerto Industrial	15.0	31	51	0	35	71.6	5,142	2.07	31
MEX-105	50980	Ramal Atlapexco - Huautla	9.0	1	1	0	0	1.3	338	0.11	490
MEX-117	50990	Ramal a Atlihuetzia	3.3	2	4	0	0	4.2	2,215	0.61	193
MEX-136	51010	Ramal a Benito Juárez	11.4	2	3	1	1	3.2	1,231	0.18	445
MEX-105	51030	Ramal Casetas - Otongo	14.0	2	2	2	2	2.5	397	0.14	468
MEX-182	51040	Ramal a Presa Cerro de Oro	26.0	6	10	1	6	24.9	820	0.23	409
MEX-068D	51060	Ramal Chapalilla - Tequepexpan	9.4	9	10	5	4	54.1	4,418	0.96	113
MEX-129	51160	Ramal a Hueytamalco	7.0	4	9	0	1	9.0	893	0.57	21

Tabla 1.5 (continuación)
Carreteras que registraron accidentes, 2008

Ruta	Clave de carretera	Nombre de la carretera	Longitud de la carretera (km)	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles dólares)	Tránsito diario promedio anual 2008	Accidentes por kilómetro	Jerarquización
MEX-119	51200	Ramal a La Trinidad	14.2	1	2	0	2	3.1	1,475	0.07	525
MEX-125	51260	Ramal a Manuel González	13.0	2	3	0	1	4.0	1,232	0.15	464
MEX-105	51300	Ramal Molango - Tototla	10.8	1	2	0	2	1.0	848	0.09	510
MEX-135	51310	Ramal a Monte Albán	5.3	2	4	0	3	0.8	672	0.38	311
MEX-119	51360	Acceso a Ocotlán	17.4	21	40	1	16	43.1	8,363	1.21	80
MEX-002	51380	Ramal a Puente Acuña	1.0	1	2	0	0	2.2	4,912	1.00	108
MEX-070	51430	Acceso a Rayón	2.6	1	1	0	2	3.6	736	0.38	305
MEX-040D	51600	La Cuchilla - Matamoros (Cuota)	37.0	8	11	2	11	59.2	3,166	0.22	421
MEX-040D	51610	T. C. (Saltillo - Torreón) - Paila (Cuota)	77.0	26	34	5	39	324.2	3,341	0.34	343
MEX-030	51620	Torreón - San Pedro de Las Colonias	65.3	46	80	12	50	179.6	12,899	0.70	169
MEX-115	51680	Tlalmanalco - San Rafael	5.7	10	16	0	16	19.8	4,172	1.75	38
MEX-057D	51690	Libramiento de Matehuala	15.0	9	15	1	2	70.0	6,650	0.60	199
MEX-040D	51730	Libramiento de Monterrey	66.3	11	18	1	12	46.9	6,252	0.17	457
MEX-045	51860	T. C.(Chihuahua - El Sueco) - Sacramento (L)	15.0	8	10	1	7	33.9	1,942	0.53	229
MEX-080	51940	Ramal Altamira - T. C. (Ramal Altamira - Puerto Industrial)	5.0	13	20	2	17	26.2	1,933	2.60	13
MEX-186	52010	Ramal al Aeropuerto de Villahermosa	1.4	3	5	0	2	3.6	3,592	2.14	28
MEX-015	52210	Ramal a Carnichin de Jauja	2.0	1	1	0	0	2.2	1,747	0.50	245
MEX-126	52290	Maravatío - T. C. (Atlacomulco - Maravatío (Cuota))	4.2	4	8	0	5	3.1	1,095	0.95	115
MEX-200D	53210	Libramiento Noreste de Acapulco	21.0	8	11	1	19	20.7	3,751	0.38	308
MEX-136	53520	Ramal a Francisco Villa Tecoac	8.0	1	1	0	1	1.3	369	0.13	481
MEX-119	53530	Ramal a Atotonilco	8.7	1	1	0	0	2.2	983	0.11	487
MEX-115D	53590	Lechería - Chamapa (Cuota)	37.8	45	79	24	96	276.9	21,679	1.19	83
MEX-142	53650	Ramal 99 (Texcoco - Chinconcuac)	3.5	10	23	1	5	20.3	12,123	2.86	10
MEX-138	53660	T. C. (México - Pachuca (Libre)) - T. C.(San Pedro Barrientos - Ecatepec)	3.6	30	61	4	56	75.5	27,805	8.38	1
MEX-057	53690	Ramal Huachichil - Los Llanos	5.0	4	4	1	6	13.3	2,116	0.80	151
MEX-080	53720	Libramiento Valle de Guadalupe	5.0	1	1	0	0	4.5	530	0.20	432
MEX-057D	53730	Arco Norte de La Ciudad de México	143.0	18	27	3	21	204.0	2,004	0.13	478
MEX-110	53740	T. C. (Jiquilpan - Guadalajara) - Briseñas	32.1	10	15	2	13	26.8	6,857	0.31	363
MEX-140D	53750	Libramiento de Perote (Cuota)	19.0	13	15	8	11	36.4	5,468	0.68	175
MEX-180	53760	Santa Fe - San Julian	6.7	5	9	0	8	18.8	6,658	0.75	159
MEX-105	54180	Ramal a Tianguistengo	12.6	1	1	0	0	1.8	633	0.08	520
MEX-200	55010	Ramal a La Hacienda de Las Cabañas	7.0	4	4	0	0	4.1	1,538	0.57	214
MEX-119	55070	Libramiento Poniente	7.0	3	6	0	5	5.2	3,936	0.43	278
MEX-015	55080	Libramiento Norte de Zamora (Chaparaco - La Rinconada)	13.0	11	21	1	21	30.8	6,639	0.85	142
MEX-095D	55120	Rancho Viejo - Taxco	8.4	3	4	0	5	9.2	2,705	0.36	324
MEX-002	55160	Ramal a Garita Internacional Puerta México - San Isidro	1.0	1	2	0	1	0.1	55,994	1.00	109
MEX-130	55210	Dos Caminos - El Pozo	20.0	2	2	0	3	2.2	515	0.10	503
MEX-225	55220	Puerto Madero - Escolleras	9.0	3	5	2	4	11.4	1,241	0.33	348
MEX-190	55240	Ramal a Aeropuerto de Tuxtla Gutiérrez	14.0	3	4	0	1	9.2	1,672	0.21	422
MEX-057D	56070	Nueva Rosita - Allende	50.2	2	2	0	5	5.4	3,051	0.04	539

Tabla 1.5 (continuación)
Carreteras que registraron accidentes, 2008

Ruta	Clave de carretera	Nombre de la carretera	Longitud de la carretera (km)	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles dólares)	Tránsito diario promedio anual 2008	Accidentes por kilómetro	Jerarquización
MEX-085	57030	Libramiento de Sabinas	10.0	1	1	0	0	1.3	6,407	0.10	504
MEX-060	57050	Libramiento de Ojuelos	5.1	2	2	0	1	8.5	4,751	0.39	301
MEX-045	57060	Trazo Antiguo San Francisco de Los Romos	5.5	4	9	1	5	4.5	6,510	0.73	163
MEX-180D	57080	Puente Tonalá - Cárdenas (Cuota)	52.6	92	112	8	27	563.2	6,568	1.75	39
MEX-015	57120	Ramal a Tequila	5.5	2	4	0	5	11.0	1,636	0.36	319
MEX-132	57200	Ramal Santiago de La Peña - Cobos	9.0	6	12	1	6	12.8	985	0.67	177
MEX-185D	57210	Salina Cruz - Ixtepec (Cuota)	77.0	18	21	5	17	90.0	1,194	0.23	407
MEX-002	57400	Sonoyta - San Luis Río Colorado	200.0	108	154	27	133	969.0	7,276	0.54	226
MEX-045	57410	Libramiento Sur Poniente de Querétaro	43.5	15	25	1	6	40.5	17,427	0.34	335
MEX-186	57420	Ramal Las Matas	6.0	1	1	1	2	3.6	546	0.17	456
MEX-178	58010	Cansahcab - Dzilam de Bravo	38.0	4	8	0	5	9.8	973	0.11	496
MEX-200	59000	Ramal a La Unión	6.0	3	4	0	4	7.6	655	0.50	246
MEX-002	85010	Libramiento de Camargo	4.0	5	10	0	11	16.4	4,673	1.25	74
MEX-101	85040	Libramiento de San Fernando	30.0	17	22	1	8	59.8	5,534	0.57	217
MEX-101	85050	Libramiento de San Germán	5.0	2	3	0	0	1.0	4,550	0.40	295
MEX-101	85060	Libramiento de Francisco Villa	7.0	4	7	2	2	143.0	4,550	0.57	212
MEX-132D	86600	Libramiento Pirámides de Teotihuacan	8.7	4	6	1	12	9.1	11,049	0.46	263
MEX-002	86710	Puente Internacional Ignacio Zaragoza (Matamoros)	3.0	1	1	0	0	0.4	5,218	0.33	350
MEX-015D	86720	Entronque San Blas - Mazatlán (Cuota)	173.1	52	82	7	54	240.7	1,236	0.30	372
MEX-002D	86730	Libramiento de Mexicali (Cuota)	46.1	16	19	1	10	67.8	2,351	0.35	333
MEX-200	86750	Zihuatanejo - Aeropuerto	4.7	7	8	1	5	22.2	2,575	1.49	50
MEX-043D	86760	Morelia - Salamanca (Cuota)	83.0	15	26	6	24	51.5	5,388	0.18	443
MEX-014D	86770	Distribuidor Zirimicuaro - Puente Ajuno - Uruapan	10.5	7	12	1	9	57.0	8,415	0.67	178
MEX-140D	86790	Amozoc - Perote (Cuota)	105.0	23	35	10	35	193.0	3,572	0.22	418
MEX-040D	86810	Durango - Villa Unión (Cuota)	230.0	8	12	1	9	32.4	1,552	0.03	543
MEX-015	86830	Ramal Tacicuri - San Ignacio	5.0	2	4	0	4	7.4	1,660	0.40	296
MEX-081	86850	Libramiento Estación Manuel - Estación González	19.0	3	3	0	3	11.2	2,000	0.16	459
MEX-180	86870	El Renacimiento - Zona Portuaria	5.0	9	11	0	1	33.8	4,035	1.80	36
MEX-045	86880	Ramal Aeropuerto de León	2.0	1	2	0	1	0.1	3,454	0.50	247
MEX-045	86890	Ramal a Comanjilla	10.0	1	2	0	2	2.2	4,310	0.10	505
MEX-080	86900	El Naranjo - El Estribo	12.0	1	3	0	1	2.6	2,618	0.08	515
	90000	Zona Federal que no son carretera		1	2	0	0	4.0			
Total Registrado			56,551	29,752	47,297	5,173	31,610	137,982		0.53	
Total Nacional			56,551	30,739		5,379	32,769	141,977		0.54	

Fuente: elaboración personal con base en el banco de datos del SAADA y de la PF.

Tabla 1.6 (continuación)
Tramos que registraron accidentes, 2008

Ruta	Clave de carretera	Nombre del tramo	Cadenamiento	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles de dólares)	Transito diario promedio anual 2008	Accidentes por kilómetro	Jerarquización
Hidalgo											
MEX-130	00608	T. C. (Venta de Carpio - Tulancingo) - T. Izq. Libramiento de Tulancingo	36.45 - 53.7	73	134	8	58	105.04	22,631	4.23	40
MEX-085	00431	Lím. Edos. Méx./Hgo. - T. C. (México - Pachuca (C)	49.3 - 59.5	22	40	3	38	40.13	8,537	2.16	158
MEX-130	00608	T. Izq. Pachuquilla (2 Acc) - T. Der. Cd Sahagún	10.5 - 16.59	12	20	1	4	16.16	7,457	1.97	192
MEX-085	13257	T. Izq. Tula – Ixmiquilpan	66.6 - 73.3	13	23	0	7	21.63	14,681	1.94	195
MEX-132	00455	Lim. Edos. Méx./Hgo. - T. C. (Pachuca - Tuxpan)	52.3 - 85.1	60	83	15	44	164.02	13,969	1.83	211
MEX-057D	00411	Lím. Edos. Méx./Hgo. - T. Der. Tepeji del Río	60 - 69.4	17	23	2	13	91.11	43,413	1.81	217
MEX-085	13257	T. Der. Pachuca – Actopan	8.2 - 34.2	45	72	6	43	87.30	22,416	1.73	237
MEX-085	00431	T. C. (México - Pachuca (Cuota)) – Pachuca	59.5 - 91.3	50	78	18	65	156.87	28,231	1.57	271
MEX-085D	00432	X. C. (Otumba – Tizayuca) - T. C. (México - Pachuca (Libre))	52 - 58	9	16	2	6	14.51	25,506	1.50	292
MEX-105	13238	Libramiento de Atotonilco El Grande	0 - 5.5	8	16	4	4	17.75	5,253	1.45	315
Jalisco											
MEX-023	14222	X. C. (Perif. de Guadalajara) - T. Der. Aeropuerto	4.6 - 12.1	66	134	7	40	210.91	60,818	8.80	6
MEX-023	14222	T. Der. Aeropuerto - T. Izq. Ocotlán	12.1 - 26.4	50	90	7	61	108.30	31,932	3.50	61
MEX-015	00031	T. Izq. La Primavera - T. Izq. Ameca	20.5 - 25	15	21	4	13	45.60	17,689	3.33	68
MEX-015	00429	T. Izq. Barra De Navidad - T. Der. Tlajomulco	119 - 130	30	50	9	43	136.71	25,979	2.73	105
MEX-054	00117	Lim. Edos. Col./Jal. - T. Izq. Tonila (2 Acceso)	27.1 - 28.7	4	5	0	2	11.76	3,206	2.50	129
MEX-080	14115	T. C. (Zapotlanejo - Lagos De Moreno (Cuota)) - San Juan de Los Lagos	36.7 - 43.4	15	29	2	17	65.08	6,208	2.24	151
MEX-015	00031	T. Izq. Ameca – Amatitán	25 - 45	40	65	7	38	265.17	10,031	2.00	179
MEX-054D	00118	Ent Santa Cruz – Caseta de cobro "Acatlán"	0 - 1	2	4	0	2	5.16	8,262	2.00	189
MEX-035	14007	Santa Rosa - T. Izq. Poncitlán	0 - 32.7	63	110	19	60	257.74	14,328	1.93	197
MEX-090	14223	T. C. (Guadalajara – Tepic) - T. Der. San Marcos	0 - 16.8	32	53	12	29	69.17	8,248	1.90	201
Estado De México											
MEX-015	00447	Lim. Edos. D.F./Méx - T. Der. Huixquilucan	33.4 - 34	6	7	0	1	6.78	48,909	10.00	4
MEX-150D	00450	T. Izq. Río Frío - Lím. Edos. Méx/Pue.	63 - 63.1	1	1	0	0	0.45	38,993	10.00	5
MEX-138	53660	T. C. (México - Pachuca (Libre)) - T. C. (San Pedro Barrientos - Ecatepec)	23.12 - 26.7	30	61	4	56	75.47	27,805	8.38	7
MEX-115	00451	Chalco – Tlalmanalco	5.6 - 17.5	91	169	10	169	278.79	31,680	7.65	9
MEX-150D	00450	Lím. Edos. D.F./Méx - X. C. (Santa Bárbara - Izúcar de Matamoros)	17.7 - 30.5	94	183	14	126	278.80	97,243	7.34	10
MEX-085	00431	T. Der. Pirámides - T. Izq. Hda Ojo de Agua (1 Acceso)	25.6 - 31.2	40	81	4	53	90.06	42,321	7.14	13
MEX-115	00451	X. C. (México - Puebla (Cuota)) - Chalco	2.1 - 5.6	25	52	1	13	41.35	53,855	7.14	14
MEX-085	00431	T. Izq. Hda Ojo De Agua (1 Acceso) – Tecamac	31.2 - 36.2	38	61	2	49	66.55	27,370	5.43	20
MEX-055	00122	T. Izq. Metepec – Mexicalcingo	4.9 - 9.5	24	38	4	20	58.62	38,296	5.22	23
MEX-015	00447	X. C. (Amomolulco - Santiago Tianguistenco) - T. Der. Lerma	46.4 - 51.5	25	37	3	13	60.26	63,214	4.90	28
Michoacán											
MEX-126	16009	Tiripetio – Laqunillas	25 - 30	22	30	6	39	50.09	12,362	4.40	37
MEX-015	50530	Libramiento de Zitácuaro	0 - 2.2	9	14	0	14	16.43	2,133	4.09	43
MEX-200	16557	T. C. (Zihuatanejo - La Mira) - Lázaro Cárdenas	0 - 5.5	15	31	2	21	45.72	16,506	2.73	106
MEX-126	16009	X. C. (Periférico De Morelia) - Tiripetio	3 - 25	55	86	12	76	181.51	13,328	2.50	130
MEX-015	16029	T. Izq. Cointzio - T. Izq. Tacicuaro	7.1 - 15.9	20	36	6	19	39.41	12,278	2.27	150
MEX-090	00114	Lím. Edos. Gto./Mich. – Lím. Edos. Mich./Jal.	86.2 - 98	24	44	0	29	43.59	13,685	2.03	170
MEX-126	16009	Huiramba – Tzurumutaro	37 - 53	32	47	7	50	85.84	8,119	2.00	177
MEX-037D	00032	Lím. Edos. Gro./Mich. – T. C. (La Orilla - Las Truchas)	308 - 310	4	7	0	5	24.51	4,993	2.00	188
MEX-126	16009	Laqunillas – Huiramba	30 - 37	13	20	6	11	34.56	13,106	1.86	209
MEX-200	00121	La Villita - T. Izq. Lázaro Cárdenas	103.6 - 110.9	12	21	2	13	34.02	22,307	1.69	240

Tabla 1.6 (continuación)
Tramos que registraron accidentes, 2008

Ruta	Clave de carretera	Nombre del tramo	Cadenamiento	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles de dólares)	Tránsito diario promedio anual 2008	Accidentes por kilómetro	Jerarquización
Tlaxcala											
MEX-117	00158	Lím. Edos. Pue./Tlax. - T. Der. Tepetitla	3.1 - 3.8	4	9	0	6	14.90	11,350	5.71	17
MEX-121	00055	Lím. Edos. Pue./Tlax. – Lím. Edos. Tlax./Pue.	3.2 - 5	9	13	0	1	8.53	33,513	5.00	25
MEX-117D	00212	T. Der. San Pablo Apetatitlán - Ocotoxco	30 - 35.6	26	39	5	23	62.12	36,557	4.64	33
MEX-117D	00212	X. C. (San Martín Texmelucan – Tlaxcala (Trebol)) - T. Der. San Pablo Apetatitlán	22.8 - 30	28	49	2	28	63.55	28,187	3.89	45
MEX-119	00475	Acuitlapico - X. C. (Nativitas - Santa Ana Chiautempan)	30 - 32	7	12	0	9	13.15	17,835	3.50	60
MEX-136	50300	Libramiento Norte de Huamantla	0 - 4.6	14	19	1	11	25.61	10,431	3.04	82
MEX-119	00475	Lím. Edos. Pue./Tlax. - T. Der. Papalotla	11.6 - 13.7	6	10	1	2	8.21	25,549	2.86	94
MEX-136	00052	Xaltocan – Apizaco	106.1 - 118.6	27	48	2	17	59.74	32,500	2.57	123
MEX-121	00055	T. Izq. Zacatelco – X. C. (Tlaxcala - Belem)	17.9 - 30.4	32	58	5	27	60.59	26,274	2.56	125
MEX-117	00158	T. Der. Tepetitla - X. C. (San Martín Texmelucan - Ocotoxco (Cuota))	3.8 - 7	8	12	2	10	17.77	9,012	2.50	132
Veracruz											
MEX-150D	00485	T. Der. Ciudad Mendoza - T. Izq. Orizaba	263 - 275.9	101	146	11	93	369.18	15,845	7.83	8
MEX-140	30526	T. Der. Soledad Doblado - T. Izq. Boulevard Miguel Alemán	93.7 - 106.8	69	152	6	54	231.95	28,044	5.27	22
MEX-150D	00485	T. Izq. Orizaba - Córdoba	275.9 - 301	119	208	10	133	618.33	22,883	4.74	31
MEX-150	30525	Córdoba – Yanga	0 - 16.2	55	105	10	39	231.83	11,501	3.40	64
MEX-150D	00485	Lím. Edos. Pue./Ver. - T. Der. Ciudad Mendoza	232 - 263	99	134	1	37	875.79	13,948	3.19	77
MEX-140	30526	T. Der. Coatepec - Dos Ríos	7.4 - 16.4	24	34	7	17	142.59	23,931	2.67	110
MEX-145	30153	Ciudad Alemán - T. C. (Buenavista - Tuxtepec)	76.7 - 79	6	8	0	7	15.17	13,652	2.61	118
MEX-140	00486	T. Izq. Villa Aldama - Banderilla	109.5 - 146.1	91	156	5	112	519.66	11,737	2.49	133
MEX-145	30153	T. Der. Acatlán - Tierra Blanca	26.1 - 36.2	20	33	3	13	43.31	11,755	1.98	191
MEX-140	30526	Jalapa - T. Der. Coatepec	0 - 7.4	14	20	0	11	36.62	46,234	1.89	203
Yucatán											
MEX-261	31091	T. Izq. Dzitya - Progreso	10 - 35	54	75	11	37	192.35	17,886	2.16	157
MEX-295	31035	Valladolid - T. Izq. Popola	0 - 4.5	9	18	1	4	34.43	2,642	2.00	184
MEX-180	00067	T. Izq. Hoctun (1er Acc) - T. Izq. Hoctun (2° Acc)	46.7 - 48.6	3	4	1	6	1.80	3,906	1.58	268
MEX-281	31587	X. C. (Periférico De Mérida) - T Der. Tixpehual	0.8 - 13.3	17	32	2	17	21.86	4,404	1.36	348
MEX-281	31587	T. C. (Mérida - Valladolid) - X. C. (Peri De Mérida)	0 - 0.8	1	2	0	3	1.97	6,129	1.25	401
MEX-295	31035	T. Izq. Popola - T. Der. Chan Yokdzonot	4.5 - 7.7	4	6	0	2	6.55	2,642	1.25	402
MEX-178	31001	Mérida - X. C. (Periférico de Mérida)	0 - 9.5	11	17	1	16	28.28	4,885	1.16	437
MEX-180	00067	X. C. (Periférico de Mérida) - T. Der. Seye	6 - 28	23	33	7	22	80.66	8,889	1.05	502
MEX-180	00067	Valladolid – Tikuch	161 - 171	10	16	0	2	24.69	3,754	1.00	550
MEX-178	31001	Conkal – Mococha	18 - 26	7	10	0	10	14.81	4,334	0.88	623
Zacatecas											
MEX-054	00150	T. Der. Lib. Zacatecas-T. C. (Zacatecas-Durango)	306.3 - 311.3	14	27	2	19	24.69	9,019	2.80	99
MEX-045	00524	T. C. (San Luis Potosí - Entronque Arcinas) - T. Izq. Lib. (Guadalupe y Zacatecas)	101 - 118	47	61	7	58	186.62	14,914	2.76	102
MEX-045	32582	Libramiento de Guadalupe - Zacatecas	0 - 18.2	49	93	4	55	319.75	10,798	2.69	109
MEX-045	00544	T. Der. Saltillo - Calera De Victor Rosales	15.8 - 28.2	26	36	2	27	106.03	16,105	2.10	164
MEX-045	00544	Fresnillo - Entronque La Chicharrona	59.4 - 74.3	26	43	8	43	117.66	12,164	1.74	233
MEX-045	00544	Zacatecas - T. Izq. Guadalajara	0 - 6.3	9	14	2	14	37.07	19,460	1.43	321
MEX-045	00544	Calera de Victor Rosales - Gral. Enrique Estrada	28.2 - 36.2	11	17	3	16	41.29	15,744	1.38	344
MEX-023	00584	Mornax - Lím. Edos. Zac./Jal.	150.4 - 155	5	10	1	4	13.46	2,828	1.09	482
MEX-054	00149	T. Der. Majoma - T. Der. San Tiburcio	144.6 - 185.2	34	42	5	35	461.31	3,404	0.84	648
MEX-045	00544	Gral. Enrique Estrada - Fresnillo	36.2 - 59.4	18	28	10	26	92.76	15,383	0.78	697

Fuente: elaboración personal con base en el banco de datos del SAADA y de la PF

8.6 SEGMENTOS DE 500 M MÁS PELIGROSOS.

La tabla 1.7 muestra los saldos de los accidentes en los primeros diez segmentos de 500 m por cada entidad federativa, del total de 20,144 segmentos identificados con accidentes, jerarquizados en función del número de eventos, y que en conjunto acumulan el 6.7% del número total de percances registrados. A cada segmento le incorporamos la ruta, la clave de la carretera, y tramo al cual pertenece; así como su ubicación en la vía (kilometraje o cadenamiento).

De los diez primeros segmentos por entidad federativa mostrados en la tabla 1.7, los estados de México, Tabasco y Veracruz agrupan el mayor número de accidentes con 105, 95 y 94 respectivamente.

En 2008 observamos la accidentalidad en 20,144 segmentos de 500 m., los cuales representan el 17.8% de la red carretera vigilada por la PF (10,072 de 56,551 km.).

Tabla 1.7 (continuación)
Segmentos que registraron accidentes, 2008

Ruta	Clave de carretera	Nombre del tramo	Cadenamiento	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles de dólares)	Jerarquización
Coahuila									
MEX-057D	00405	T. Der. Los Lirios - T. Der. La Carbonera	231 - 231.5	12	13	2	16	221.01	11
MEX-057D	00405	T. Der. Los Lirios - T. Der. La Carbonera	231.5 - 232	12	15	0	10	354.94	17
MEX-057	05406	Saltillo - T. Der. Ramos Arizpe	8.5 - 9	6	8	0	5	110.59	210
MEX-054	00149	Lim. Edos. Zac./Coah. - T. Izq. Derramadero	305.9 - 306.4	6	6	0	2	92.46	240
MEX-040	05086	T. Der. Libramiento de Matamoros - Torreón	264.5 - 265	5	9	0	11	5.48	336
MEX-057D	00405	T. Der. San Antonio de Las Alazanas - T. Der. Los Lirios	230.9 - 231	5	7	0	10	30.70	338
MEX-040	00087	Ojo Caliente - Lim. Edos. Coah./N.L.	31.3 - 31.8	5	6	0	4	44.76	389
MEX-057D	00405	Lim. Edos. N.L./Coah. - T. Der. San Antonio de Las Alazanas	226.9 - 227.4	4	7	1	4	31.87	546
MEX-040	05086	T. Der. Libramiento de Matamoros - Torreón	265 - 265.5	4	9	0	6	17.41	661
MEX-030	51620	Torreón - Lázaro Cárdenas	5 - 5.5	4	6	0	6	4.67	661
Colima									
MEX-110	06119	Colima - T. Izq. Ixtlahuacan	16 - 16.5	5	5	0	0	25.85	446
MEX-200D	06122	T. C. Libramiento de Manzanillo (Libre) - T. C. (Manzanillo - Melaque)	97.62 - 98.12	4	8	0	8	8.26	642
MEX-098	06015	T. C. (Manzanillo - Melaque) - T. Izq. Jalipa	1.5 - 2	4	8	0	4	3.19	738
MEX-110	06119	Colima - T. Izq. Ixtlahuacan	1.5 - 2	4	6	0	1	7.27	860
MEX-110	06119	T. Izq. Ixtlahuacan - T. Der. Caleras	31 - 31.5	3	3	1	2	35.46	1099
MEX-110	06119	Colima - T. Izq. Ixtlahuacan	17 - 17.5	3	5	1	1	12.57	1147
MEX-200	00495	T. Der. Rancho Valle Nuevo - Tecomán	263.8 - 264.3	3	6	0	6	10.05	1325
MEX-200	06574	Libramiento de Manzanillo	3.5 - 4	3	9	0	5	10.95	1368
MEX-054D	00118	X. C. (Colima - Cuauhtemoc) - T. C. (Acatlán de Juárez - Colima)	143.7 - 144.2	3	4	0	4	28.99	1421
MEX-110	06119	Colima - T. Izq. Ixtlahuacan	2 - 2.5	3	4	0	1	23.43	1744
Chiapas									
MEX-190	07061	Tuxtla Gutiérrez - T. Der. Presa La Angostura	6 - 6.5	7	10	1	5	10.10	98
MEX-145D	00077	T. Izq. Malpaso - Caseta de cobro Ocozocoautla	144.87 - 145.37	7	9	0	6	123.88	110
MEX-190	07061	Comitan - Ciudad Cuauhtemoc	174.1 - 174.6	7	9	0	5	9.69	115
MEX-199	07582	X. C. (Villahermosa - Francisco Escarcega) - T. Izq. Palenque	25.7 - 26.2	6	12	0	6	12.37	207
MEX-190D	07580	Tuxtla Gutiérrez - San Cristóbal (Cuota)	17.5 - 18	5	8	0	2	25.40	424
MEX-190	07061	T. Der. Presa La Angostura - Chiapa de Corzo	9 - 9.5	5	6	0	0	13.29	451
MEX-190	07061	San Felipe – T. Der. Amatenango	113.5 - 114	4	9	2	11	11.76	478
MEX-200	00075	Arriaga – Tonalá	46 - 46.5	4	8	1	5	10.14	541
MEX-190	07061	San Felipe – T. Der. Amatenango	88.5 - 89	4	7	1	5	9.34	542
MEX-190	07061	Comitan - Ciudad Cuauhtemoc	176.6 - 177.1	4	8	1	4	6.82	559
Chihuahua									
MEX-045	08444	Hidalgo del Parral - T. Izq. San Gregorio	3 - 3.5	5	6	1	6	12.66	301
MEX-016	08038	T. Izq. Hidalgo del Parral (Vía Corta) - Gral. Trias	45.7 - 46.2	4	8	1	11	9.43	506
MEX-016	08434	T. C. (Chihuahua – Madera) - T. Izq. San Juanito	166 - 166.5	4	4	1	6	28.28	534
MEX-045D	08418	T. Der. Lázaro Cárdenas - T. Der. Aquiles Serdán	206.4 - 206.9	4	4	1	1	10.32	594
MEX-002	00220	T. C. (Ciudad Juárez - Janos) - Lim. Edos. Chih./Son.	73 - 73.5	4	5	0	3	182.23	740
MEX-045	08444	T. Izq. San Gregorio - T. Der. Valle de Allende	23.5 - 24	3	5	2	7	7.45	936
MEX-024	08811	T. C. (Chihuahua – Madera) - Satevo	17 - 17.5	3	5	2	5	30.97	943
MEX-049D	00016	Lim. Edos. Dgo./Chih. - Jiménez	185 - 185.5	3	3	2	3	107.72	954
MEX-045	08420	Samalayuca - T. Izq. Janos	343.4 - 343.9	3	3	1	8	6.28	1012
MEX-049	00006	Lim. Edos. Dgo./Chih. - Jiménez	192.7 - 193.2	3	4	1	3	16.79	1079

Tabla 1.7 (continuación)
Segmentos que registraron accidentes, 2008

Ruta	Clave de carretera	Nombre del tramo	Cadenamiento	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles de dólares)	Jerarquización
		Distrito Federal							
MEX-095	00040	México - T. Izq. San Andrés Totoltepec	19.5 - 20	7	14	3	9	12.14	78
MEX-095D	00041	Caseta de Cobro - Paradero Topilejo	29.3 - 29.8	7	15	1	11	27.02	91
MEX-015	00447	T. Izq. Desierto de Los Leones - Lim. Edos. D.F./Méx.	24.5 - 25	6	7	2	8	54.76	143
MEX-095D	00041	T. C. (México - Cuernavaca) - Caseta de Cobro	19.1 - 19.6	6	15	2	7	15.35	145
MEX-015	00447	T. Izq. Desierto de Los Leones - Lim. Edos. D.F./Méx.	33 - 33.4	5	7	2	0	12.93	283
MEX-150D	00450	México - Lim. Edos. D.F./Méx.	17.4 - 17.7	5	11	0	7	13.33	353
MEX-095	00040	México - T. Izq. San Andrés Totoltepec	20 - 20.5	5	10	0	6	9.25	364
MEX-015	00447	T. Izq. Desierto de Los Leones - Lim. Edos. D.F./Méx.	32.5 - 33	5	10	0	3	16.16	409
MEX-095D	00041	Caseta de Cobro - Paradero Topilejo	28.3 - 28.8	4	4	1	7	13.02	526
MEX-095	00040	México - T. Izq. San Andrés Totoltepec	20.5 - 21	4	10	1	7	10.32	531
		Durango							
MEX-040	00063	T. C. (Durango - Torreón) - Lim. Edos. Dgo./Coah.	7.5 - 8	11	25	0	6	47.32	25
MEX-040	00063	T. C. (Durango - Torreón) - Lim. Edos. Dgo./Coah.	0 - 0.5	10	18	0	6	17.63	33
MEX-040	00063	T. C. (Durango - Torreón) - Lim. Edos. Dgo./Coah.	10.5 - 11	10	19	0	5	20.06	34
MEX-040	00063	T. C. (Durango - Torreón) - Lim. Edos. Dgo./Coah.	6.5 - 7	5	8	0	2	10.70	426
MEX-045	00544	T. Izq. Parras de La Fuente - Durango	276.4 - 276.9	4	4	0	4	11.67	719
MEX-040	00085	Durango - T. C. (Libramiento de Durango)	6.5 - 7	4	8	0	0	15.26	875
MEX-045	00544	T. Der. Independencia y Libertad - T. Izq. Parras de La Fuente	263.8 - 264.3	3	3	1	1	6.73	1163
MEX-040	00085	T. C. (Libramiento de Durango) - Abraham González	14.1 - 14.6	3	4	0	14	27.83	1222
MEX-040	00063	T. C. (Durango - Torreón) - Lim. Edos. Dgo./Coah.	9.5 - 10	3	5	0	4	9.11	1453
MEX-040	00085	T. C. (Libramiento de Durango) - Abraham González	11.6 - 12.1	3	4	0	1	8.98	1787
		Guanajuato							
MEX-045D	00013	León - Caseta de Cobro León	0 - 0.5	12	12	0	28	79.62	15
MEX-045	11123	X. C. (Santa Teresa - Silao) - T. Der. Aeropuerto	157.1 - 157.6	11	20	0	23	27.15	24
MEX-051	50450	Libramiento de San Miguel Allende	6.5 - 7	8	17	1	4	20.83	60
MEX-045	00154	T. Izq. Cortazar - Salamanca	89.5 - 90	7	12	3	5	17.59	79
MEX-090	00114	Irapuato - Abasolo	5.5 - 6	7	18	1	9	16.25	95
MEX-045	11123	X. C. (Santa Teresa - Silao) - T. Der. Aeropuerto	169.1 - 169.6	7	10	1	8	11.67	96
MEX-051	50450	Libramiento de San Miguel Allende	5.5 - 6	7	14	0	8	12.48	106
MEX-057	00165	X. C. (San José Iturbide - El Arenal) - X. C. (San Miguel de Allende - Doctor Mora)	48.8 - 47.3	7	7	0	4	24.96	117
MEX-045	11123	X. C. (Santa Teresa - Silao) - T. Der. Aeropuerto	150.1 - 150.6	7	11	0	2	15.48	127
MEX-051	50450	Libramiento de San Miguel Allende	7 - 7.5	7	13	0	2	7.68	129
		Guerrero							
MEX-200	00121	T. Der. Ciudad Altamirano - T. Der. La Unión	27 - 27.5	12	19	2	10	44.75	12
MEX-200	00121	Zihuatanejo - T. Der. Ciudad Altamirano	4.5 - 5	8	10	1	10	10.86	159
MEX-095	12045	Chilpancingo - Petaquillas	8 - 8.5	6	9	1	7	16.25	168
MEX-095	00042	T. Der. Filo de Caballo – Chilpancingo	221.39 - 221.89	6	11	1	4	8.53	176
MEX-095	00042	T. Der. Filo de Caballo - Chilpancingo	218.89 - 219.39	6	9	0	4	14.54	223
MEX-200	12072	T. Izq. Tenexpa - T. Izq. Nuxco (2 Acceso)	123.9 - 124.4	5	6	2	2	30.25	277
MEX-095D	00045	Caseta de Cobro "Paso Morelos" - T. C. (Iguala - Chilpancingo)	218.73 - 219.23	5	6	1	28	35.46	284
MEX-051	12195	Tlapehuala - Ciudad Altamirano	179.5 - 180	5	6	0	8	9.11	346
MEX-200	00121	Zihuatanejo - T. Der. Ciudad Altamirano	5.5 - 6	5	9	0	6	11.85	360
MEX-095	12045	Petaquillas - T. Izq. Mazatlán	10.1 - 10.6	5	5	0	5	10.77	378

Tabla 1.7 (continuación)

Segmentos que registraron accidentes, 2008

Ruta	Clave de carretera	Nombre del tramo	Cadenamiento	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles de dólares)	Jerarquización
Hidalgo									
MEX-130	00608	T. C. (Venta de Carpio - Tulancingo) - T. Izq. Libramiento de Tulancingo	41.45 - 41.95	10	19	0	3	11.40	35
MEX-132	00455	Lim. Edos. Méx./Hgo. - T. C. (Pachuca - Tuxpan)	53.8 - 54.3	7	14	0	2	22.17	124
MEX-085	00431	T. C. (México - Pachuca (Cuota)) – Pachuca	60 - 60.5	6	9	3	14	26.84	139
MEX-130	00608	T. C. (Venta de Carpio - Tulancingo) - T. Izq. Libramiento de Tulancingo	39.45 - 39.95	6	13	0	16	10.59	189
MEX-085	00431	Lim. Edos. Méx./Hgo. - T. C. (México - Pachuca (Cuota))	57.3 - 57.8	6	9	0	6	12.57	206
MEX-085	00431	T. C. (México - Pachuca (Cuota)) - Pachuca	59.5 - 60	5	7	8	5	24.06	254
MEX-045	00194	Jonacapa - Huichapan	31.4 - 31.9	5	8	2	9	17.55	263
MEX-045	00194	T. Izq. Nopala - Lim. Edos. Hgo./Qro.	68 - 68.5	5	6	2	1	23.34	280
MEX-085	00431	T. C. (México - Pachuca (Cuota)) - Pachuca	75 - 75.5	5	7	1	18	11.31	285
MEX-085	00431	Lim. Edos. Méx./Hgo. - T. C. (México - Pachuca (Cuota))	55.8 - 56.3	5	10	1	18	14.63	286
Jalisco									
MEX-023	14222	X. C. (Periférico de Guadalajara) - T. Der. Aeropuerto	4.6 - 5.1	12	26	0	13	43.45	16
MEX-023	14222	X. C. (Periférico de Guadalajara) - T. Der. Aeropuerto	6.1 - 6.6	8	20	0	7	24.24	66
MEX-023	14222	X. C. (Periférico de Guadalajara) - T. Der. Aeropuerto	6.6 - 7.1	7	15	3	2	20.33	81
MEX-023	14222	X. C. (Periférico de Guadalajara) - T. Der. Aeropuerto	5.6 - 6.1	7	15	1	3	13.02	101
MEX-080	00133	Guadalupe Victoria - Lagos de Moreno	125.5 - 126	7	7	1	1	49.37	102
MEX-080	00133	Guadalupe Victoria - Lagos de Moreno	149.5 - 150	7	7	0	0	67.32	133
MEX-015	00429	T. Izq. Barra de Navidad - T. Der. Tlajomulco	121.5 - 122	6	9	3	11	40.39	140
MEX-015	00429	T Der. Jocotepec - T. Izq. Barra de Navidad	118.2 - 118.7	6	8	2	5	47.35	147
MEX-015	00031	Magdalena - Lim. Edos. Jal./Nay.	107.8 - 108.3	6	7	2	5	28.28	148
MEX-015	00429	T. Der. Tlajomulco - T. Izq. Tepetitlán	133.5 - 134	6	14	1	8	18.76	161
Estado de Mexico									
MEX-115	00451	Chalco – Tlalmanalco	6.6 - 7.1	18	34	3	46	47.85	1
MEX-138	53680	T. C. (México - Pachuca (Libre)) - T. C. (San Pedro Barrientos - Ecatepec)	24.12 - 24.62	13	29	0	26	44.61	9
MEX-136	00052	T. Izq. Chimalhuacan - Lim. Edos. Méx./Tlax.	31.8 - 32.3	11	28	3	20	272.31	18
MEX-150D	00450	Lim. Edos. D.F./Méx. - X. C. (Santa Barbara - Izúcar de Matamoros)	27.7 - 28.2	11	20	1	13	27.51	20
MEX-115	00451	Chalco – Tlalmanalco	11.1 - 11.6	10	15	0	23	25.83	29
MEX-085	00431	T. Der. Pirámides - T. Izq. Hacienda Ojo de Agua (1 Acceso)	27.1 - 27.6	9	15	1	11	10.14	42
MEX-057D	00411	Lim. Edos. D.F./Méx. - Caseta Tepotzotlán	29.3 - 29.8	9	15	0	8	28.73	49
MEX-115	00451	Chalco – Tlalmanalco	8.1 - 8.6	8	17	2	5	16.88	53
MEX-057D	00411	Lim. Edos. D.F./Méx. - Caseta Tepotzotlán	28.8 - 29.3	8	23	1	16	35.25	54
MEX-085	00431	T. Izq. Hacienda Ojo de Agua (1 Acceso) - Tecamac	31.2 - 31.7	8	11	1	12	16.13	56
Michoacán									
MEX-015	00448	Lim. Edos. Méx./Mich. - T. Izq. Jungapeo	94 - 94.5	7	14	1	11	15.75	92
MEX-015	16029	T. Izq. Cointzio - T. Izq. Tacicuaro	11.1 - 11.6	6	10	4	6	14.81	137
MEX-015D	00018	Caseta de Cobro "Contepec" - T. C. (Maravatío - Acámbaro)	139 - 139.5	6	7	1	7	22.89	165
MEX-015	00448	Lim. Edos. Méx./Mich. - T. Izq. Jungapeo	93.5 - 94	5	10	0	7	7.63	354
MEX-015	16029	T. Izq. Tangancicuaro - Zamora	132.2 - 132.7	5	5	0	6	12.39	359
MEX-015	00448	Lim. Edos. Méx./Mich. - T. Izq. Jungapeo	97.5 - 98	5	11	0	4	5.70	402
MEX-015D	00018	Caseta de Cobro "Contepec" - T. C. (Maravatío - Acámbaro)	139.5 - 140	4	5	3	1	8.21	474
MEX-126	16009	X. C. (Periférico de Morelia) - Tiripetío	15 - 15.5	4	9	2	7	14.32	483
MEX-015	00448	T. Izq. Jungapeo - Tuxpan	121.5 - 122	4	6	1	8	7.54	521
MEX-126	16009	Tiripetío - Laguníllas	26.5 - 27	4	4	1	7	15.71	525

Tabla 1.7 (continuación)

Segmentos que registraron accidentes, 2008

Ruta	Clave de carretera	Nombre del tramo	Cadenamiento	Accidentes	Participantes	Muertos	Lesionados	Daños materiales (miles de dólares)	Jerarquización
Tlaxcala									
MEX-117D	00212	X. C. (San Martín Texmelucan – Tlaxcala (Trebol)) - T. Der. San Pablo Apetatitlán	26.3 - 26.8	9	17	0	9	25.40	48
MEX-136	00052	Xaltocan - Apizaco	111.6 - 112.1	7	12	2	4	27.69	85
MEX-117D	00212	T. Der. San Pablo Apetatitlán - Ocotoxco	33.5 - 34	6	6	2	4	18.76	151
MEX-121	00055	T. Izq. Zacatelco - X. C. (Tlaxcala - Belem)	29.4 - 29.9	5	7	2	6	8.44	268
MEX-121	00055	T. Izq. Zacatelco - X. C. (Tlaxcala - Belem)	27.9 - 28.4	5	11	1	1	8.89	329
MEX-136	50300	Libramiento Norte de Huamantla	0 - 0.5	5	5	1	1	7.90	330
MEX-136	00052	Apizaco - T. Izq. Xalostoc	123.6 - 124.1	5	8	0	5	21.81	370
MEX-117D	00212	Lim. Edos. Pue./Tlax. - X. C. (San Martín Texmelucan - Tlaxcala(Trebol))	20.1 - 20.6	5	7	0	4	17.32	391
MEX-121	00055	T. Izq. Zacatelco - X. C. (Tlaxcala - Belem)	29.9 - 30.4	5	10	0	4	14.05	392
MEX-117	00158	T. Der. Tepetitla - X. C. (San Martín Texmelucan - Ocotoxco (Cuota))	5.3 - 5.8	4	4	2	4	7.18	492
Veracruz									
MEX-150D	00485	T. Der. Ciudad Mendoza - T. Izq. Orizaba	267.5 - 268	14	19	1	3	48.70	3
MEX-150D	00485	T. Der. Ciudad Mendoza - T. Izq. Orizaba	263 - 263.5	13	18	3	14	65.44	4
MEX-150D	00485	Lim. Edos. Pue./Ver. - T. Der. Ciudad Mendoza	233.5 - 234	13	18	1	5	144.08	7
MEX-150D	00485	T. Der. Ciudad Mendoza - T. Izq. Orizaba	264.5 - 265	10	12	1	11	45.60	28
MEX-140	30526	T. Der. Soledad Doblado - T. Izq. Boulevard Miguel Alemán	101.7 - 102.2	8	22	1	5	23.29	59
MEX-150D	00485	T. Der. Ciudad Mendoza - T. Izq. Orizaba	270 - 270.5	8	9	0	6	29.35	67
MEX-150D	00485	T. Izq. Orizaba - Córdoba	291.4 - 291.9	7	11	1	26	35.82	89
MEX-150D	00485	T. Izq. Orizaba - Córdoba	281.4 - 281.9	7	16	1	3	110.86	100
MEX-150D	00485	T. Der. Ciudad Mendoza - T. Izq. Orizaba	268 - 268.5	7	10	0	5	34.11	113
MEX-150D	00485	T. Izq. Orizaba - Córdoba	296.9 - 297.4	7	12	0	4	24.24	119
Yucatán									
MEX-261	31091	T. Izq. Dzitya - Progreso	10 - 10.5	9	18	2	6	33.75	39
MEX-295	31035	Valladolid - T. Izq. Popola	3.5 - 4	7	14	0	4	24.73	118
MEX-281	31587	X. C. (Periférico de Mérida) - T Der. Tixpehual	1.3 - 1.8	4	9	0	6	5.39	679
MEX-281	31587	X. C. (Periférico de Mérida) - T Der. Tixpehual	1.8 - 2.3	4	7	0	2	1.71	825
MEX-180	00067	T. Izq. Hoctun (1 Acceso) - T. Izq. Hoctun (2 Acceso)	48.2 - 48.6	3	4	1	6	1.80	1031
MEX-261	31091	T. Izq. Dzitya - Progreso	34 - 34.5	3	5	1	2	16.43	1105
MEX-180	00067	Tikuch - T. Izq. Xalau	180.5 - 181	3	5	1	2	9.43	1111
MEX-180	00067	T. Izq. Xalau – Lim. Edos. Yuc./Q.R.	183.5 - 184	3	5	0	12	9.05	1228
MEX-178	31001	Mérida - X. C. (Periférico de Mérida)	2.5 - 3	3	5	0	10	3.86	1243
MEX-180	00066	Maxcanú - Uman	135.3 - 135.8	3	3	0	3	10.32	1531
Zacatecas									
MEX-045	00524	T. C. (San Luis Potosí - Entronque Arcinas) - T. Izq. Lib. (Guadalupe y Zacatecas)	115.5 - 116	9	10	1	4	26.21	45
MEX-054	00149	T. Izq. Concepción del Oro - Lim. Edos. Zac./Coah.	264.6 - 265.1	9	13	0	3	142.73	51
MEX-045	00544	T. Der. Saltillo - Calera de Víctor Rosales	15.8 - 16.3	8	10	1	7	51.62	57
MEX-045	00544	Gral. Enrique Estrada – Fresnillo	48.7 - 49.2	7	8	5	17	21.36	75
MEX-045	00524	T. C. (San Luis Potosí - Entronque Arcinas) - T. Izq. Lib. (Guadalupe y Zacatecas)	114.5 - 115	7	9	1	10	49.82	94
MEX-045	00544	Fresnillo - Entronque La Chicharrona	72.9 - 73.4	6	11	1	10	17.24	158
MEX-045	32582	Libramiento de Guadalupe – Zacatecas	8.5 - 9	6	13	1	7	47.67	163
MEX-054	00150	T. Der. Libramiento Zacatecas - T. C. (Zacatecas - Durango)	308.8 - 309.3	5	9	2	7	11.71	265
MEX-045	00524	T. C. (San Luis Potosí - Entronque Arcinas) - T. Izq. Lib. (Guadalupe y Zacatecas)	117.5 - 118	5	7	2	3	13.91	276
MEX-045	00544	Zacatecas - T. Izq. Guadalajara	5.5 - 6	5	9	1	9	19.12	289

Fuente: elaboración personal con base en el banco de datos del SAADA y de la PF

9.- ASV

AUDITORÍA EN SEGURIDAD VIAL

CARRETERA FEDERAL 014

MORELIA – PÁTZCUARO

(48 Kms)

9.1 OBJETIVO

Realizar una Auditoria de Seguridad Vial sobre la carretera Federal 014 Morelia-Pátzcuaro, con la finalidad de identificar deficiencias, riesgos y/o posibles peligros en la vía; así como proponer soluciones acordes para brindar mayor seguridad al usuario en el camino.

9.2 EQUIPO UTILIZADO

El equipo utilizado en todas las inspecciones hechas al camino consistió en:

- Cámara Fotográfica (tipo cybershot de 12 mpx).
- Cámara de Video.
- Indicador de Velocidad en Curva Peligrosa (Slope Meter).
- Cinta Métrica.
- Vehículo Marca Volkswagen, tipo Jetta 2007.
- Laptop.

9.3 DESCRIPCIÓN

Llevamos a cabo la Auditoria en Seguridad Vial sobre la carretera Federal 014 Morelia – Pátzcuaro a lo largo de sus 48 km teniendo como evidencia tanto fotos como video. Hicimos una primera inspección en campo el día Sábado 16 de Enero del año 2010 a las 11:30 de la mañana. La segunda inspección la hicimos el sábado 10 de abril de 2010 también a la misma hora, tanto de ida como de regreso. La velocidad promedio en los recorridos fue de 80 km/h; será oportuno comentar que la inspección también se realizara de noche con la finalidad de verificar la reflectividad que tienen los señalamientos hacia el usuario.

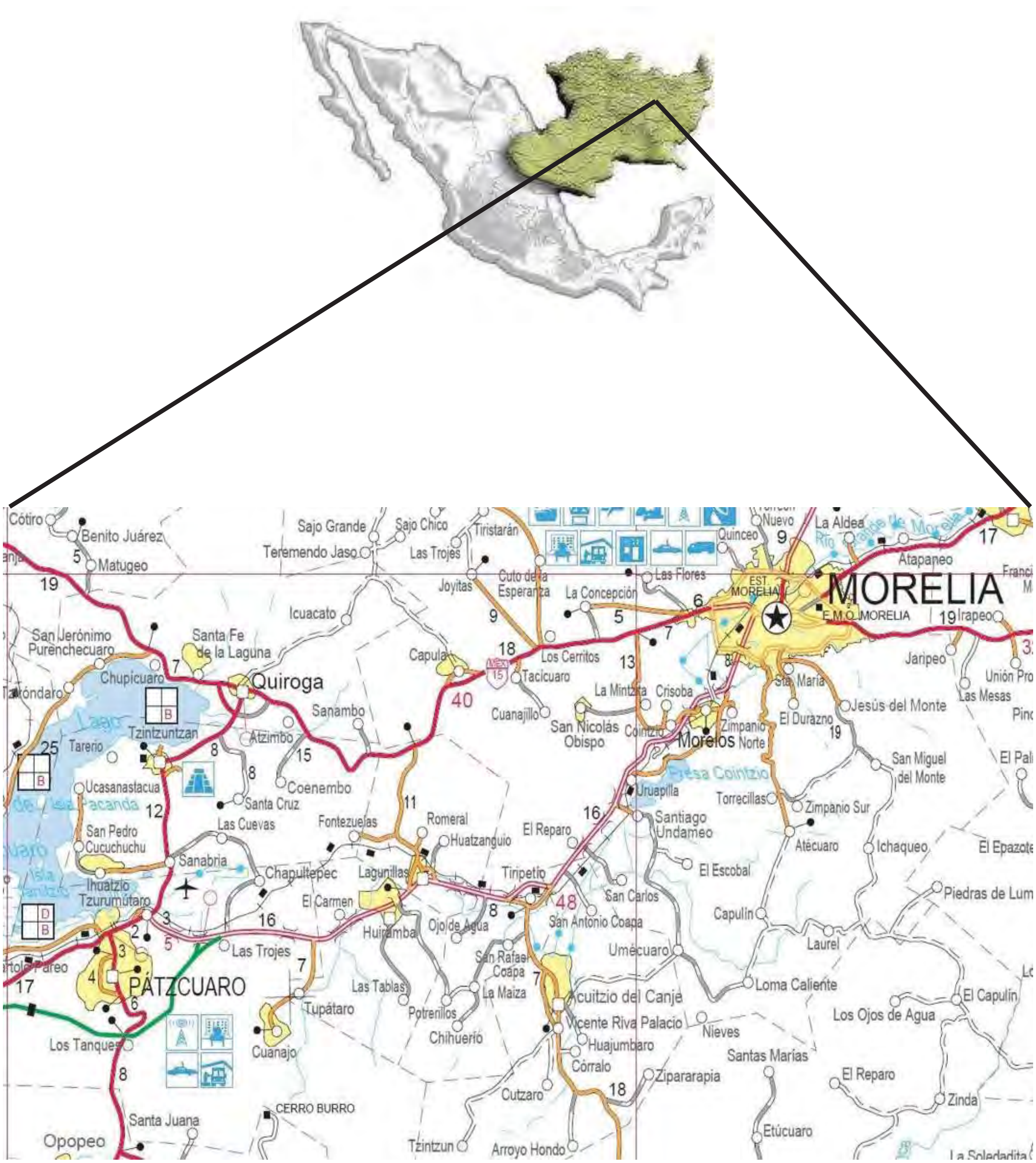
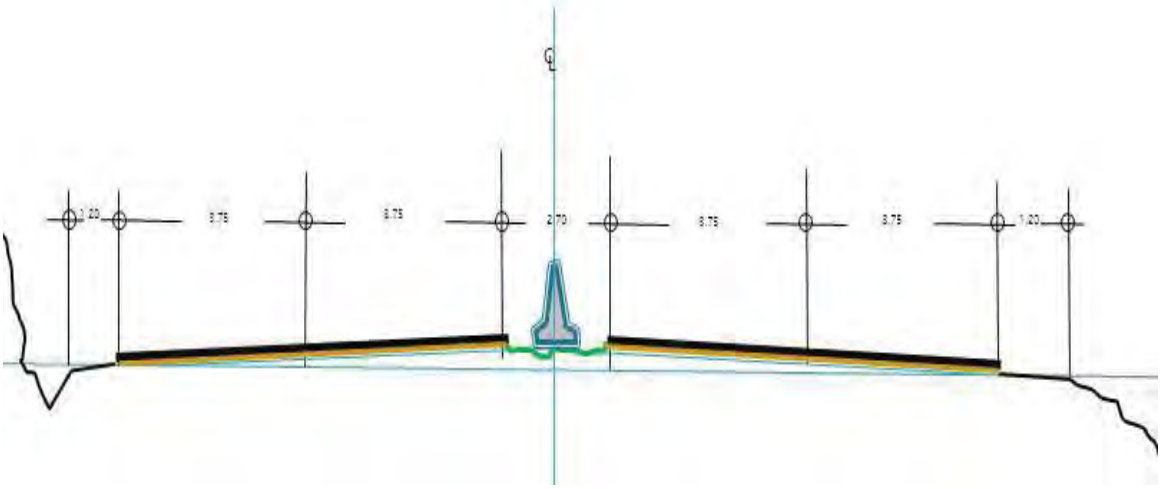

MORELIA
PÁTZCUARO
Quiroga
Tzintzuntzan
Santa Fe de la Laguna
Chupícuaro
Capula
Tacícuaro
Los Cerritos
La Concepción
Cuto de la Esperanza
Joyitas
Icuacato
Sanambo
Atzimbo
Coenembo
Santa Cruz
Las Cuevas
Fontezuelas
Romeral
Huatzanguio
El Reparo
Tiripetío
Lagunillas
Chapultepec
Sanabria
El Carmen
Huiramba
Ojo de Agua
Las Trojes
Tupátaro
Cuanajo
Las Tablas
Potrerillos
Chihuerio
La Maiza
San Rafael Coapa
San Antonio Coapa
San Carlos
Acuitzio del Canje
Vicente Riva Palacio
Huajumbaro
Córralo
Cutzaro
Ziparapapia
Tzintzun
Arroyo Hondo
Los Tanques
Santa Juana
Opopeo
CERRO BURRO
San Pedro Cucuchucho
Ucasanastacua
Ihuatzio
Tzurumútaro
Tarerio
Benito Juárez
Matugeo
Cótiro
San Jerónimo Purenchecuaro
Sajo Grande
Sajo Chico
Teremendo Jaso
Las Trojes
Tiristarán
Quinceo
Las Flores
EST. MORELIA
La Aldea
Atapaneo
Jaripeo
Irapeo
Unión Pro
Las Mesas
Sta. María
El Durazno
Jesús del Monte
Zimpanio Norte
Morelos
Crisoba
La Mintzita
Cointzio
San Nicolás Obispo
Cuanajillo
Presa Cointzio
Uruapilla
Torrecillas
Zimpanio Sur
Santiago Undameo
Atécuaro
El Escobal
Ichaqueo
El Epazote
San Miguel del Monte
Piedras de Lum
Capulín
Laurel
Umécuaro
Loma Caliente
El Capulín
Los Ojos de Agua
Nieves
Santas Marías
El Reparo
Zinda
Etúcuaro
La Soledadita
E.M.O. MORELIA
Lago
Isla Pacanda
Isla Yunuén
19
40
15
48
17
5
8
3
4
6
2
7
9
11
12
13
16
18
25

Figura: 9.30

Figura: 9.31

9.4 Ficha Técnica:

- OBRA: CARRETERA FEDERAL 014 MORELIA-PATZCUARO
- LONGITUD: 48 KM
- TIPO DE TERRENO: LOMERIO MEDIO
- ANCHO DE DERECHO DE VÍA: (mts) 30
- ANCHO DE CORONA: (mts) 17.00
- ANCHO DE CALZADA: (mts) 7.50
- ACOTAMIENTO EXTERIOR: (mts) 1.00
- FAJA SEPARADORA CENTRAL (MEDIANA): (mts) 3.50
- VELOCIDAD DE CIRCULACION PERMITIDA: 90 KM/HR
- SUPERFICIE DE RODAMIENTO: PAVIMENTO ASFALTICO
- TDPA: 11,635 VEHICULOS
- VEHÍCULOS LIGEROS: 72%
- AUTOBUSES: 12%
- CAMIONES: 16%
- ENTRONQUES A NIVEL: 10



10.- PREOCUPACIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con la literatura especializada en materia de **ASV** proponen hacer un listado con las potenciales “PREOCUPACIONES” o situaciones de riesgo que existen a lo largo de la carretera, así como sus tentativas “RECOMENDACIONES” al problema, en tal sentido se tiene lo siguiente:

10.1 SEÑALAMIENTO VERTICAL

Figura 1
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.1
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.2
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.3
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.4
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.5
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.6
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.7
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.8
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.9
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.10
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.11
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.12
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.13
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.14
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.15
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.16
SV Morelia-Patzcuaro

Figura 1.17
SV Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- Señalamiento dañado.
- Señalamiento Obsoleto.
- Obstruido por Maleza.
- Deslumbramiento.
- Falta de Visibilidad.
- Abundancia de señalamiento restrictivo (90 km/h) y en Zonas Urbanas.
- Mala Ubicación.
- Sin protección las bases de los marcos y el señalamiento de bandera.
- Confunden al Usuario y no dan una idea clara.
- NO existe señalamiento de proximidad a intersecciones muy peligrosas.
- En el Estado de Michoacán NO se utilizan tableros electrónicos.

RECOMENDACIONES:

- Elaboración de un plan de Mantenimiento que incluya limpieza tanto del tramo como del señalamiento.
- Elaboración de un Proyecto de Señalización.
- Elaboración de un Programa de Corrección del Proyecto Geométrico.
- Instalación de 2 tableros electrónicos (disminuya su velocidad o usted va a).

10.2 SEÑALAMIENTO HORIZONTAL

Figura 2
SH Morelia-Patzcuaro

Figura 2.1
SH Morelia-Patzcuaro

Figura 2-2
SH Morelia-Patzcuaro

Figura 2.3
SH Morelia-Patzcuaro

Figura 2.4
SH Morelia-Patzcuaro

Figura 2.5
SH Morelia-Patzcuaro

Figura 2.6
SH Morelia-Patzcuaro

Figura 2.7
SH Morelia-Patzcuaro

Figura 2.8
SH Morelia-Patzcuaro

Figura 2.9
SH Morelia-Patzcuaro

Figura 2.10
SH Morelia-Patzcuaro

Figura 2.11
SH Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- Falta de pintura en varios metros del tramo.
- Es deficiente.
- No hay líneas de cebra en las proximidades de curva o intersecciones peligrosas.
- Las demarcaciones no son claras.

RECOMENDACIONES:

- Falta de pintura en varios metros del tramo.
- Remarcar el señalamiento horizontal y delinear correctamente los carriles.
- Implementar líneas de cebra y botones en intersecciones peligrosas.

10.3 ÁRBOLES Y MALEZA

Figura 3
AM Morelia-Patzcuaro

Figura 3.1
AM Morelia-Patzcuaro

Figura 3.2
AM Morelia-Patzcuaro

Figura 3.3
AM Morelia-Patzcuaro

Figura 3.4
AM Morelia-Patzcuaro

Figura 3.5
AM Morelia-Patzcuaro

Figura 3.6
AM Morelia-Patzcuaro

Figura 3.7
AM Morelia-Patzcuaro

Figura 3.8
AM Morelia-Patzcuaro

Figura 3.9
AM Morelia-Patzcuaro

Figura 3.10
AM Morelia-Patzcuaro

Figura 3.11
AM Morelia-Patzcuaro

Figura 3.12
AM Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- Árboles muy cerca de la calzada.
- Ramas tapan los señalamientos sin dar mensaje claro al usuario.
- Cunetas azolvadas.

RECOMENDACIONES:

- Campañas trimestrales de conservación rutinaria (poda y chapeo).
- Implementación de defensa metálica de 2 ondas en la mediana dada la cercanía de los árboles a la calzada que generan un riesgo mayor al usuario.

10.4 DEFENSA METÁLICA

Figura 4
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.1
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.2
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.3
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.4
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.5
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.6
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.7
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.8
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.9
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.10
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.11
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.12
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.13
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.14
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.15
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.16
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.17
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.18
DM Morelia-Patzcuaro

Figura 4.19
DM Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- Insuficiente.
- Altura inadecuada (por rencarpetamiento).
- Señalamiento de Bandera sin protección en base.
- Puentes sin protección.

- Falta de un elemento de transición entre la barrera metálica y el puente.
- La tornillería entre elementos a lo largo del camino NO está completa.
- Los sistemas de Fijación no están completos.
- La distancia entre postes es muy variable.
- No existe terminal disipadora de impactos.
- El anclaje de los postes se realizó con concreto hidráulico.

RECOMENDACIONES:

- A lo largo de toda la mediana instalar barrera metálica de doble onda.
- Cuando hay árboles como mínimo implementar barrera metálica.
- Colocar terminal disipadora de energía de tipo ET.
- Complementar la tornillería.
- Realizar la conexión adecuada entre la defensa metálica y el Muro del puente.

10.5 INTERSECCIONES Y ACCESOS CLANDESTINOS PELIGROSOS

Figura 5
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.1
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.2
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.3
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.4
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.5
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.6
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.7
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.9
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.8
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.10
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5-11
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.12
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.13
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.14
IACP Morelia-Patzcuaro

Figura 5.15
IACP Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- A tomar en consideración este tema ya que la mayoría de accidentes según las estadísticas se generan en las intersecciones a nivel.
- No existe ningún señalamiento de disminuya su velocidad.
- Se detectaron 3 retornos clandestinos que de alguna manera provocan accidentes.

RECOMENDACIONES:

- Implementar línea de cebra y botones a la llegada de las intersecciones más peligrosas.
- Indicarle al usuario que se aproxima a un punto de alta concentración de accidentes a través de un tablero electrónico.

10.6 ALCANTARILLAS SIN PROTECCIÓN

Figura 6
ASP Morelia-Patzcuaro

Figura 6.1
ASP Morelia-Patzcuaro

Figura 6.2
ASP Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- Alcantarillas sin protección.
- Cunetas azolvadas.
- Obras de drenaje expuestas.

RECOMENDACIONES:

- Colocar sistema de contención (defensa metálica).
- Campaña trimestral de desazolve y chapeo.

10.7 MURO DE CONTENCIÓN

Figura 7
MC Morelia-Patzcuaro

Figura 7.1
MC Morelia-Patzcuaro

Figura 7.2
MC Morelia-Patzcuaro

Figura 7.3
MC Morelia-Patzcuaro

Figura 7.4
MC Morelia-Patzcuaro

Figura 7.5
MC Morelia-Patzcuaro

Figura 7.6
MC Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- Al no existir barrera central de concreto; se inventan retornos y vueltas en “u” bastante peligrosas.
- Invasiones a carriles contrarios.
- Pésima colocación de barrera central existente (no hay elementos de sujeción en las laterales de cada elemento de concreto).
- Producto de los choques quedan elementos que obstruyen el carril izquierdo, que motiva al usuario a hacer movimientos no adecuados.

RECOMENDACIONES:

- Al salir de la cd. De Morelia se recomienda implementar en el centro la colocación de la barrera de concreto tipo “F” o New Jersey para obligar al usuario a que utilice los retornos autorizados.
- Que en la colocación de la barrera de concreto se tomen en cuenta los elementos de sujeción.
- Programa de Mantenimiento de barreras ya sea para Corrección o para Sujeción.

10.8 OBSTÁCULOS

Figura 8
OB Morelia-Patzcuaro

Figura 8.1
OB Morelia-Patzcuaro

Figura 8.2
OB Morelia-Patzcuaro

Figura 8.3
OB Morelia-Patzcuaro

Figura 8.4
OB Morelia-Patzcuaro

Figura 8.5
OB Morelia-Patzcuaro

Figura 8.6
OB Morelia-Patzcuaro

Figura 8.7
OB Morelia-Patzcuaro

Figura 8.8
OB Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- Todo mundo se estaciona donde se le da la gana.
- Obstrucción de Visibilidad.
- Las motos se pasan al carril de alta sin importarles que otros vehículos vengan a mayor velocidad.
- Piedras que obstaculizan el andar del vehículo y provocan que el conductor maniobre.
- Cunetas completamente azolvadas provocando en temporada de lluvias taponeos.

RECOMENDACIONES:

- Implementar señalamiento de no estacionarse.
- Mantenimiento bimensual de la vía, así como desazolve de cunetas y deshierbe.
- Decirle a la Autoridad, en este caso a la PF Policía Federal que cuando detenga a un vehículo lo haga orillar en un lugar adecuado.

10.9 PAVIMENTOS

Figura 9
PAV Morelia-Patzcuaro

Figura 9.1
PAV Morelia-Patzcuaro

Figura 9.2
PAV Morelia-Patzcuaro

Figura 9.3
PAV Morelia-Patzc3uaro

Figura 9.4
PAV Morelia-Patzcuaro

Figura 9.5
PAV Morelia-Patzcuaro

Figura 9.6
PAV Morelia-Patzcuaro

Figura 9.7
PAV Morelia-Patzcuaro

Figura 9.8
PAV Morelia-Patzcuaro

Figura 9.9
PAV Morelia-Patzcuaro

Figura 9.10
PAV Morelia-Patzcuaro

Figura 9.11
PAV Morelia-Patzcuaro

Figura 9.12
PAV Morelia-Patzcuaro

Figura 9.13
PAV Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

Otra de las características fundamentales en este tipo de estudio es la situación que guarda el pavimento.

- Presenta agrietamientos longitudinales y transversales.
- Material suelto.

- Superficies Irregulares.

- Los bordes del pavimento principalmente en el cuerpo “A” representan un peligro latente al formar un escalón de más de 10 cm.

- La transición entre la calzada y la berma es una preocupación constante por lo alto de esta, resultado de la acumulación de carpetas y no amortiguar su efecto.

- NO existe el Acotamiento.

- En los Retornos, principalmente en el cuerpo “A” no existen carriles de incorporación, cabe comentar que están en pésimas condiciones los carriles habilitados para acotamiento, por lo que no se utilizan.

- Tramos en los que el carril de baja velocidad está en pésimas condiciones.

- Si tuviéramos que calificar el estado del pavimento en el tramo en estudio la calificación que obtendría sería un 8 dadas las condiciones vistas en campo.

RECOMENDACIONES:

- Aplicar principalmente al cuerpo “A” un sello a fin de detener el deterioro existente.

- Reducir los bordes mediante un corte (Chaflán) para mitigar la transición, también puede hacerse con mezcla asfáltica.

- Promover la reestructuración y habilitación de los carriles de incorporación en los retornos.

- Proponer la construcción del acotamiento.

10.10 CUNETAS

Figura 10
CU Morelia-Patzcuaro

Figura 10.1
CU Morelia-Patzcuaro

Figura 10.2
CU Morelia-Patzcuaro

Figura 10.3
CU Morelia-Patzcuaro

Figura 10.4
CU Morelia-Patzcuaro

Figura 10.5
CU Morelia-Patzcuaro

Figura 10.6
CU Morelia-Patzcuaro

Figura 10.7
CU Morelia-Patzcuaro

Figura 10.8
CU Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- Todas las cunetas presentan exceso de azolve.
- Existe en la cuneta rocas de gran tamaño lo que constituye un peligro ante un una salida de emergencia.

RECOMENDACIONES:

- Un buen programa de desazolve.

10.11 CRUCES PEATONALES

Figura 11
CP Morelia-Patzcuaro

Figura 11.1
CP Morelia-Patzcuaro

Figura 11.2
CP Morelia-Patzcuaro

Figura 11.3
CP Morelia-Patzcuaro

Figura 11.4
CP Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- El tramo se encuentra carente de pasos peatonales adecuados.
- Increíblemente a lo largo del tramo de estudio se repite el letrero de velocidad máxima de 90 km/h, sin embargo encontramos también que hay mucho letrero de cruce de escolares.

RECOMENDACIONES:

- Realizar los estudios necesarios para la ubicación y construcción de los pasos peatonales y paraderos de autobús.

- En los puntos considerados en este estudio de alta vulnerabilidad de accidentes proponer un puente peatonal.

10.12 MANTENIMIENTO GENERAL DE LA VÍA

Figura 12
MGV Morelia-Patzcuaro

Figura 12.1
MGV Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- En varias ocasiones se pone a trabajar el personal de mantenimiento de la vía, sin embargo lo hacen sin considerar ninguna advertencia a los usuarios.

- Deficiente instalación de dispositivo de protección de obra.

RECOMENDACIONES:

- Implementar y aumentar elementos para la protección de los trabajos de la obra adecuadamente.

10.13 ADORNOS

Figura 13
AD Morelia-Patzcuaro

Figura 13.1
AD Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- Existen 2 marcos (uno en cada cuerpo) que llevan tiempo de adorno.

RECOMENDACIONES:

- Utilizar dichos marcos para implementar la colocación de 2 tableros electrónicos de mensajes variables, principalmente de disminuya su velocidad.

10.14 CRUCES

Figura 14
C Morelia-Patzcuaro

Figura 14.1
C Morelia-Patzcuaro

Figura 14.2
C Morelia-Patzcuaro

Figura 14.3
C Morelia-Patzcuaro

Figura 14.4
C Morelia-Patzcuaro

Figura 14.5
C Morelia-Patzcuaro

Figura 14.6
C Morelia-Patzcuaro

Figura 14.7
C Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- Increíblemente se hizo un levantamiento en el año 2010 y se tuvo un desafortunado número de **198 cruces** a lo largo del camino, tanto de ida como de regreso. Podemos indicar que el 50% se encuentren en la mediana y el otro 50% se localizan en las laterales del camino.

RECOMENDACIONES:

- Hacer un análisis a fondo en los puntos donde se hayan concentrado más muertes (tal es el caso de la intersección a nivel de la salida a Santiago Undameo y Umécuaro) en el que se contabilizaron **23** cruces; sin embargo lo que no pudimos identificar es si fueron producto de un solo accidente o efectivamente hubo 23 accidentes.

- Revisar los accidentes registrados por la PF en esos puntos y estudiar los posibles ajustes al proyecto geométrico.

10.15 PUNTOS NEGROS Y DE ALTA VULNERABILIDAD

Figura 15
PNASV Morelia-Patzcuaro

Figura 15.1
PNASV Morelia-Patzcuaro

Figura 15.2
PNASV Morelia-Patzcuaro

Figura 15.3
PNASV Morelia-Patzcuaro

Figura 15.4
PNASV Morelia-Patzcuaro

Figura 15.5
PNASV Morelia-Patzcuaro

Figura 15.6
PNASV Morelia-Patzcuaro

Figura 15.7
PNASV Morelia-Patzcuaro

PREOCUPACIONES:

- De acuerdo con la Auditoría hecha a esta carretera, se identificaron 7 potenciales sitios peligrosos y de alta vulnerabilidad de accidentes enumerados de la siguiente forma:

  En el cuerpo "**A**" tenemos:

  1. Intersección salida a Santiago Undameo y Umécuaro. (Km 15.2)
  2. Intersección salida a Tiripetío. (Km 22)
  3. Incorporación que viene de Tiripetío. (Km 26.5)
  4. Salida a la Autopista siglo XXI a Uruapan. (Km 48)

  En el cuerpo "**B**" tenemos:

  5. Proximidad a la curva salida a Tiripetío (Km 22)

6. Intersección salida a Santiago Undameo y Umécuaro. (Km 15.2)

7. Intersección a nivel del motel “MONARCA” (Km 8)

RECOMENDACIONES:

- De manera general se recomienda la implementación de líneas de cebra y botones en el pavimento.

- Colocación de Amortiguadores de Impacto por ejemplo en la salida a Tiripetío y uno más en la salida a la autopista siglo XXI con dirección a Uruapan.

- Colocación de 2 tableros electrónicos de mensajes variables uno en cada cuerpo.

- Colocación de barrera de concreto de tipo “F” o New Jersey.

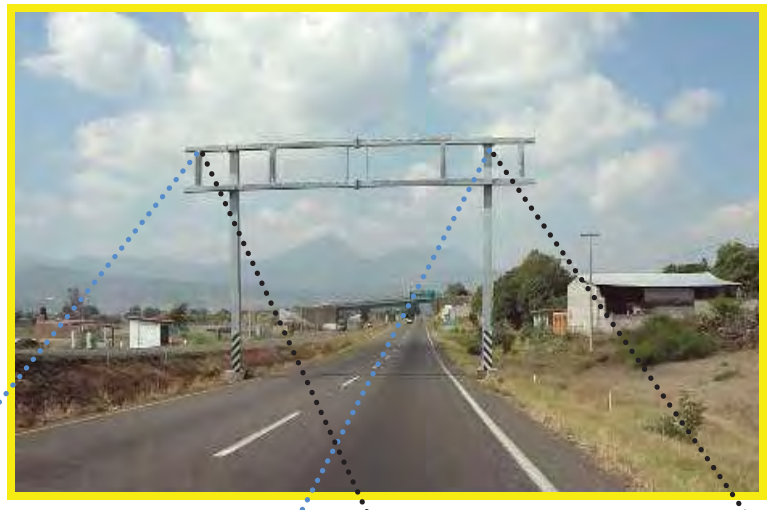
- Colocación de defensa metálica a lo largo de toda la mediana, además de proteger de todos los árboles que en su mayoría se encuentran muy cerca de la calzada.

11.- POSIBLES MEJORAS Y COSTOS

De acuerdo con la cotización emitida por “SEÑALAMEX” con fecha 03 de noviembre del 2010, se tienen los siguientes costos:

ELEMENTO	CADENAMIENTO	CANTIDAD (Metros)	PRECIO UNITARIO	INSTALACION	TOTAL
Barrera metálica de 2 ondas	9+100 al 10+500 **LD**	1,400	385.00	200.00	
	11+460 al 13+000 **LI**	1,540	385.00	200.00	
	13+380 al 15+260 **LI**	1,880	385.00	200.00	
	15+280 al 19+900 **LI**	4,620	385.00	200.00	
	20+200 al 21+620 **LI**	1,420	385.00	200.00	
Barrera central de concreto tipo “F”	5+000 al 6+000	1,000	1´800.00	500.00	
	7+260 al 7+600	340	1´800.00	500.00	
	9+160 al 10+500	1,340	1´800.00	500.00	
	11+240 al 11+340	100	1´800.00	500.00	
	7+700				

Línea de cebra	15+080				
	21+520				
botones	7+700		26.40	35.00	
	15+080		26.40	35.00	
	21+520		26.40	35.00	
Tablero electrónico de bandera *(disminuya su velocidad crucero peligroso)*	*14+940*	*1*	600,000.00	90,000.00	
Tablero Electrónico equipado con radar ()	*20+500*	*1*	730,000.00	95,000.00	
Amortiguador de impacto tipo (TRACC) salida a Tiripetío	*22+000*	*1*			
Amortiguador de impacto tipo (TRACC) salida a Uruapan	*48+000*	*1*			



TABLERO ELECTRONICO
TER-9000
VELOCIDAD MAXIMA
110 Km/h
USTED VA A
140
MANEJE CON PRECAUCION
USE EL CINTURON DE SEGURIDAD

CONTROLADO POR MENSAJES GSM
LL-11
MANEJE CON PRECAUCION
50 km/h

12.- CONCLUSIONES

Como primera conclusión de esta investigación, diremos que la seguridad vial en carreteras puede lograrse mediante una inversión adecuada y creciente a fin de generar mejores usuarios de las vialidades y mejores estándares de diseño, construcción y mantenimiento vehicular y carretero.

En este trabajo se ha presentado una metodología desarrollada y utilizada para la identificación y desarrollo de medidas de mejoramiento de sitios peligrosos en la Carretera Federal 014 Morelia-Pátzcuaro. Se considera que las acciones que mayores beneficios han rendido en los últimos años en materia de mejoramiento de la seguridad vial en la Red Carretera Federal de México, es la inversión en la construcción de autopistas y en la modernización y conservación de las carreteras existentes, así como en el mejoramiento de los sitios de mayor incidencia de accidentes.

Como se describió, el factor humano es un aspecto que debe seguir estudiándose con objeto de entender el comportamiento del conductor y demás usuarios, y hacer que las medidas propuestas sean las más adecuadas.

La investigación debe ser un tema central en el mejoramiento de la seguridad vial de un país. Por una parte, la investigación de accidentes y el análisis de puntos conflictivos permiten tomar medidas, generalmente con una alta relación beneficio-costo, una vez que se han establecido los factores que han contribuido a estos. A la vez, se deben hacer esfuerzos por establecer las pautas de comportamiento de los usuarios de las vías, de manera de enfocar campañas u otras disposiciones que consigan eliminar las malas prácticas, como la conducción bajo el efecto del alcohol, a altas velocidades o con condiciones técnicas deficientes del vehículo. Es claro que esto puede basarse en estudios de comportamiento y actitudes de otros países, pero es necesario tomar en cuenta la idiosincrasia de cada país para que así las medidas sean más efectivas.

Se recomienda el uso de las Auditorias en Seguridad Vial en todas las etapas de un proyecto. De no ser posible el desarrollo de guías para su correcta aplicación, pueden utilizarse algunas desarrolladas por otros países, pero es imprescindible que se adecuen a la realidad del tránsito, infraestructura, climáticas y geográficas de cada país.

Asimismo, está claro que la tarea de lograr la seguridad en carreteras y, en general, en las vialidades debe ser multiorganizacional y multidisciplinaria, por ejemplo, en el CONAPREA están presentes todas las áreas de la SCT, como son las Direcciones Generales de Servicios Técnicos, de Autotransporte Federal, de Protección y Medicina Preventiva en el Transporte, entre otras áreas operativas, pero también están las cámaras y asociaciones de autotransportistas de carga y de pasajeros, que siempre han mostrado su interés en mejorar la seguridad, pues repercute su entorno de trabajo.

La intención es que todos tengan la posibilidad de contribuir para mejorar la seguridad. ¿Por qué multidisciplinaria? porque en la atención de esta problemática es necesario incorporar profesionales de muchas disciplinas: de ingeniería civil, de ingeniería de carreteras, de ingeniería mecánica y vehicular; también de las áreas de la salud, como los médicos, los psicólogos, etc, para atender lo relacionado con el factor humano, es decir, intervenir especialistas de diversos enfoques y organizaciones involucradas. Por las razones anteriores se recomienda la consolidación de un proceso continuo de planeación estratégica y de gestión.

Finalmente, todos somos usuarios de las vialidades; como tales somos responsables de que las condiciones mejoren, es decir, sin importar si se trata de ingenieros, abogados, médicos o cualquier especialista directamente involucrado en el tema, todos participamos como peatones, conductores, ciclistas, etc, y estamos expuestos a

las consecuencias de un accidente, en nosotros mismos o en nuestros seres queridos.

Está en nuestras manos, por ejemplo, usar el cinturón de seguridad y hacer que los demás ocupantes del vehículo lo hagan; no conducir cuando se haya bebido alcohol o consumido drogas o medicamentos, y no permitir que alguien lo haga; y no conducir estresado, cansado o con sueño.

RESEÑA BIBLIOGRÁFICA

1. Sitio de Internet de la Organización Mundial de la Salud (www.who.org).
2. Ogden, K W, Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering. Avebury Technical, Inglaterra (1996).
3. Las pandemias globales: Una evaluación integral de la mortalidad y morbilidad causadas por enfermedades, lesiones y factores de riesgo en 1990 y sus proyecciones al año 2020; Vol. 1. Unidad de Pandemias, Universidad de Harvard (1999).
4. Mendoza, A, Acciones preventivas en seguridad de carreteras. 1er. Congreso Internacional de Ingeniería Vial. Asociación Mexicana de Ingeniería de Vías Terrestres, A C, México (2003).
5. Vehículos de motor registrados en circulación. Sitio de Internet del Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, INEGI (www.inegi.gob.mx). México (2003).
6. Cuevas, A C, et al, Anuario Estadístico de Accidentes en Carreteras Federales, 2001. Documento Técnico No 27, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, Qro (2002).
7. Compendio Estadístico de la Mortalidad Registrada por Accidentes. Consejo Nacional para la Prevención de Accidentes (CONAPRA), Secretaría de Salud.
8. Estrategias de implantación y manejo de la seguridad. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, París, Francia (2001).
9. Trinca, G, et al, Reducing Traffic Injury – A Global Challenge. Royal Australasian College of Surgeons, Australia (1988).
10. Mayoral, E, Contreras, A F, Chavarría, J M y Mendoza A, Auditorías en seguridad carretera. Procedimientos y prácticas. Publicación Técnica 183, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, Qro (2001).
11. Mendoza, A, Quintero, F L y Mayoral, E, Algunas Consideraciones de Seguridad para el Proyecto Geométrico de Carreteras. Publicación Técnica 217, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, Qro (2002).

12. Montoro, L, Alonso, F, Esteban, C y Toledo, F, Manual de Seguridad Vial: El Factor Humano. Editorial Ariel, S A Instituto Universitario de Tráfico y Seguridad Vial (INTRAS), España (2000).
13. Santo-Domingo, J, El Consumo de Alcohol y los Accidentes de Tráfico. Jornadas sobre Alcohol, Drogas y Accidentes de Tráfico. Ministerio de Sanidad y Consumo, España (1987).
14. Del Río, M C y Álvarez, J J, Drogas ilegales y seguridad vial. Masson, España (1996).
15. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Traffic Safety Facts 1997. Department of Transportation, EE UU (1998).