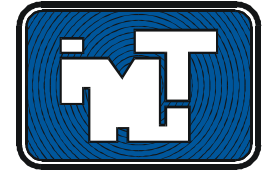




ISSN 0188-7297



SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS

Alberto Mendoza Díaz
Francisco Luis Quintero Pereda
Emilio Francisco Mayoral Grajeda

Publicación Técnica No. 224
Sanfandila, Qro. 2003

**SECRETARIA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE**

Seguridad Vial en Carreteras

**Publicación Técnica No. 224
Sanfandila, Qro. 2003**

Este documento estuvo a cargo del Coordinador de Seguridad y Operación del Transporte, Alberto Mendoza Díaz, y de los investigadores Francisco Luis Quintero Pereda y Emilio Francisco Mayoral Grajeda. Se agradece la colaboración de la Sra Nora Malagón Patiño en la transcripción de algunos manuscritos.

Índice

Resumen	VII
Abstract.....	IX
Resumen ejecutivo.....	XI
1 Introducción	1
1.1 Situación internacional	1
1.2 Situación nacional	2
2 Enfoque administrativo e institucional para controlar la ocurrencia de accidentes en carreteras	5
2.1 Implantación de un proceso de planeación estratégica.....	5
2.1.1 Formulación de una visión o filosofía.....	5
2.1.2 Análisis del problema.....	5
2.1.3 Definición de metas	5
2.1.4 Desarrollo de medidas de mejoramiento	6
2.1.5 Mecanismo de evaluación y monitoreo.....	6
2.2 Estrategias de intervención	6
2.2.1 Control de exposición	6
2.2.2 Prevención de accidentes a través de la ingeniería.....	7
2.2.3 Prevención de accidentes por modificación de la conducta	7
2.2.4 Control de lesiones	7
2.2.5 Manejo de lesionados.....	7
2.3 Sistemas de Administración de la Seguridad	8
3 Mejoramiento de la infraestructura	11
3.1 Auditorías en seguridad carretera	11
3.2 Tratamiento de sitios de alta concentración de accidentes	13
3.2.1 Identificación de sitios peligrosos	13
3.2.2 Diagnóstico de los problemas de colisión	16
3.2.3 Selección de medidas de mejoramiento.....	19
3.2.4 Evaluación de las alternativas de mejoramiento	31
3.2.4.1 Relación beneficio-costo	31
3.2.4.2 Estudios de “antes y después”	33

4	El factor humano	35
4.1	El estrés y la conducción.....	36
4.2	El alcohol y la conducción	37
4.3	Las drogas y la conducción.....	39
	4.3.1 Drogas depresoras.....	39
	4.3.2 Drogas estimulantes.....	39
	4.3.3 Drogas alucinógenas.....	40
4.4	El sueño y la conducción.....	42
4.5	La fatiga y la conducción.....	43
5	Conclusiones	45
	Bibliografía.....	47

Resumen

Este documento destaca que los accidentes viales y sus consecuencias (muertos, lesionados y daños materiales), pueden evitarse mediante una inversión adecuada y creciente para generar mejores conductores y usuarios de las vialidades, superiores estándares de diseño, fabricación y mantenimiento vehicular, y mejores estándares de diseño, construcción y mantenimiento carretero.

Está organizado en cinco capítulos: en el primero se muestra un conjunto de cuestiones introductorias sobre seguridad vial en carreteras; en el Capítulo 2, un enfoque administrativo e institucional recomendado para controlar la ocurrencia de accidentes en las carreteras a través de un proceso de planeación estratégica y de los Sistemas de Administración de la Seguridad; en el Capítulo 3, algunas cuestiones relacionadas con el mejoramiento de la infraestructura, como las auditorías en seguridad carretera y el tratamiento de sitios de alta concentración de accidentes o “Puntos negros”; en el cuarto, consideraciones sobre el factor humano en la ocurrencia de accidentes y se describen algunos elementos (estrés, alcohol, drogas, sueño y fatiga) que influyen en el conductor para que al afectarse su comportamiento genere, como consecuencia, accidentes; finalmente, en el Capítulo 5, conclusiones.

Abstract

This document emphasizes that road accidents and their consequences (fatalities, injuries and property damage) might be avoidable by means of an adequate growing inversion, in order to generate better drivers and other users of the roads, better vehicle design, manufacture and maintenance standards and improved road design, construction and maintenance standards.

Chapter 1 contains some introductory issues; Chapter 2 describes an administrative and institutional approach recommended to control road accidents by implanting an strategic planning process and Safety Management Systems; on Chapter 3, some matters related to infrastructure improvement are presented, such as road safety audits and hazardous road locations (“Black spots”) programs; some considerations related to human factor are mentioned on Chapter 4, as well as some elements (stress, alcohol, drugs, sleepiness and fatigue) that influence driver behavior to cause accidents, as a consequence; finally, some conclusions are shown on Chapter 5.

Resumen ejecutivo

Este documento se organizó en cinco capítulos: en el primero se muestra un conjunto de cuestiones introductorias sobre seguridad vial en carreteras. En el Capítulo 2 se describe un enfoque administrativo e institucional recomendado para controlar la ocurrencia de accidentes en carreteras. En el tres, cuestiones relacionadas con el mejoramiento de la infraestructura. En el Capítulo 4, aspectos o consideraciones sobre el factor humano en la ocurrencia de accidentes y en el cinco, algunas conclusiones.

1. Introducción

El problema de la seguridad vial es un tema de atención prioritaria por parte de los gobiernos, principalmente por tres tipos de razones: humanitarias, de salud pública y económicas.

1.1 Situación internacional

La importancia de atender este problema se basa en argumentos como los siguientes: según datos de nivel internacional de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se tiene arriba de un millón de muertes por año en el mundo por accidentes viales y más de 20 millones de personas lesionadas, para una población del orden de 6 mil millones de habitantes (Referencia 1). La mayoría de esas víctimas ocurre en los países en desarrollo, y las cifras aumentan en la medida en que su parque automotor crece.

En 1990, los accidentes viales ocuparon el noveno lugar dentro de las pandemias que más muertes generan en el mundo (Referencia 2). Algunos estudios han estimado que ascenderán a la tercera posición en 2020, sólo superados por las enfermedades del corazón y la depresión. Comparativamente, el síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) ocupará el décimo lugar y las guerras el octavo. De manera que esta problemática cada vez irá ganando prioridad en relación con las otras causas, por lo que resulta un problema que deberá atenderse con la mayor importancia.

La real tragedia de los accidentes viales es que en gran medida, ellos y sus consecuencias, pueden evitarse mediante una inversión adecuada y creciente para generar mejores conductores y usuarios de las vialidades, superiores estándares de diseño, fabricación y mantenimiento vehicular, y mejores estándares de diseño, construcción y mantenimiento carretero.

1.2 Situación nacional

En la Red Carretera Federal (RCF) se registran anualmente del orden de 60 mil accidentes, 5 mil muertos, 35 mil heridos y 100 millones de dólares de daños materiales (Referencia 3). La Tabla 1 muestra la evolución de los accidentes en la

RCF desde 1996 hasta 2001; en ese período el número de accidentes por año se mantuvo prácticamente constante, sin embargo, ante una tasa promedio de crecimiento del tránsito de 7.4%, resultó una reducción media anual de 5% en el índice de accidentes por cada 100 millones de veh-km. El total de muertos por su parte, una tasa promedio de crecimiento de 3% que, ante la tasa de crecimiento del tránsito de 7.4%, significa una baja en el índice de muertos por cada 100 millones de veh-km, de 3.5%.

Tabla 1
Evolución de la accidentalidad en la RCF, entre 1996 y 2001

Año	Accidentes	Lesionados	Muertos	Accidentes/ 100 millones de veh-km	Lesionados/ 100 millones de veh-km	Muertos/ 100 millones de veh-km
1996	58,158	33,325	4,810	78.9	45.2	6.5
1997	61,147	34,952	4,975	77.5	44.3	6.3
1998	60,951	35,086	5,064	74.0	42.6	6.2
1999	60,507	36,528	5,106	70.4	42.5	5.9
2000	61,115	38,434	5,224	69.2	43.5	5.9
2001	57,426	38,676	5,147	61.0	41.1	5.5

Fuente: Policía Federal de Caminos y Dirección General de Servicios Técnicos, SCT

Los valores anteriores corresponden a fallecimientos en el sitio del percance, por tanto, no se consideran las muertes que ocurrieron dentro de los 30 días siguientes al evento, como se hace en los países más avanzados en esta materia.

Para el caso de México, en el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) se ha estimado el costo directo de los accidentes en carreteras federales del orden de los 1,200 millones de dólares, es decir, alrededor de 0.3% del Producto Interno Bruto (PIB) (Referencia 3). Se estima que si se considerasen todos los ocurridos en las redes de otras jurisdicciones, como las urbanas y las estatales, se tendría que en el país representan del orden de 1% del PIB. En Estados Unidos, estimaciones de 1994, indicaron que el costo de los accidentes viales ascendió a alrededor de 2% de su Producto Interno Bruto.

Por lo anterior, el argumento para realizar inversiones en seguridad no sólo es humanitario: los accidentes viales también representan pérdidas económicas cuantiosas.

2. Enfoque administrativo e institucional para controlar la ocurrencia de accidentes en carreteras

2.1 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.

2.2 Estrategias de intervención

Como resultado del proceso de planeación estratégica deben generarse planes integrales multianuales, que incluyan programas dentro de los siguientes cinco tipos de estrategia: control de exposición; prevención de accidentes a través de la ingeniería; prevención de accidentes por modificación de la conducta; control de lesiones y manejo de lesionados.

Lo anterior para construir programas de mejoramiento de la seguridad vial, 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 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.

2.3 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 los siguientes: I) “La Carretera”; II) “El Conductor”; III) “El Vehículo”; y IV) “Sistémico”. El Instituto Mexicano del Transporte (IMT), coordina el Sistémico, que trata los aspectos de planeación estratégica, 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).

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).

3. Mejoramiento de la infraestructura

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”.

3.1 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 4).

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; **a la terminación del anteproyecto**, en la que se revisa el alineamiento; la tercera es **a la terminación del proyecto definitivo**; la siguiente fase es **a la terminación de la construcción**, para ver si efectivamente la obra fue ejecutada de acuerdo con

lo establecido en el proyecto, y finalmente, una fase terminal es **en el seguimiento de la operación** cuando menos durante los primeros tres años.

Para una auditoría se recomiendan los pasos de la Figura 1. El proceso indicado en la figura puede aplicarse a cualquier proyecto carretero independientemente de su tamaño y 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.

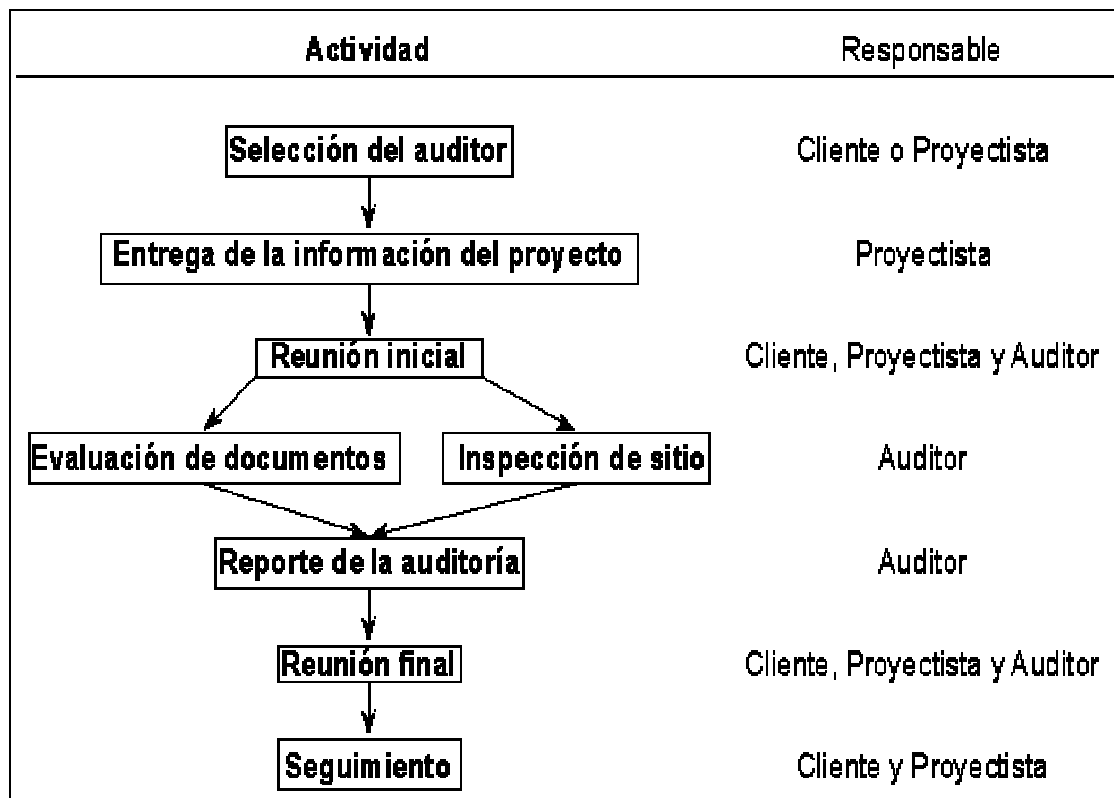


Figura 1
Proceso de una auditoría en seguridad carretera

3.2 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 (Referencia 5):

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.

En la Figura 2 se muestra un diagrama con las tres fases del programa de identificación y tratamiento de sitios de alta concentración de accidentes.

Tanto para la integración de los programas de acciones en la atención de los puntos negros, como para la integración de los programas globales de seguridad, debe hacerse una evaluación económica de las alternativas de mejoramiento que se hayan contemplado: se deben identificar los costos y los beneficios relevantes. Los beneficios estarán representados fundamentalmente por la reducción de los accidentes y sus consecuencias, es decir, sería la diferencia entre el costo de los accidentes antes y después de la mejora.

Otro tipo de evaluación es la estimación de la efectividad de las medidas implantadas mediante estudios de “antes y después”. Básicamente, a lo que estos estudios se refieren es a la comparación del comportamiento de la seguridad en un sitio, antes y después de haberlo tratado. Sin embargo, es importante considerar que los resultados de los estudios pueden estar contaminados por algunos efectos, como la regresión a la media, la migración de accidentes y la compensación del riesgo, que pueden dar conclusiones falsas.

4. 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.

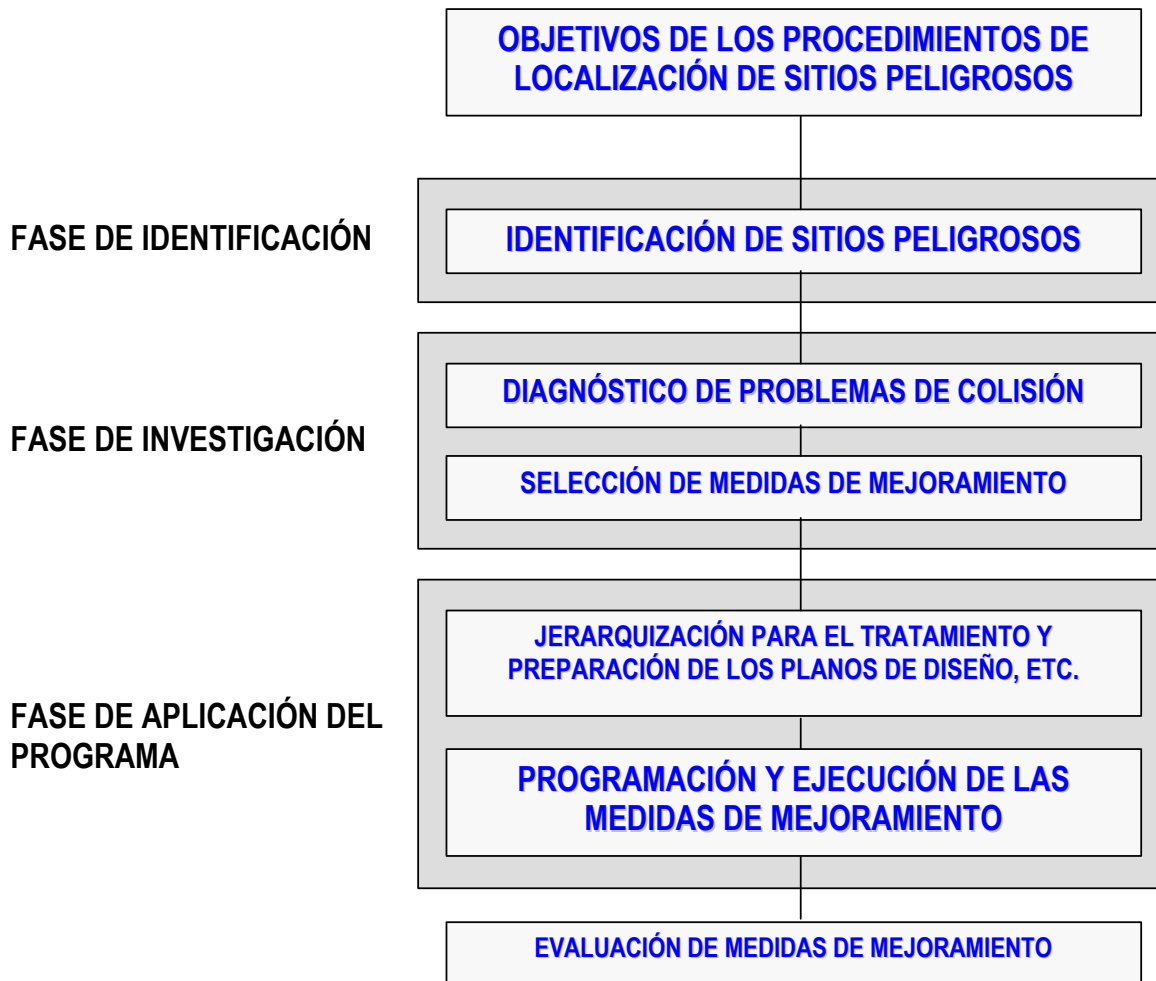


Figura 2
Programa de identificación y tratamiento
de sitios de alta concentración de accidentes

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.

5. Conclusiones

Se puede decir que la tarea de mejorar la seguridad vial debe ser multiorganizacional y multidisciplinaria, por ejemplo, en el CONAPREA se incluyen 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 de la Secretaría, pero también las cámaras y asociaciones de autotransportistas de carga y de pasajeros, porque la intención es que todos tengan la posibilidad de contribuir en el mejoramiento de la seguridad; en el caso de las cámaras, repercute su entorno de trabajo y siempre están muy interesados en 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 todos 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 gestión.

Referencias

1. *Sitio de Internet de la Organización Mundial de la Salud (www.who.org).*
2. *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).
3. Cuevas, A C, et al, *Anuario Estadístico de Accidentes en Carreteras Federales, 2001.* Documento Técnico No 27, Instituto Mexicano del Transporte, Sanfandila, Qro (2002).
4. 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).
5. Ogden, K W, *Safer Roads: A Guide to Road Safety Engineering.* Avebury Technical, Inglaterra (1996).

1 Introducción

Este documento se organizó en cinco capítulos. En este capítulo se muestra un conjunto de cuestiones introductorias sobre seguridad vial en carreteras. En el segundo, un enfoque administrativo e institucional para controlar la ocurrencia de accidentes en estas vías. En el tercero, algunas cuestiones relacionadas con el mejoramiento de la infraestructura. En el cuarto se mencionan aspectos o consideraciones sobre el factor humano en la ocurrencia de accidentes y en el quinto, algunas conclusiones.

El problema de la seguridad vial es un tema de atención prioritaria por parte de los gobiernos, principalmente, por tres tipos de razones: humanitarias, de salud pública y económicas. Para atender este problema conviene considerar argumentos como los siguientes:

1.1 Situación internacional

Según datos de nivel internacional de la Organización Mundial de la Salud (OMS), actualmente se tiene arriba de un millón de muertes por año en el mundo por accidentes viales y más de 20 millones de lesionados, en una población del orden de 6 mil millones de habitantes (Referencia 1). La mayoría de esas víctimas ocurren en los países en desarrollo, y las cifras aumentan en la medida en que su parque automotor crece.

De todas las personas que fallecen en accidentes viales, alrededor de 60% son por accidentes carreteros (Referencia 2).

En 1990, los accidentes viales ocuparon el noveno lugar dentro de las pandemias que más muertes generan en el mundo (Referencia 3). Algunos estudios han estimado que ascenderán a la tercera posición en 2020, sólo superados por las enfermedades del corazón y la depresión. Comparativamente, el Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida (SIDA) ocupará el décimo lugar y las guerras el octavo. De manera que esta problemática cada vez irá ganando prioridad en relación con las otras causas, por lo que resulta un problema que deberá atenderse con la mayor importancia.

La real tragedia de los accidentes viales es que, en gran medida, ellos y sus consecuencias, pueden evitarse mediante una inversión adecuada y creciente para generar mejores conductores y usuarios de las vialidades, superiores estándares de diseño, fabricación y mantenimiento vehicular, y mejores estándares de diseño, construcción y mantenimiento carretero; a diferencia de otras causas de mortandad importantes como son los fallecimientos por cáncer o por enfermedades del corazón, que realmente no son tan evitables como las pérdidas en accidentes viales.

1.2 Situación nacional

La Red Carretera Nacional de México consta de 323,040 km. Está integrada por la Red de Carreteras Federales (RCF), de 48,288 km; la Red Alimentadora, de 63,405 km y la Red de Caminos Rurales, de 211,347 km (Referencia 4). México cuenta con un parque vehicular registrado, del orden de 18.9 millones de unidades (Referencia 5).

En la Red Carretera Federal (RCF) se registran anualmente del orden de 60 mil accidentes, 5 mil muertos, 35 mil heridos y 100 millones de dólares de daños materiales (Referencia 6). La Tabla 1.1 muestra la evolución de los accidentes en la RCF desde 1996 hasta 2001; en ese período el número de accidentes por año se mantuvo prácticamente constante, sin embargo, ante una tasa promedio de crecimiento del tránsito de 7.4%, resultó una reducción media anual de 5% en el índice de accidentes por cada 100 millones de veh-km. El total de muertos por su parte, una tasa promedio de crecimiento de 3% que, ante la tasa de crecimiento del tránsito de 7.4%, significa una baja en el índice de muertos por cada 100 millones de veh-km, de 3.5%.

Tabla 1.1
Evolución de la accidentalidad en la RCF, entre 1996 y 2001

Año	Accidentes	Lesionados	Muertos	Accidentes/ 100 millones de veh-km	Lesionados/ 100 millones de veh-km	Muertos/ 100 millones de veh-km
1996	58,158	33,325	4,810	78.9	45.2	6.5
1997	61,147	34,952	4,975	77.5	44.3	6.3
1998	60,951	35,086	5,064	74.0	42.6	6.2
1999	60,507	36,528	5,106	70.4	42.5	5.9
2000	61,115	38,434	5,224	69.2	43.5	5.9
2001	57,426	38,676	5,147	61.0	41.1	5.5

Fuente: Policía Federal de Caminos y Dirección General de Servicios Técnicos, SCT

Los accidentes en la Red Carretera Federal generan alrededor de 40% de la mortandad en los accidentes viales totales, es decir, el 60% se genera en otras redes, tales como las estatales, las urbanas y las nacionales de menor importancia (p ej, caminos rurales, etc). Asimismo, los ocurridos en la RCF representan el 14% del total de muertos en accidentes de todo tipo, incluyendo los generados en el hogar, en el trabajo, por desastres naturales, etc (Referencia 7). Los valores anteriores corresponden a fallecimientos en el sitio del percance, por tanto, no se consideran las muertes que ocurrieron dentro de los 30 días siguientes al evento, como se hace en los países más avanzados en esta materia.

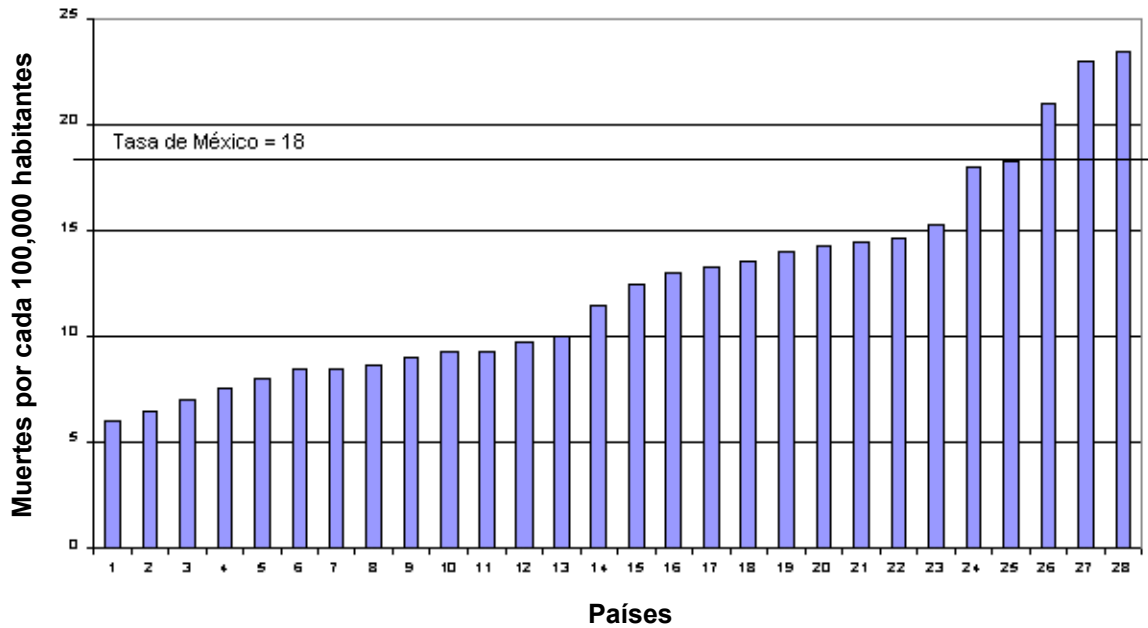
Para el caso de México, en el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) se ha estimado el costo directo de los accidentes en Carreteras Federales del orden de los 1,200 millones de dólares, es decir, alrededor de 0.3% del Producto Interno Bruto (PIB) (Referencia 6). Se estima que si se considerasen todos los ocurridos en las redes de las otras jurisdicciones, como las urbanas y las estatales, se tendría que en el país representan del orden de 1% del PIB. En Estados Unidos, estimaciones de 1994, indicaron que el costo de los accidentes viales ascendió a alrededor de 2% de su Producto Interno Bruto.

Por lo anterior, el argumento para realizar inversiones en seguridad no sólo es humanitario: los accidentes viales también representan pérdidas económicas cuantiosas.

En México, la mayoría de las muertes en el transporte se dan en el modo automotor; por accidentes viales, alrededor de 18 mil por año, dentro de los cuales se incluyen los ocurridos en Carreteras Federales que como se mencionó, son del orden de 5 mil; seguidos por el modo ferroviario, donde hay 200 por año, es decir, hay un margen considerable de diferencia de 18,000 por año en el modo automotor a 200 por año en el ferroviario. El aéreo tiene cifras de 60 por año, y así se podrían mencionar los otros modos con valores menores a este último (Referencia 7).

Para el modo automotor, esa cifra de 18 mil por año da una tasa de riesgo de 18 muertos por cada 100 mil habitantes, considerando la población de México de 100 millones de pobladores. La tasa anterior ubica a México en los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) con mayor índice (en un nivel similar a Polonia e Irlanda, sólo superados por Grecia, Portugal y Corea). En la Figura 1.1 se observa que el Reino Unido y los países nórdicos, que dan mucha importancia a esta problemática y tratan de eliminar la ocurrencia de accidentes en las carreteras, tienen los valores menores del índice mencionado (Referencia 8).

En síntesis, la seguridad vial es un aspecto importante de atender en México. Mantener una acción permanente para dar al problema ciertos márgenes de control es una responsabilidad gubernamental. En el capítulo siguiente se presentan algunas políticas y estrategias de control usadas a nivel mundial.



Nomenclatura de los países:

1 Reino Unido	8 Finlandia	15 Austria	22 Bélgica
2 Suecia	9 Australia	16 Hungría	23 E.E.U.U.
3 Holanda	10 Dinamarca	17 Nueva Zelanda	24 Polonia
4 Islandia	11 Alemania	18 Luxemburgo	25 Irlanda
5 Noruega	12 Canadá	19 Rep. Checa	26 Grecia
6 Suiza	13 Turquía	20 Francia	27 Portugal
7 Japón	14 Italia	21 España	28 Corea

Figura 1.1
Tasa de riesgo para distintos países de la OCDE (2001)

Fuente: *Estrategias de implantación y manejo de la seguridad*. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, París, Francia, 2001

2 Enfoque administrativo e institucional para controlar la ocurrencia de accidentes en carreteras

2.1 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.

2.1.1 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.

2.1.2 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.

2.1.3 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).

2.1.4 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.

2.1.5 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.

2.2 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:

2.2.1 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.

2.2.2 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.

2.2.3 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.

2.2.4 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.

2.2.5 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):

1. **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.
2. **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.
3. **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.

2.3 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).

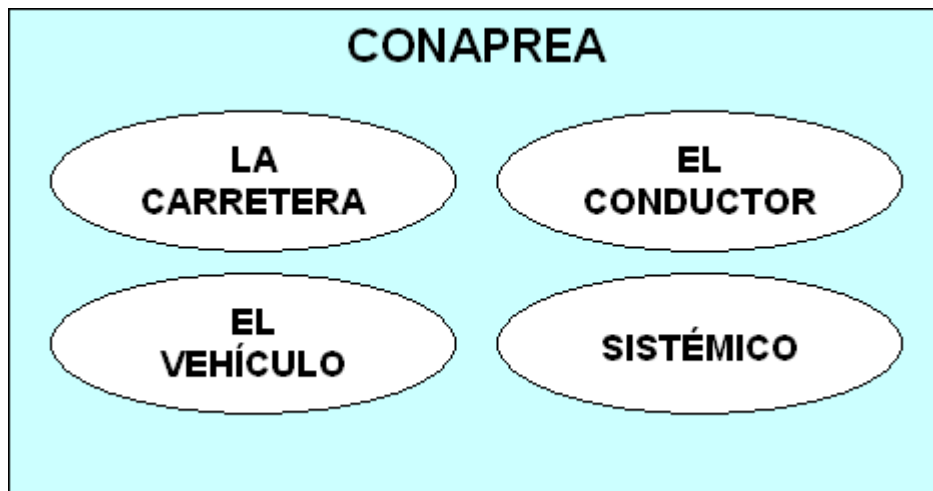


Figura 2.1
Grupos de trabajo del CONAPREA

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).

3 Mejoramamiento 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”.

3.1 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 (Referencia 11).
- 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 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.

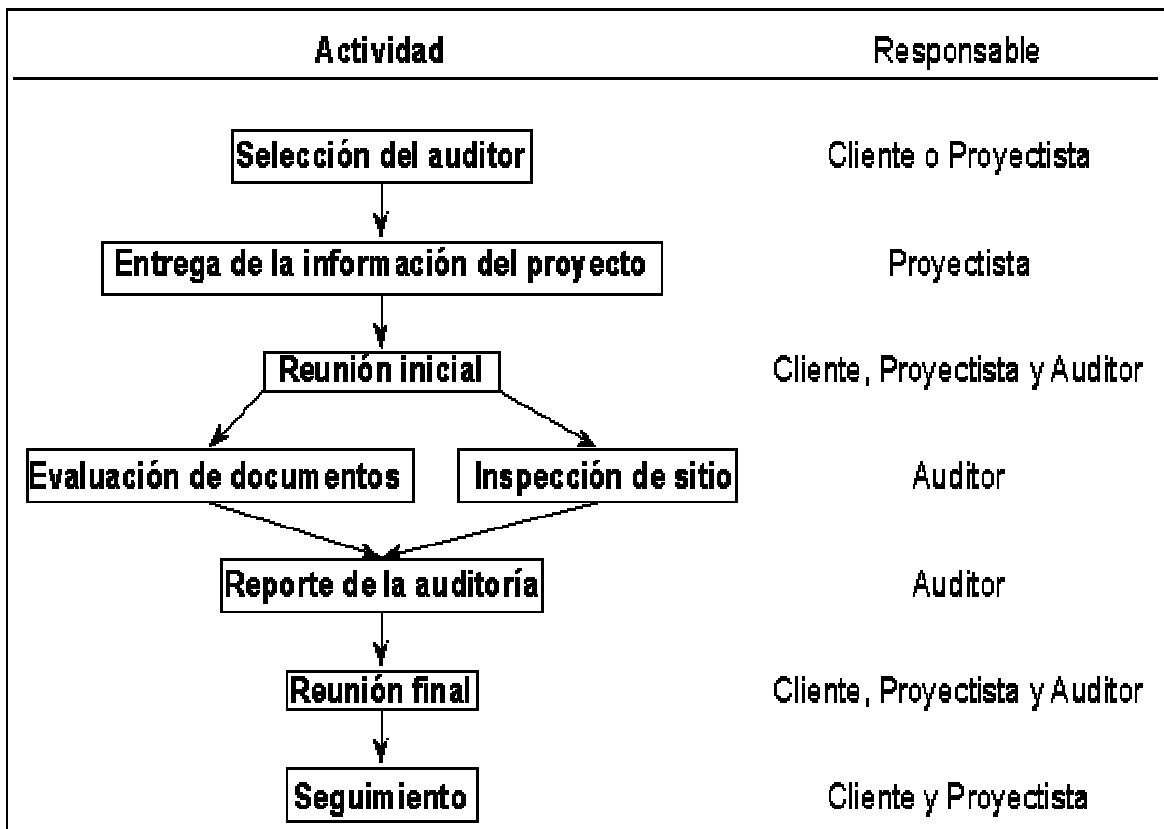


Figura 3.1
Proceso de una Auditoría en Seguridad Carretera

3.2 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 (Referencia 2):

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.

En la Figura 3.2 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.

3.2.1 Identificación de sitios peligrosos

Como ejemplo de esta etapa se presenta la Figura 3.3, en la que se muestra la frecuencia o número de accidentes para 1997, en segmentos de 500 m, en una zona cercana a la ciudad de Querétaro; se observan en rojo los segmentos con 7 a 23 accidentes y que se considerarían sitios de alta peligrosidad, de acuerdo con el criterio del número de accidentes; en verde, los que tuvieron de 4 a 6 accidentes; y en azul, de 1 a 3; en blanco, aquellos en los que no se registraron accidentes.

Sin embargo, en la Figura 3.4 se muestra la misma zona de estudio para el mismo año, pero ahora bajo el criterio de costo total de accidentes por cada 10 mil veh-km; se observan, también en rojo, los segmentos de alta peligrosidad (con costo mayor a 1,000 dólares por 10,000 veh-km recorridos); en verde, entre 100 y 1,000 dólares por 10,000 veh-km; y en azul, aquellos con costos menores a 100. Como se puede apreciar, son diferentes a los de la Figura 3.3 debido a que se han descontado los factores de la longitud y el tránsito vehicular, es decir, los factores de exposición al riesgo.

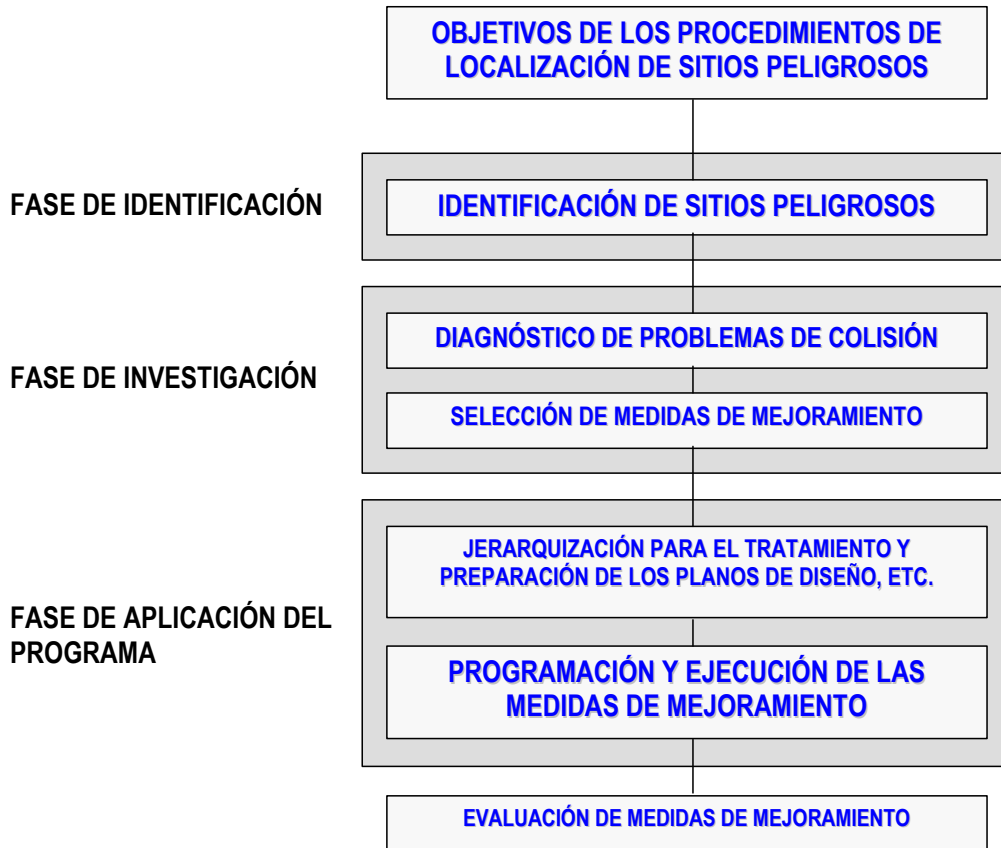


Figura 3.2
Programa de identificación y tratamiento
de sitios de alta concentración de accidentes

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.

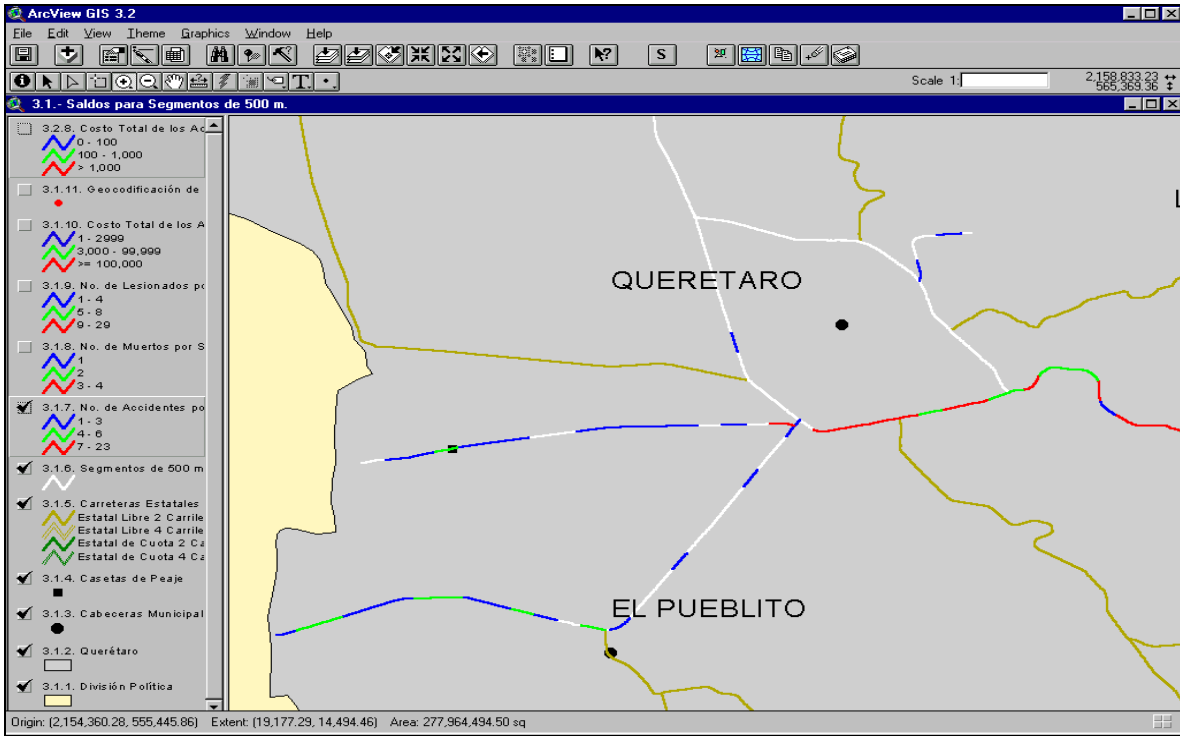


Figura 3.3
Frecuencia o número de accidentes en 1997, por segmentos de 500 m

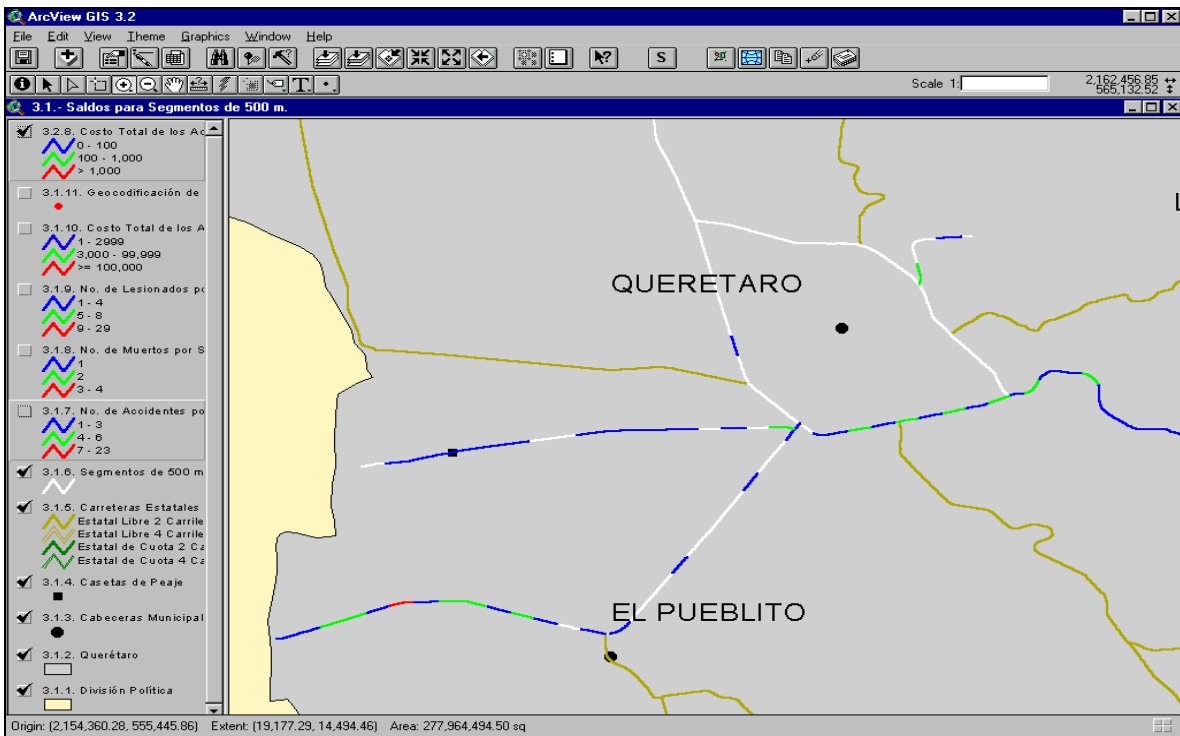


Figura 3.4
Costo total de los accidentes por cada 10 mil veh-km en 1997, por segmentos de 500 m

3.2.2 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 3.5 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.

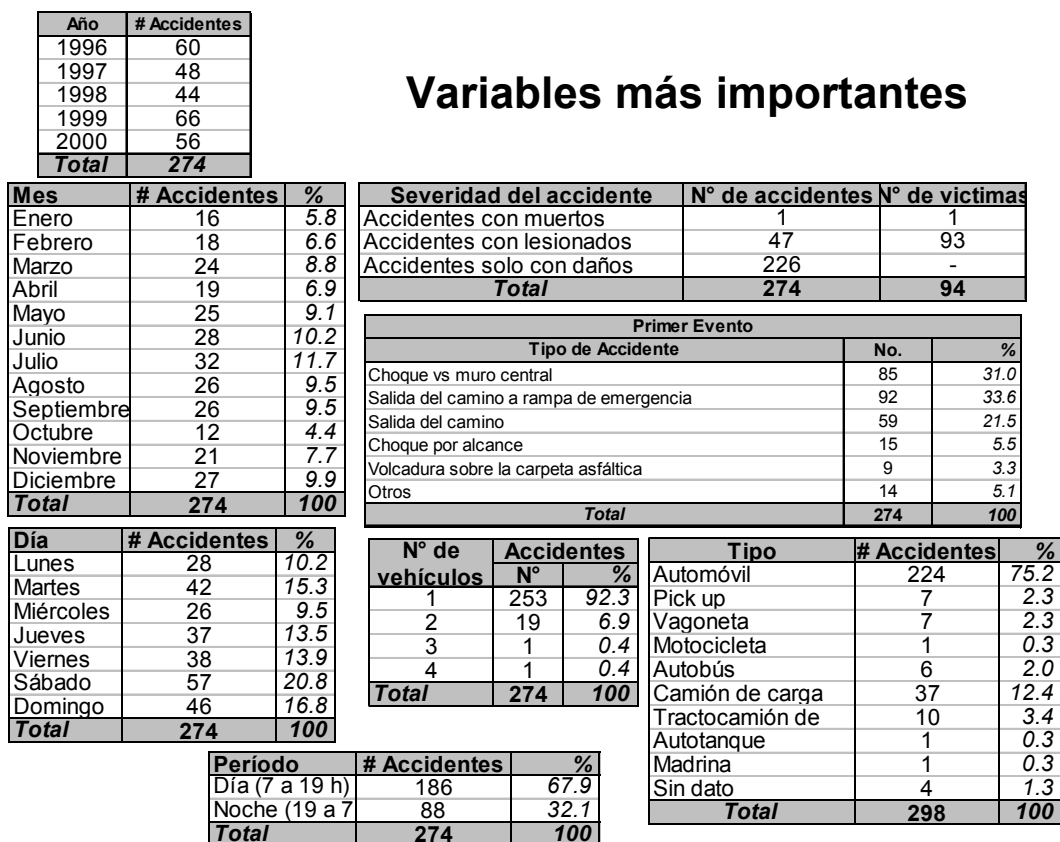


Figura 3.5
Variables y evolución de los accidentes en un sitio

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 3.6 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 3.1, 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.

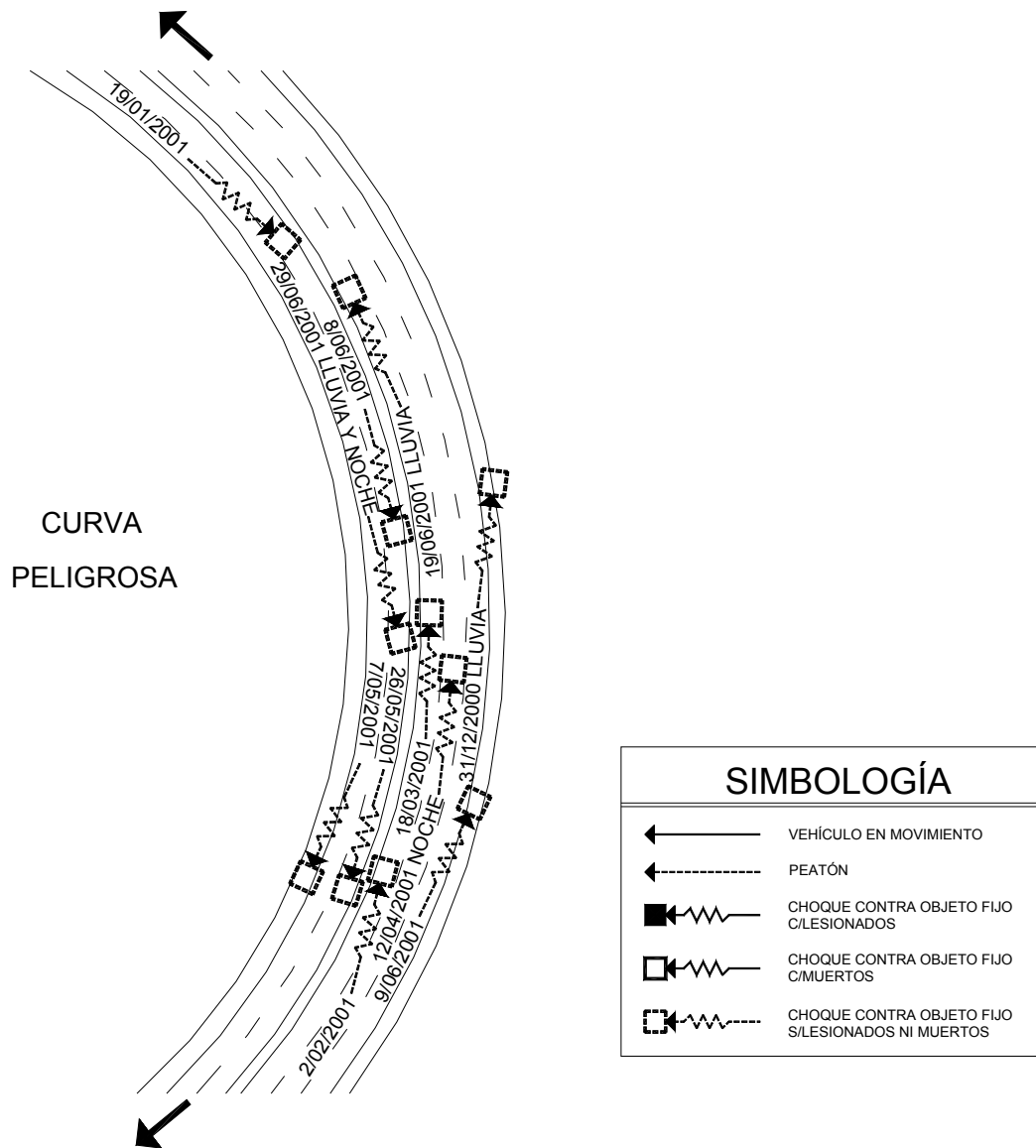













Figura 3.6
Esquema de un diagrama de colisión

TABLA 3.1
Diagrama de factores de accidentalidad
(resumen tabular de la información de cada accidente)

No. DE REPOORTE	1543/2000	0026/2001	0043/2001	0156/2001	0222/2001	0295/2001	0353/2001	0402/2001	0406/2001	0436/2001	0436/52001
FECHA	31/12/00	19/01/01	02/02/01	18/03/01	12/04/01	07/05/01	26/05/01	08/06/01	09/06/01	19/06/01	29/06/01
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

3.2.3 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 3.1 a 3.11 se muestran algunos ejemplos de lo que ocurre en las carreteras actualmente; en la fotografía 3.1, la falta de continuidad de una barrera metálica lateral, provocada inclusive por los mismos pobladores para cruzar la carretera.



Fotografía 3.1
Discontinuidad en una barrera metálica lateral

Por su parte en la 3.2, 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 3.2
Vehículo en sentido contrario en una rampa de autopista

En la Fotografía 3.3 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 3.3
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 3.4 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 3.4
Falta de continuidad de una barrera metálica en una curva

En cuanto a la 3.5, 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 3.5 y 3.6, 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 3.5

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

La Fotografía 3.6 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 3.6
Invasión de un carril de deceleración en una autopista

La 3.7 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 3.7
Venta de alimentos junto a la carretera

Un aspecto importante en la seguridad carretera son las obras de drenaje. En la Fotografía 3.8 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 3.8
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 3.9 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 3.9
Barrera sin tornillos de unión entre sus elementos

Se observa en la 3.10 la discontinuidad entre una barrera metálica y un puente: no hay una conexión apropiada con la barrera del puente.



Fotografía 3.10
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 3.11).



Fotografía 3.11
Altura inadecuada de la barrera

3.2.4 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.

3.2.4.1 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.

Tabla 3.2
Flujos anuales de costos y beneficios para un
horizonte de análisis de 10 años

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

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.

Un ejemplo de lo mencionado en el párrafo anterior es lo que el CONAPREA, a través del Grupo Sistémico, realiza cada año de manera coordinada con diferentes organizaciones del sector público y privado, en el cual se generan los planes anuales del CONAPREA de mejoramiento de la seguridad vial.

3.2.4.2 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 percances se incrementen, lo cual no quiere decir que las medidas adoptadas no hayan sido las adecuadas.

En síntesis, estos aspectos hay que tomarlos en cuenta al evaluar las medidas, porque se puede concluir que una medida es efectiva cuando realmente no lo es, o viceversa: que es efectiva cuando realmente se trata de una regresión a la media; se puede considerar que se ha mejorado un sitio mientras los conflictos sólo migraron; que hay un lugar que se mejora, pero al año siguiente hay más accidentes, no porque la medida por sí misma haya sido inadecuada, sino que las personas tuvieron una menor percepción de riesgo y, por lo mismo tomaron una actitud más agresiva.

En resumen, a la evaluación económica hay que integrar los programas anuales y multianuales de acciones y realizar los estudios de “antes y después” para cuantificar la efectividad de las medidas. Este segundo aspecto es muy importante porque si se invierten recursos económicos para implantar ciertas medidas y no dan los resultados esperados, se deben detectar para realizar las correcciones necesarias o inducir los recursos en la dirección de medidas rentables y eficientes.

4 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.

4.1 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.

4.2 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.

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 las precauciones necesarias y sube el nivel de tolerancia al riesgo. 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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

4.3 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 (Referencia 15).

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.

4.3.1 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 encuentran en un estado inadecuado para conducir, altamente generador de accidentes.

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

4.3.3 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 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	EFFECTOS	CONSECUENCIAS PARA LA CONDUCCIÓN
<u>Depresoras del Sistema Nervioso Central</u>	Psicolépticos	
Opiáceos: Morfina, codeína, heroína, metadona, pentazocina Alcohol Hipnóticos y sedantes	<ul style="list-style-type: none"> • Relajación • Sedación • Sensación de bienestar 	<ul style="list-style-type: none"> • Error en la toma de decisiones • Alteración en la capacidad de identificación • Percepción visual deficiente • Enlentecimiento en el procesamiento de la información
<u>Estimulantes del Sistema Nervioso Central</u>	Psicoanalépticos	
Anfetaminas y sus derivados Cocaína y "crack" Xantinas Té, café Drogas de diseño	<ul style="list-style-type: none"> • Euforia • Estimulación excesiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Sobrevaloración de las propias capacidades
<u>Perturbadoras del Sistema Nervioso Central (alucinógenas)</u>	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)	<ul style="list-style-type: none"> • Distorsiones perceptivas • Ilusiones • Alucinaciones • Relajación • Euforia 	<ul style="list-style-type: none"> • Dificultad para fijar la atención • Alteración de la coordinación motora • Trastornos de la personalidad • Disminución de los reflejos

4.4 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 microsueños, que hacen que se pierda la conciencia respecto de la carretera, señales u otros vehículos durante un lapso muy breve; alteraciones 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 (Referencia 12).

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 (Referencia 12):

- 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 sustancias depresoras del sistema nervioso
- Cambiar de velocidad frecuentemente, y adoptar una postura que no permita la relajación

4.5 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 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 descansa 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 (Referencia 12).

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”.

5 Conclusiones

Como conclusión de este trabajo, 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.

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.

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.

Bibliografía

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).

**CIUDAD DE MEXICO**

Av. Patriotismo 683
Col. Mixcoac
03730, México, D. F.
Tel (55) 56 15 35 75
55 98 52 18
Fax (55) 55 98 64 57

SANFANDILA

Km. 12+000, Carretera
Querétaro-Galindo
76700, Sanfandila, Qro.
Tel (442) 2 16 97 77
2 16 96 46
Fax (442) 2 16 96 71

Internet: <http://www.imt.mx>
publicaciones@imt.mx