



INSTITUTO
MEXICANO DEL
TRANSPORTE



Certificación ISO 9001:2008 ‡

VISIÓN CERO EN SEGURIDAD VIAL: ALGUNAS OPORTUNIDADES DE IMPLEMENTACIÓN EN MÉXICO

Marco Luis Dorado Pineda
Alberto Mendoza Díaz
Emilio Abarca Pérez

**Publicación Técnica No. 466
Sanfandila, Qro. 2016**

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

**Visión cero en seguridad vial:
Algunas oportunidades de implementación en
México**

Publicación Técnica No. 466
Sanfandila, Qro. 2016

Esta investigación fue realizada en la Coordinación de Seguridad y Operación del Transporte, del Instituto Mexicano del Transporte; por el M. en I. Marco Luis Dorado Pineda, el Dr. Alberto Mendoza Díaz y el M. en I. Emilio Abarca Pérez.

Contenido

Resumen	v
Abstract	vii
Resumen ejecutivo	ix
1 Introducción.....	1
1.1 Objetivo	2
1.2 Alcances.....	2
1.3 Metodología	2
2 Antecedentes	3
3 Situación Mundial de la Accidentalidad	7
3.1 La falta del uso del cinturón de seguridad.....	8
3.1.1 Lesiones a partir de la no utilización del cinturón de seguridad.....	9
3.1.2 Programas para la concientización pública del uso del cinturón de seguridad	10
3.2 Conducción bajo los efectos del alcohol	12
3.2.1 Los jóvenes y el alcohol.....	14
3.3 Conducción a exceso de velocidad.....	14
3.4 El uso del casco en motociclistas.....	16
3.5 Diseño y mantenimiento deficiente de las vías	17
4 Enfoque de Sistema Seguro	19
4.1 Enfoques del Sistema Seguro en distintos países y ciudades	22
4.1.1 La Visión Cero de Suecia	22
4.1.2 Enfoque de la Seguridad Sostenible Holandés	24
4.1.3 Enfoque de Sistema Seguro de Australia	25

4.1.4	La experiencia de Edmonton y otras ciudades	25
5	Estrategias de Intervención: Hacia un Sistema Seguro	27
5.1	Programas de fortalecimiento de la seguridad vial.....	27
5.1.1	Control de la exposición	27
5.1.2	Prevención de Accidentes	27
5.1.3	Modificación de la Conducta.....	28
5.1.4	Control de Lesiones.....	28
5.1.5	Manejo de Lesionados.....	29
5.2	El enfoque de las tres “E”	29
5.3	Sistema de Gestión ISO 39001	30
5.4	Recomendaciones de la OCDE/FIT	32
5.5	Tecnologías vehiculares activas diseñadas para evitar colisiones.....	33
5.5.1	Asistencia Inteligente de Velocidad (ISA por “Intelligent Speed Assistance”)	33
5.5.2	Frenado Automático de Emergencia (AEB por “Automatic Emergency Braking”).....	34
5.5.3	Control Electrónico de Estabilidad (ESC por “Electronic Stability Control”)	35
5.5.4	Tecnologías para Mantenerse en el Carril (LKT por “Lane Keeping Technologies”)	36
5.5.5	Sistema de Prevención de Colisiones (CAS por “Collision Avoidance System”).....	37
5.5.6	Sistema de Control de Tracción (TCS por “Traction Control System”)	38
5.5.7	Etilómetro de interrupción de encendido para vehículos (“Alcolock”)	39
5.6	Tecnologías vehiculares pasivas diseñadas para reducir el riesgo de una lesión severa en el evento de una colisión	40
5.6.1	Sistemas de retención	40
5.6.2	Bolsas de aire (“Airbags”).....	45
5.6.3	Medidas sistémicas y Sistemas de Protección Delantera (FPS por “Frontal Protection Systems”).....	47
5.6.4	Evaluación de vehículos nuevos (NCAP por “New Car Assessment Program”).....	47
5.7	Tecnologías vehiculares diseñadas para la gestión de la velocidad	49

5.7.1	Cámaras de velocidad	49
5.7.2	Señales de mensaje variable.....	50
5.7.3	Asistencia Inteligente de la Velocidad	50
5.8	A través del diseño y operación de la infraestructura.....	52
6	Conclusiones y Recomendaciones	57
	Bibliografía	59

Resumen

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, se estima que cada año en el mundo mueren 1.2 millones de personas, a causa de accidentes de tránsito, y 50 millones resultan heridas. Dicha organización también reporta que, para el año 2030, espera que las muertes por accidentes viales en países de bajos a medios ingresos sean la cuarta causa de muerte entre la población. Derivado de este mal, la Asamblea General de las Naciones Unidas lanzó el 2 de marzo de 2010 el Decenio de Acción de la Seguridad Vial 2011-2020, el cual tiene como meta para el decenio “estabilizar y luego reducir el nivel pronosticado de muertes en accidentes viales en todo el mundo para el año 2020”. La Segunda Conferencia Global de Alto Nivel sobre Seguridad Vial “Tiempo de Resultados”, celebrada por el Gobierno de Brasil, del 18 al 19 noviembre de 2015, adoptó la “Declaración de Brasilia”; que, entre otras cosas, da la bienvenida a un nuevo objetivo de reducción de víctimas por parte de las Naciones Unidas, se compromete a “la plena y oportuna aplicación del Plan Mundial para el Decenio de Acción y reconoce que hay una responsabilidad compartida para avanzar hacia un mundo libre de muertes y lesiones graves por accidentes viales”. Esta “responsabilidad compartida” es un llamado a los gobiernos, empresas privadas, concesionarios de las carreteras y usuarios, a tomar conciencia y realizar acciones que prevengan los accidentes y disminuyan sus consecuencias. De esta manera surge el Enfoque de Sistema Seguro (ESS), el cual alienta una visión de cero accidentes mortales y lesiones graves en las carreteras (Visión Cero). Dado que los usuarios pueden cometer errores que conduzcan a accidentes viales y dado que los seres humanos somos frágiles, la Visión Cero propone que el suministro de todos los componentes del sistema vial sea realizado bajo la óptica de evitar el error humano y de buscar que el sistema sea indulgente para que, en caso de que el error se produzca, el accidente asociado no resulte en muertes y lesiones severas. Por lo tanto, este documento describe y enfatiza las ventajas de la Visión Cero, y las oportunidades de implementación en México.

Abstract

According to the World Health Organization, it's been estimated that every year about 1.2 million people lost their lives and 50 million result injured in car accidents around the world. The same organization also reported that by the year 2030 the deaths by car accidents will be the fourth cause of morbidity in middle and low income countries. In response of this epidemic scenario, the United Nations General Assembly released the Decade of Action for Road Safety program in March 2 of 2011, which main goal for the decade is "to stabilizing and then reducing the forecasted level of global road fatalities year 2020". The Second Global High-Conference on Road Safety "Time for Results", a meeting held on 18 - 19 November 2015 by the Brazilian Government which goal was to adopt the "Brasilia Declaration", which among other goals, welcomes a new objective from the United Nations of casualty reduction, makes the compromise of the wide application of the Decade of Action for Road Safety plan and recognizes that there's a shared responsibility towards a world free of deaths and major injuries caused by road accidents. This "shared responsibility" is a government, private enterprises, road concessionaires and road users call to become aware and to take action in the prevention of accidents and major injuries and to minimize their consequences. Derived from this approach, the Safe System Approach (SSA) emerges and encourages to a "Zero Vision" of major injuries and deaths in the roads. Given that the human beings are fragile and that we can make mistakes that could be potential accidents, the SSA proposes that all the supply of components of the road system be made under the scope of avoiding the human error and that the system be forgiving, and if an accident occur, the consequences don't derive in deaths or major injuries. Therefore, in this document are described and emphasizes the advantages of the SSA and their opportunities of implementation in México.

Resumen ejecutivo

A partir de la proclamación del Decenio de Acción por la Seguridad Vial 2011-2020 (por parte de la Organización de las Naciones Unidas); varias naciones, entre ellas México, se han ido sumando al Plan Global para el Decenio de Acción (declarado por la Organización Mundial de la Salud, OMS). Al menos cien países se han unido a este decenio de acción; sin embargo, es necesario abordar el problema de manera holística; es decir, que se involucren múltiples acciones de los diversos sectores ya sea que tengan una relación directa o indirecta con el problema de la accidentalidad. De acuerdo con la OMS, estas acciones -para que puedan considerarse efectivas- deben de considerar el diseño de infraestructura más segura e incorporar la implementación de metodologías que consideren la aplicación de normas que favorezca de manera positiva la seguridad vial dentro de los planes de transporte y uso de suelo; el establecimiento de normas para los requisitos mínimos de elementos de seguridad con los que deben contar los automóviles y el mejoramiento de dichos elementos de seguridad; y el establecimiento de políticas para el mejoramiento de la atención a las víctimas posterior a un choque. Derivado de estas necesidades, han comenzado a plantear enfoques -en distintos países- en los que se considera la seguridad vial como un sistema en donde intervengan diferentes actores (políticos, usuarios, diseñadores de carreteras, fabricantes de autos, entre otros) para atacar el problema de las muertes y lesiones graves por los accidentes viales, es así como se plantean el Enfoque de Sistema Seguro (ESS).

El ESS es una ideología basada en la posición ética de que no es aceptable que las personas resulten muertas o gravemente heridas al desplazarse por la red vial.

De acuerdo con la OMS, los factores que más contribuyen a los accidentes de tránsito y a la severidad del accidente son: la negación de portar el cinturón de seguridad por parte de los conductores de automóviles, conducción en estado de ebriedad, exceso de velocidad, falta de uso de casco en motociclistas, y el deficiente diseño y mantenimiento de las vías.

Uso del cinturón de seguridad

En cuanto a la utilización del cinturón de seguridad, las estadísticas obtenidas del porcentaje de utilización de este elemento de seguridad de los países en los que se pudo recabar la información se concentran en la tabla 1.

Tabla 1. Porcentaje de utilización del cinturón de seguridad en los países mostrados

PAIS	Asiento delantero del conductor %	Asiento delantero del copiloto %	Asientos traseros %
Albania	52	27	27
Bulgaria	55	55	n/d
Canadá	91	90	80
Costa Rica	82	76	48
Croacia	65	27	8
República Checa	61	n/d	13
Dinamarca	84	n/d	58
Egipto	70	45	n/d
Estonia	73	75	21
Finlandia	89	89	80
Francia	88	97	n/d
Alemania	93	95	86
Israel	91	88	34
Luxemburgo	74	78	60
Malta	99	93	25
Mauricio	94	84	n/d
Holanda	90	91	69
Noruega	85	90	92
Portugal	88	84	25
Eslovenia	83	83	40
Sudáfrica	81	50	8
España	87	89	52
Suiza	81	n/d	56
Reino Unido	93	93	83

Conducción en estado de ebriedad

Sin duda, la conducción en estado de ebriedad es una de las conductas más irresponsables que llevan a cabo los conductores de automóviles.

Dentro de las muertes debido al consumo de alcohol, los accidentes de tránsito se encuentran en segundo lugar, con un total de 268,246 personas fallecidas; el cual sólo es superado por las muertes por cirrosis, con un total de 372,995 muertes.

Exceso de velocidad

La conducción a exceso de velocidad se ha catalogado como un punto de riesgo clave en los accidentes de tránsito. Pasanen explica que la probabilidad de un peatón de sobrevivir a un impacto a 30 km/h es del 90%, mientras que decrece a menos del 50% de sobrevivir al impacto si el vehículo viaja a 55 km/h y es casi nula cuando la velocidad de impacto es mayor de 80 km/h, según se muestra en la figura 1.



Figura 1. Gráfica que muestra la probabilidad de muerte de acuerdo con la velocidad de colisión contra el peatón o ciclista (Pasanen, 1991)

El uso del casco en motociclistas

Las lesiones en la cabeza son la principal causa de muerte entre motociclistas y ciclistas. En Europa, las lesiones en la cabeza corresponden al 75% de las muertes entre usuarios de vehículos de dos ruedas; en algunos países de bajos y medios ingresos se estima que las muertes por lesiones craneales asciende al 88% entre este mismo tipo de conductores. Mundialmente, existe una tendencia de crecimiento en el número de usuarios que adquieren motocicleta o bicicleta como medio de transporte. El incremento de motocicletas y bicicletas se puede notar de manera muy generalizada en países asiáticos.

Diseño y mantenimiento deficiente de las vías

Las carreteras con poco mantenimiento de la superficie presentan problemas para los automovilistas; ya que las carreteras con grietas y baches provocan que los vehículos automotores se desvíen de su trayectoria, así como los agujeros de mayor tamaño ocasionan que se pierda totalmente el control de los vehículos. Asimismo los problemas son mayores en época de lluvias, ya que las deformaciones en la superficie de rodamiento provocan la acumulación excesiva de agua y por tanto se corre el riesgo de que se presenten accidentes a causa del efecto de “acuaplaneo” por parte de los conductores.

Enfoque de Sistema Seguro o Visión Cero

El ESS alienta una visión de cero accidentes mortales y lesiones graves (Visión Cero). Este enfoque está destinado a combatir las principales causas de los accidentes, como los mencionados en párrafos anteriores; de manera que las consecuencias de estos no sean fatales ni sus secuelas dejen lesionados de gravedad.

Los principios fundamentales del ESS son:

- Los seres humanos suelen cometer errores que pueden conducir a accidentes viales. Este principio es el reconocimiento de que las personas somos falibles y cometemos equivocaciones que pueden generar accidentes.
- El cuerpo humano es frágil por naturaleza, y tiene una capacidad limitada para resistir las fuerzas derivadas de las colisiones.
- A diferencia del enfoque que culpaba exclusivamente a la víctima, el ESS considera que tanto los usuarios de las vías como los proveedores de los distintos componentes del sistema (p. ej. diseñadores de las vías; gerentes viales; responsables de las regulaciones, su seguimiento y atención; la policía; los organismos de justicia; los fabricantes de vehículos; las empresas de transporte; los servicios de salud; etc.) comparten la responsabilidad de adoptar medidas para que los accidentes viales no conduzcan a lesiones mortales o graves. Por lo tanto, reconoce que la víctima puede tener parte de la culpa pero ello no exime de su responsabilidad a los distintos proveedores del sistema.
- Todas las partes del sistema deben reforzarse – caminos, zonas laterales, velocidades, vehículos y uso vial – de tal manera que si una falla, otras partes aún seguirán protegiendo a todas las personas involucradas.

En otras palabras; en el ESS, los componentes del sistema deben diseñarse para evitar el error humano así como para perdonarlo de manera que en caso de ocurrir este; ello no conlleve la generación de muertes o lesiones graves. En esto reside la importancia de la disciplina de los “Factores Humanos” en este enfoque. Adicionalmente, el ESS demanda la realización de acciones sistémicas que sean contundentes y efectivas; es decir, definitivas.

1 Introducción

La Organización Mundial de la Salud (WHO, 2013), en el reporte global de la seguridad vial emitido en octubre de 2015, establece que a pesar de los esfuerzos realizados por las diversas organizaciones en los distintos países que han tomado acción para la prevención de los accidentes de tránsito, alrededor de 1.25 millones de personas perdieron la vida, a consecuencia de un accidente vial en el año 2013. Asimismo menciona que las colisiones en las vialidades lideran la causa de los accidentes en jóvenes de 15 a 29 años. De acuerdo con el reporte de la organización, una de las causas de las cifras mencionadas anteriormente es debido a que los países no han hecho lo suficiente para que las leyes que regulan los factores de riesgo conductuales sean obedecidas por los conductores, ya que la aplicación de estas no se hace de manera eficaz o no cumple con los requerimientos de buenas prácticas.

Si bien los enfoques para atacar los accidentes viales han ido evolucionando a través del tiempo, aún existen deficiencias en reconocer a todos los actores involucrados dentro de esta epidemia.

Consciente de la importancia que la accidentalidad vial (y sus secuelas derivadas de muertos, heridos, discapacitados y daños materiales) ha venido cobrando como pandemia en el mundo, y dado que se ha convertido en una de las principales causas de muerte en personas menores de 35 años; la Asamblea General de las Naciones Unidas lanzó en el año 2010 el Decenio de Acción por la Seguridad Vial 2011-2020 (ONU, 2010) y en el año 2011 el Plan Global para el Decenio de Acción (WHO, 2011). En ese mismo año México se adhirió al Decenio de Acción (DOF, 2011). El Plan Global tiene la meta de estabilizar y luego reducir en 50% las muertes proyectadas al año 2020 y está organizado alrededor de cinco pilares: (I) Gestión de la seguridad vial, (II) Movilidad y vías más seguras, (III) Vehículos más seguros, (IV) Usuarios de las vías más seguros, y (V) Respuesta después de la colisión. Por lo retadora de la meta planteada, el Plan Global adopta un enfoque innovador denominado Enfoque de Sistema Seguro (OECD, 2008) y recomienda implementarlo en todos los países, independientemente de su nivel socioeconómico y del nivel de desarrollo de su infraestructura.

El Enfoque de Sistema Seguro (ESS) se basa en la posición ética de que no es aceptable que las personas resulten muertas o gravemente heridas al desplazarse por la red vial. Se apoya en el objetivo de largo plazo de eliminar los accidentes que generan muertes y lesiones severas; proporciona además un marco para pasos intermedios y un conjunto de principios de diseño y operación para orientar la acción. Dado que la visión es de cero tolerancia hacia las muertes y lesiones severas producidas por accidentes viales, también se le denomina Visión Cero.

En el siguiente documento, pretendemos dar un panorama de la situación actual en materia de seguridad vial en nuestro país, así como de los países que han implementado la Visión Cero; con la finalidad de poder resaltar las acciones más eficaces y que puedan ser implementadas en nuestro país.

1.1 Objetivo

Generar recomendaciones sobre lo que en materia de la Visión Cero pudiera implementarse en México, y las condiciones para ello, a partir de la revisión del mismo y del análisis de algunos accidentes con muertes y lesiones severas.

1.2 Alcances

Este trabajo se limita a la generación de recomendaciones dirigidas a desarrolladores de políticas, interesados en la implementación de la Visión Cero en nuestro país.

1.3 Metodología

La metodología utilizada es el análisis de algunos accidentes con muertes y lesiones severas, a partir de los cuales se identificarán las fallas que condujeron al accidente y sus secuelas, así como las recomendaciones para remediarlas mediante la implementación de medidas de la Visión Cero; para lo cual señala los requerimientos, las resistencias, etc.

2 Antecedentes

Inicialmente describimos, a manera de antecedentes, los enfoques de gestión de la seguridad vial que han existido en el mundo.

Hay que mencionar que el primer automóvil, como tal, se patentó en el año 1886 por Karl Benz, la primera muerte por un accidente vial se presentó en 1889 y el primer atropellamiento se produjo en 1899.

Así, desde los inicios del Siglo XX se dio un desarrollo impresionante de la actividad vehicular, lo que nos ha llevado a que en la actualidad (2015) existan más de 1,200 millones de vehículos de motor circulando por las vías del mundo. Con este desarrollo se han generado grandes incrementos de la movilidad y las velocidades de circulación, y con ello de los accidentes viales. Hasta la fecha, más de 1.2 millones de personas mueren en accidentes viales, y 50 millones resultan severamente lesionadas, anualmente en todo el mundo. A la par con el agravamiento de este problema, han surgido diferentes enfoques de gestión de la seguridad vial.

Una de las primeras posturas asumidas en materia de gestión de la seguridad vial fue el que los accidentes viales son un problema para el cual “no hay cura” (Haight, 1985). Las lesiones por accidente vial son el resultado del intercambio de energía involucrado cuando un vehículo que posee energía cinética impacta a otro vehículo, un objeto en las zonas laterales o un ser humano; por lo tanto, una consecuencia inevitable de la movilidad (Turner y Smith, 2013). Sin embargo, es posible tomar medidas para minimizar sus consecuencias. Esta toma de conciencia es importante porque cambia el enfoque de que es un problema para el cual “no hay cura”, a uno cuyas consecuencias pueden ser mitigadas si se dedican suficientes recursos para ello y se sujeta a una gestión permanente. Al igual que con otras áreas de la salud y la seguridad pública, el objetivo realista no puede ser eliminar completamente el problema, sino reducirlo a niveles aceptables y manejables.

Otro de los enfoques a través de los que ha evolucionado la gestión de la seguridad vial en el mundo es el que se basa en los conceptos de “causa” y “culpa”. Este enfoque es extremadamente simplista y en él la persona “correcta” es absuelta y el “infractor” es culpable, por lo que puede ser censurado y castigado. Para determinar la culpabilidad, hay una serie de frases emotivas, representativas de la secuencia causal (p. ej. exceso de velocidad, no circular por la derecha, en estado de embriaguez, sin experiencia, conducción distraída, o la tristemente célebre “falla en conducir con seguridad”, etc.). Estas actitudes moralistas y de prejuicio han dado lugar en otras áreas de la salud pública a

“culpar a la víctima”, (p. ej. durante muchos años no se combatieron las enfermedades infecciosas, pues se consideraba que eran producidas por el estilo de vida sucio y pobre de la gente marginada). Sin embargo, en la medida en que ha sido abandonado este punto de vista, existen avances importantes.

Posteriormente apareció el enfoque monocausal, en el que cada accidente era una desgracia con una sola causa y, por lo tanto, en este caso la gestión buscaba remover dicha causa. Las deficiencias más grandes que este enfoque provocó era que eliminar un problema podría presentar otros de mayor magnitud, así como la dificultad de encontrar una solución única a los diversos problemas de los accidentes y por último la promoción del perfeccionismo, que llevaba a la actitud de “culpar a la víctima”.

Actualmente, en materia de seguridad vial, se considera que los seres humanos cometen errores que pueden producir accidentes viales y que, por lo cual, tanto los usuarios como los proveedores de los distintos componentes del sistema (p. ej. diseñadores de las vías; responsables de las regulaciones, su seguimiento y atención; la policía; los organismos de justicia; los fabricantes de vehículos; las empresas de transporte; los servicios de salud; etc.) comparten la responsabilidad de adoptar medidas adecuadas para que los accidentes viales no conduzcan a lesiones mortales o graves. A partir de este enfoque, se deriva que la seguridad vial debe estar integrada por un sistema que actúe en pro de la minimización de las consecuencias graves de los accidentes a partir de la actuación de todos los elementos del sistema antes mencionados. Este enfoque es el denominado Sistema Seguro (SS).

El objetivo de este trabajo es tratar de identificar oportunidades de implementación de la Visión Cero en nuestro país, ya que dentro de los enfoques manejados desde los comienzos de la implementación de la seguridad vial, la Visión Cero ha dado resultados favorables alrededor del mundo.

Cabe mencionar que los mejores enfoques en materia de seguridad vial tienen como punto de partida la consideración de que es éticamente inaceptable que ocurran muertes y lesiones graves por accidentes viales.

Además de abandonar los conceptos de que los accidentes viales son un problema para el que “no hay cura”, y de que los culpables de ellos son sólo las víctimas, la gestión moderna de la seguridad vial también sustituye el objetivo de reducir la frecuencia de los accidentes con el de reducir sus consecuencias. Este enfoque reconoce que hay tres fases que intervienen en un accidente: la previa, el momento de este y la posterior. Por lo tanto, en vez de ponerse todo el esfuerzo en la fase previa (prevención), también se buscan paliar las lesiones en el momento del accidente (p. ej. mediante cinturones de seguridad) y proporcionar servicios médicos de emergencia después del mismo. Ni los cinturones de seguridad ni los servicios de emergencia evitan que los accidentes ocurran; sin embargo, ambos han resultado muy efectivos en reducir la severidad y el costo de los accidentes viales.

Otro avance en la gestión de la seguridad vial se basa en reconocer que las pérdidas producidas por los accidentes viales pueden reducirse mediante la disminución de la exposición a situaciones de riesgo. Por lo tanto, una estrategia eficaz consiste en reducir la exposición de los grupos de riesgo (p. ej. la prohibición a conducir bajo efectos del alcohol a los conductores jóvenes principiantes). En relación con la infraestructura, el mismo principio demanda la realización de intervenciones de mejora, primeramente en los sitios con mayor densidad de tránsito y probabilidad de accidentes. Las mejoras por implementar buscarán evitar que ocurran accidentes, o reducir su severidad; así como minimizar la posible incidencia del factor humano en la generación de los mismos (medidas de sistema seguro).

En este documento, además de mencionar las estrategias aplicadas en los países que han adoptado el ESS o Visión Cero dentro de su normativa, propondremos líneas de acción para poder implementar la Visión Cero en las diferentes esferas que tienen injerencia dentro de la reducción de la severidad de los accidentes, así como la prevención de éstos. En el siguiente apartado, describiremos el panorama actual de la situación de accidentalidad en el mundo, a fin de sentar los problemas que pretende resolver la Visión Cero.

3 Situación Mundial de la Accidentalidad

El Reporte Global del Estado de la Seguridad Vial (WHO, 2013) es el medio por el cual la Organización Mundial de la Salud evalúa y monitorea los resultados del programa denominado “Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011-2020”, el cual tiene el objetivo de estabilizar y posteriormente reducir las cifras pronosticadas de víctimas mortales en accidentes de tránsito alrededor del mundo; México se sumó a dicha iniciativa, el 6 de junio de 2011.

En este reporte, la Organización Mundial de la Salud ha catalogado a los accidentes automovilísticos como una epidemia en crecimiento, ya que lideran las causas de muerte entre personas de 15 a 29 años de edad (Figura 3.1).

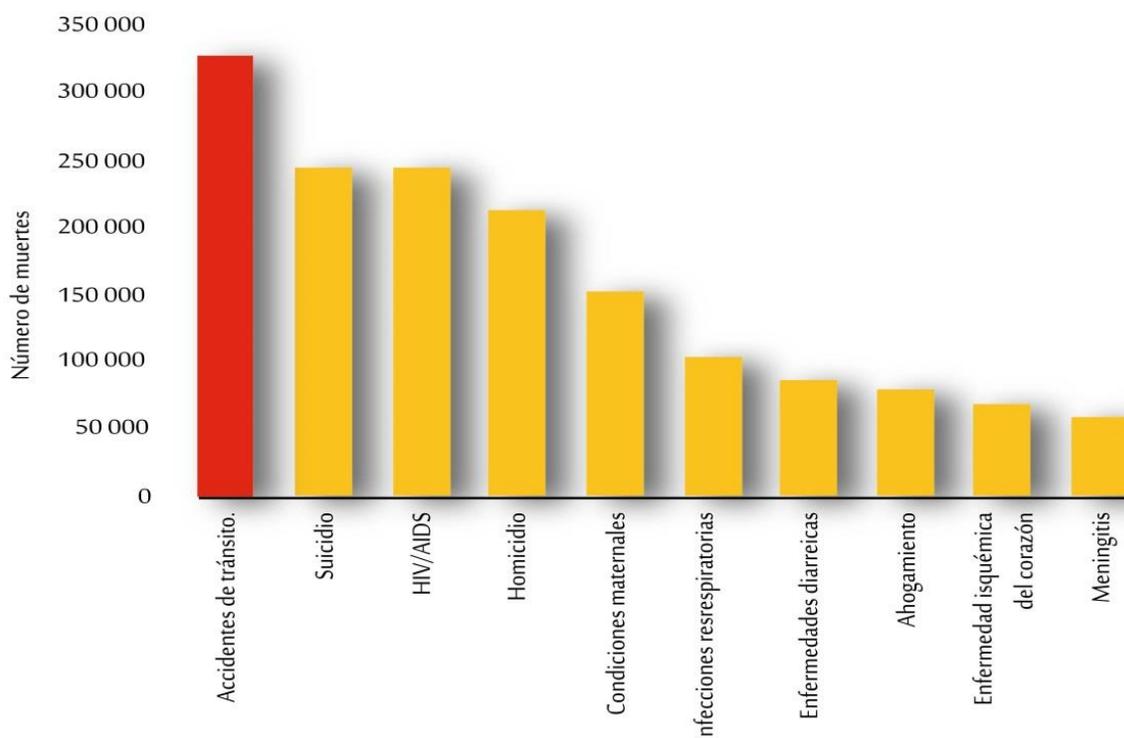


Figura 3.1 Principales causas de muertes entre personas de 15 a 29 años en el año 2012 (WHO, 2013)

Asimismo, la citada organización prevé que para el año 2030, los accidentes viales se coloquen en la séptima causa de muerte a nivel mundial. Hay que puntualizar que este incremento es debido al alto índice de mortalidad por parte de los países de bajos y medios ingresos, debido a la alta aceleración económica en donde la urbanización y la motorización registran altos índices de crecimiento. De

acuerdo con datos del Banco Mundial, los países de ingresos bajos se caracterizan por tener una percepción -en dólares- per cápita menor a \$1,045, y de ingresos medios de \$1,045 hasta \$12,000. En estos países las pérdidas económicas del Producto Interno Bruto son del orden del 5% (McMahon y Dahdah, 2008) a causa de las muertes y lesiones graves producidas por los accidentes viales; y es precisamente en estos países en donde las muertes por dicha razón están por arriba del 90% del total, en el mundo..

Además de la alta tasa de motorización en estos países, la falta de políticas que ejerzan el debido control en las normas que ayudan a reducir la severidad de las heridas producidas en un accidente automovilístico (p.ej. sanciones por no portar el cinturón de seguridad, sanciones por exceso de velocidad, regulación para los vehículos con sistemas de seguridad insuficientes) agravan el problema.

Actualmente se considera que los accidentes tienen causas múltiples, que cualquier persona participante del tránsito corre el riesgo de verse involucrada en un accidente y que juegan un papel en su generación varios factores interdependientes; cuyas interacciones son en parte deterministas (y por tanto controlables) y en parte estocásticas (al azar). La gestión busca entonces proponer el conjunto de medidas que actúen sobre las interacciones deterministas. En otras palabras, los accidentes viales son multicausales y obedecen a una cadena de fallas en varios de los componentes del sistema vial (el factor humano, el camino, el vehículo, las leyes y reglamentos que tratan de ejercer cierto control sobre el sistema, etc.). La investigación de accidentes juega un papel fundamental en este enfoque, ya que debe identificar esa cadena de fallas y con ello establecer la propuesta de mejoramiento que, de acuerdo con un enfoque sistémico, aplique medidas de los diferentes campos (mejoramiento de las vías, los vehículos, las velocidades de viaje, el cumplimiento de las regulaciones, etc.). De manera aislada, el efecto de cada medida puede tener algún beneficio, pero cuando trabajan juntas generan interacciones que potencian el beneficio en seguridad vial.

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2008), los factores que más contribuyen a los accidentes de tránsito y a la severidad del accidente son: conducción en estado de ebriedad, falta de uso de casco en motociclistas, la negación de portar el cinturón de seguridad por parte de los conductores de automóviles, exceso de velocidad y el deficiente diseño y mantenimiento de las vías. En los siguientes apartados, trataremos cada uno de estos tópicos, con mayor detalle.

3.1 La falta del uso del cinturón de seguridad

El comienzo de la implementación del cinturón de seguridad en los vehículos se remonta a los años 60, cuando comenzó el uso este tipo de dispositivos.

Los primeros modelos de los cinturones de seguridad consistían solamente de dos puntos de anclaje al asiento del conductor y eran usados principalmente por

corredores de carreras. Estos modelos presentaban una deficiencia, ya que a altas velocidades los conductores sufrían graves heridas internas; además de que la inercia del torso de los ocupantes no era contenida eficazmente, lo que provocaba heridas en la cara y pecho contra los elementos como el volante y el tablero de instrumentos del vehículo.



Figura 3.2 Efecto de latigazo del cinturón de seguridad de 2 puntos

Posteriormente, en 1958, el ingeniero Nils Bohlin patentó el cinturón de seguridad de tres puntos, para la compañía Volvo, y así esta empresa se convirtió en la primera manufacturera de automóviles en implementar el cinturón de tres puntos, como un requisito básico dentro de sus vehículos.

Aun cuando la empresa Volvo afirmó en 2002 que se estimaba que el cinturón de seguridad había salvado un millón de vidas, existen diversos factores por los cuales las personas no son conscientes de su utilización; como ignorancia, falta de costumbre y negligencia, entre otros.

3.1.1 Lesiones a partir de la no utilización del cinturón de seguridad

De acuerdo con la National Highway Traffic Safety Administration (2012), en Estados Unidos, alrededor del 55% de los adultos-jóvenes (13-20) que murieron en un accidente no portaban el cinturón de seguridad. Asimismo revela que este grupo se encuentra en los más bajos en cuestión de uso del cinturón.

Cabe mencionar que el cinturón de seguridad está diseñado principalmente para brindar protección a los ocupantes del vehículo, en una colisión frontal; lo cual evita asimismo la expulsión de los ocupantes fuera del vehículo. Sin embargo, estos sistemas presentan deficiencias en los casos en que la colisión es lateral o por alcance; ya que en el caso de un impacto lateral, las lesiones se pueden presentar por la intrusión de algún objeto o por las contusiones que pueden provocarse por golpes con las partes laterales al interior de vehículo; y en los choques por alcance, existen estudios que revelan que el portar el cinturón de seguridad en un choque por alcance aumenta la posibilidad de sufrir lesiones en el cuello (Huelke, Lawson, Scott y Marsh 1977; Sabey, Graant, Hobbs 1977;

Cameron 1980; Nygren 1984; Krafft, Nygreen y Tingvall 1990). Sin embargo, el incremento en el porcentaje de los lesionados con cierto tipo de lesión no significa necesariamente que los cinturones de seguridad incrementen la incidencia de este tipo de lesiones (Elvik, Høy, Vaa y Sørensen, 2009).

De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud, en el evento de una colisión de un vehículo cuyos ocupantes no portan el cinturón de seguridad, existen tres tipos de colisiones que se presentan en dicho suceso. La primera colisión involucra al vehículo y algún otro objeto, ya sea otro vehículo, un objeto fijo, una persona o un animal. La segunda colisión ocurre entre el ocupante sin cinturón de seguridad y el interior del vehículo (contra el volante o contra la ventana). Y finalmente la tercera colisión ocurre cuando los órganos del ocupante impactan dentro de la cavidad torácica o la estructura interna del cuerpo. Es entonces la segunda colisión en donde se presentan las heridas de mayor gravedad, las cuales pueden ser mitigadas con la utilización del cinturón de seguridad y dispositivos de retención. Asimismo, no es suficiente con que los ocupantes de la parte frontal del vehículo se encuentren asegurados con el cinturón de seguridad, ya que un estudio realizado en Noruega demuestra que las personas que no portan el cinturón de seguridad -en la parte trasera- sufren aproximadamente el mismo porcentaje de daño que las personas que no portan el cinturón en la parte delantera del vehículo.

La tabla 3.1 muestran los índices de utilización del cinturón de seguridad, por país.

Como podemos ver, las tasas más bajas de utilización del cinturón de seguridad se encuentran, en algunos casos, en los ocupantes de la parte trasera de los vehículos, ya que existe la creencia generalizada de que “no es necesario”.

3.1.2 Programas para la concientización pública del uso del cinturón de seguridad

Son ya varios años desde que se ha hecho conciencia -por parte de los gobiernos- para generar campañas que puedan presentar de manera asertiva los problemas que conllevan las actitudes irresponsables que puedan resultar al manejar un vehículo. Lo anterior genera gran expectativa por parte de los gobiernos, ya que muchos expertos afirman que la clave en la reducción de accidentes en las carreteras se encuentra en la educación vial. Algunas de estas campañas emplean mensajes que animan a los conductores a seguir normas a través de esquemas que denotan “imposición”, a través de multas o castigos si es infringida cierta norma; lo cual se ha demostrado en el pasado que tiene efectos contraproducentes en reducir el problema.

Tabla 3.1 Porcentaje de utilización del cinturón de seguridad en los países mostrados

PAIS	Asiento delantero del conductor %	Asiento delantero del copiloto %	Asientos traseros %
Albania	52	27	27
Bulgaria	55	55	n/d
Canadá	91	90	80
Costa Rica	82	76	48
Croacia	65	27	8
República Checa	61	n/d	13
Dinamarca	84	n/d	58
Egipto	70	45	n/d
Estonia	73	75	21
Finlandia	89	89	80
Francia	88	97	n/d
Alemania	93	95	86
Israel	91	88	34
Luxemburgo	74	78	60
Malta	99	93	25
Mauricio	94	84	n/d
Holanda	90	91	69
Noruega	85	90	92
Portugal	88	84	25
Eslovenia	83	83	40
Sudáfrica	81	50	8
España	87	89	52
Suiza	81	n/d	56
Reino Unido	93	93	83

Una de las campañas que ha demostrado que no es necesario el utilizar los esquemas de “imposición” para poder crear conciencia es la campaña lanzada en Costa Rica, en el año 2004, la cual tuvo como meta incrementar a 70% el índice de utilización del cinturón de seguridad. La campaña denominada “Por amor use el cinturón”, contó con la participación del programa de “mejores prácticas” de la Federación Internacional del Automóvil, que identifica los mejores métodos para aumentar los niveles de uso del cinturón de seguridad. El índice de utilización del cinturón de seguridad en Costa Rica era del 24%, debido a que la ley del uso del cinturón de seguridad fue invalidada por problemas con grupos radicales. Más adelante, en mayo de 2004, fue promulgada una nueva ley que hizo totalmente obligatorio el uso del cinturón de seguridad, tanto para pasajeros en la parte frontal como en la trasera. El resultado combinado de la nueva legislación así como su aplicación por parte de la policía de tránsito, y la campaña que invitaba a ponerse el cinturón de seguridad “por amor” a sus seres queridos y amigos, hicieron que el índice de utilización del cinturón de seguridad subiera de 24% al 82%.

Este ejemplo pone al descubierto que la seguridad vial no solo es asunto de una parte del sistema, sino que dicho sistema tiene que trabajar en conjunto (escuelas, instituciones, empresas) para poder alcanzar el objetivo de prevenir y minimizar los efectos de los accidentes.

3.2 Conducción bajo los efectos del alcohol

Los factores de comportamiento y los factores asociados con los procesos de toma de decisiones son los que generalmente han sido reconocidos como los principales factores en muchos de los percances viales, así como lesiones y fallecimientos.

Algunos de los factores de comportamiento inapropiado que contribuyen a los incidentes de tránsito son:

- Manejar a una velocidad excesiva.
- Manejar en estado de ebriedad.
- Manejar bajo la influencia de drogas.
- No poner completa atención mientras se maneja.
- Manejar de manera agresiva.
- No portar el cinturón de seguridad.

Según la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2008), aproximadamente el 4.5% de la tasa global de enfermedades y de lesiones se atribuye al consumo de alcohol. Se estima que el consumo de alcohol causa de un 20% a un 50% de cirrosis en el hígado, epilepsia, envenenamiento, accidentes de tránsito, violencia y distintos tipos de cáncer. Encabeza la tercera causa de riesgo de enfermedad y discapacidad, después de la diabetes infantil y sexo sin protección. El consumo de alcohol contribuye a consecuencias traumáticas que provocan la muerte y discapacidad a personas de edad relativamente corta. En la tabla 3.2 aparecen, de

forma global, las principales enfermedades y consecuencias del consumo de alcohol.

Tabla 3.2 Muertes globales atribuibles al consumo de alcohol en el año de 2004

Trastorno o lesión	Muertes atribuidas al consumo de alcohol		
	Total de muertes	Hombres	Mujeres
Cirrosis	372,995	297,047	75,948
Accidentes de tránsito	268,246	237,677	30,569
Lesiones	223,252	177,502	45,750
Cáncer de hígado	184,679	154,452	30,227
Violencia	180,499	157,428	23,071
Cáncer de esófago	157,058	131,731	25,326
Hipertensión	130,895	100,860	30,035
Enfermedades Cerebrovasculares	110,544	154,807	-44263 ^a
Lesiones autoinfligidas	90,060	73,523	16,536
Alcoholismo	88,133	75,416	12,717
Enfermedad Isquémica del corazón	85,509	120,146	-34,637 ^a
Cáncer bucal y faríngeo	76,987	67,736	9,251
Envenenamientos	66,513	53,055	13,458
Ahogamientos	60,835	48,363	12,473
Caídas	47,505	39,873	7,632
Epilepsia	46,457	33,716	12,741
Cáncer de mama	38,321	0	38,321
Cáncer de recto y colon	18,313	15,436	2,877
Otros tipos de cáncer	11,383	7,383	4,000
Partos prematuros y bajo peso en recién nacidos	3,210	1,756	1,454
Enfermedad depresiva	225	183	41
Diabetes mellitus	-11,767 ^a	-7,979 ^a	-3,788 ^a
TOTAL	2,249,852	1,940,111	309,739

^a Dependiendo del patrón de consumo, el alcohol puede tener un efecto de protección en algunos grupos de personas. En estos casos específicos, el número de muertes atribuibles al alcohol puede ser negativo.

Como podemos apreciar, los accidentes de tránsito por causa del alcohol lidera la segunda causa de mortalidad a nivel mundial.

3.2.1 Los jóvenes y el alcohol

Uno de los grupos más vulnerables por el consumo del alcohol es el de los jóvenes, ya que a diferencia de los adultos mayores (35 en adelante) no tienden a medir su consumo de alcohol y son influenciados por amistades o personas cercanas a ellos, para ingerir alcohol en exceso.

En la mayoría de los países de altos ingresos, 20% de los conductores jóvenes que mueren en accidentes viales tienen exceso de alcohol en su sangre; es decir, una concentración de alcohol en sangre (CAS) por encima del límite legal. En países de ingresos bajos y medianos, entre 33% y 69% de los conductores fallecidos y entre 8% y 29% de los conductores lesionados habían consumido alcohol antes de su accidente. Estos conductores también dejan una cauda de muertos, heridos y daños materiales en terceras personas inocentes; las que tienen la desgracia de verse involucradas en sus accidentes.

La concentración de alcohol en sangre (CAS) es fundamental para el establecimiento del vínculo entre el alcohol y los accidentes viales. El CAS se mide normalmente en gramos de alcohol por cada 100 mililitros de sangre. Más frecuentemente, el CAS es medido a partir de la concentración de alcohol en el aliento medida con un dispositivo denominado alcoholímetro, aprovechando que existe una correspondencia casi exacta entre las concentraciones de alcohol en sangre y en el aliento. Los niveles legales de CAS para los conductores de autos particulares varían de país a país, o de un estado a otro; desde 0.02 g/100 ml a 0.1 g/100 ml. En Suecia, el límite máximo es de 0.02 g/100 ml; en la Ciudad de México es de 0.04 g/100 ml.

Entre más alcohol sea ingerido, llega a una mayor concentración en la sangre (CAS), y mayor es el efecto en la conducción, mayor el riesgo de accidente y mayor el tiempo de recuperación (es decir, que en un control médico ya no aparezca alcohol en la sangre). Para una persona de 60 kg de peso, el ingerir tres botellas de cerveza (de 5 grados o 5% de contenido de alcohol en volumen) de 300 ml, le generaría una CAS de 0.05 g de alcohol por cada 100 ml de sangre, con lo cual excedería el nivel legal de 0.04 g/100 ml, los síntomas que presentaría son la euforia, reflejos más lentos y las primeras fallas de coordinación; el riesgo de sufrir un accidente se multiplica por cinco y el tiempo de recuperación va de cuatro a ocho horas. Un vaso de vino de 200 ml (de 11 grados) o con una bebida preparada con whisky (de 40 grados) puede causar efectos similares.

3.3 Conducción a exceso de velocidad

La conducción a exceso de velocidad se ha catalogado como un punto de riesgo clave en los accidentes de tránsito. De acuerdo con la OMS, en países con un alto ingreso económico per cápita, el exceso de velocidad contribuye a aproximadamente el 30% de las muertes presentadas en la carretera. La relación

ente la velocidad y las lesiones es particularmente crítica para peatones y ciclistas, ya que de acuerdo con Pasanen (1991), la probabilidad de un peatón de sobrevivir a un impacto a 30 km/h es del 90%; mientras que decrece a menos del 50% de sobrevivir al choque, si el vehículo que lo golpea viaja a 55 km/h y es casi nula cuando la velocidad de impacto es mayor de 80km/h, según muestra la figura 3.3.



Figura 3.3 Gráfica que muestra la probabilidad de muerte de acuerdo a la velocidad de colisión contra el peatón o ciclista (Pasanen, 1991)

En las carreteras, la velocidad de deseo de los automovilistas, de acuerdo con el manual de seguridad de la AASHTO (2010), depende en muy poco de los señalamientos o de los límites de velocidad impuestos en la vía. Los usuarios seleccionan su velocidad con base en las señales que ellos perciben y en los “mensajes de las carreteras”. Dichas señales percibidas por los individuos dependen principalmente de la visión periférica. En un experimento realizado para que los usuarios determinaran su velocidad a través de lo que ellos percibían con la visión, se encontró que la habilidad de los usuarios para estimar la velocidad fue menor cuando únicamente utilizaban la visión central (se restringió su visión periférica) y mayor en los usuarios que pudieron utilizar su visión periférica. Asimismo, el estudio reveló que los automovilistas estimaban que iban a mayor velocidad cuando existían estímulos periféricos (como una zona arbolada o en donde se repetían patrones visuales); y por el contrario, estimaban ir a una velocidad menor en campos abiertos. En resumen, los usuarios podrían tener un mayor control sobre la velocidad en donde existan mayores estímulos visuales periféricos en donde puedan tener la sensación de “sentir la velocidad” (Figura 3.4).

Otro aspecto relevante es la adaptación de la velocidad. Al dejar una carretera o autopista de alta velocidad, los usuarios reportaron tener problemas para adaptarse al entrar a una vía urbana. Este efecto puede mitigarse colocando marcas y advertencias para reducir la velocidad.



Figura 3.4 Estímulos periféricos que intervienen en la “sensación de la velocidad”

Asimismo, la OMS recomienda poner especial atención en colocar medidas para el cumplimiento y el control de la velocidad; ya que esta medida ha demostrado ser de las más eficientes en el control y severidad de los accidentes.

3.4 El uso del casco en motociclistas

En muchos de los países de bajos y medianos ingresos per cápita, en donde actualmente se está presentando un incremento en motocicletas y bicicletas como un medio de transporte generalizado, surgen grupos en un riesgo mayor de involucrarse en un accidente vial. La razón de este riesgo es porque tanto los motociclistas como los ciclistas comparten el espacio vial con vehículos de mayor tamaño que viajan a mayor velocidad, así como la poca visibilidad que presentan las bicicletas y las motocicletas.

Las lesiones en la cabeza son la principal causa de muerte entre motociclistas y ciclistas. En Europa, las lesiones en la cabeza contribuyen al 75% de las muertes entre usuarios de vehículos de dos ruedas; en algunos países de bajos y medios ingresos se estima que las muertes por lesiones craneales asciende al 88%, entre este mismo tipo de usuarios.

Un estudio en Alemania analizó las lesiones de usuarios de motocicletas que se presentaban en los hospitales de urgencias, por un año. El 91% de las víctimas eran hombres, cuya edad promedio era de 29 años. Los cascos fueron utilizados en el 99% de los casos. Sólo dos pacientes murieron por heridas craneales muy graves.

Mundialmente, existe una tendencia de crecimiento en el número de usuarios que adquieren una motocicleta o bicicleta como medio de transporte; este incremento se puede notar de manera muy generalizada en países asiáticos.

En la figura 3.5, podemos apreciar el saldo de muertes en los diferentes tipos de transporte y su proporción con el total de muertes presentadas en las carreteras.

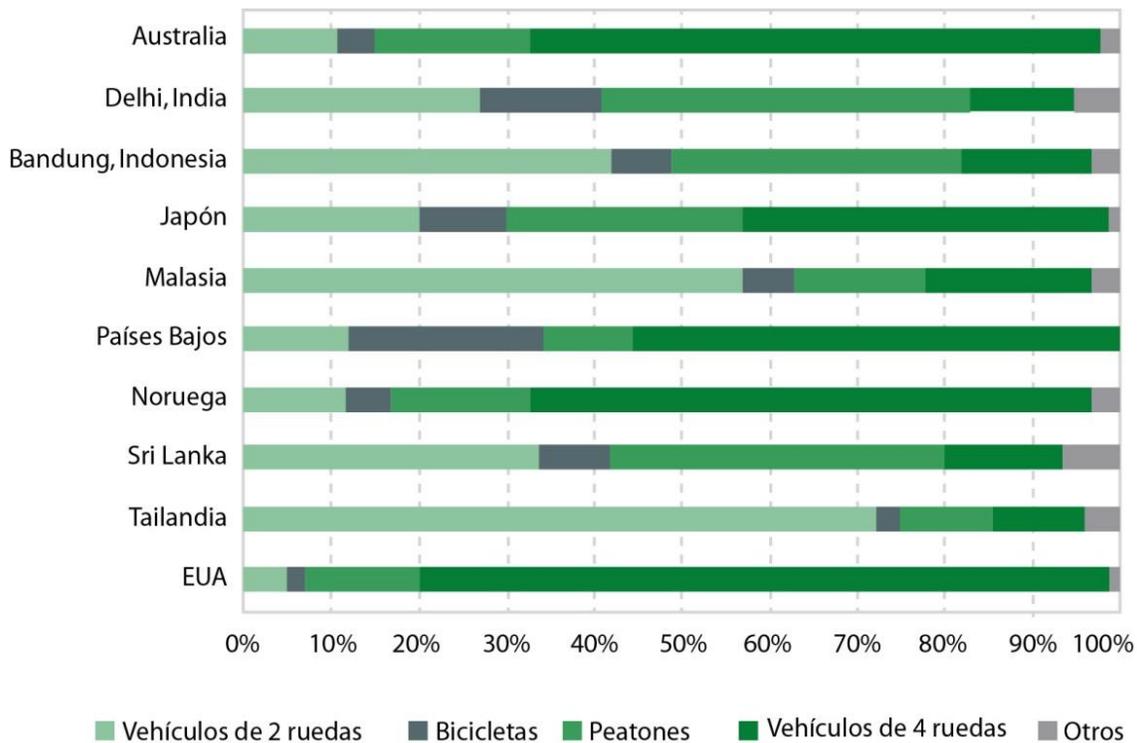


Figura 3.5 Saldos de fallecidos en los diferentes tipos de transporte (WHO, 2008).

Como vemos, existen ciudades como Sri Lanka en donde el número de peatones muertos es similar al número de fallecidos en motocicleta.

3.5 Diseño y mantenimiento deficiente de las vías

Existen algunos estudios que han evaluado los efectos de los accidentes en las vías con poco o nulo mantenimiento, ya que en este tipo de carreteras se aprecia una cantidad muy poca de accidentes en comparación con las vías que presentan un mantenimiento regular. Las especulaciones que han surgido al respecto se basan en el hecho de que en una vía reencarpetada se presentan mayores velocidades que en las vías que presentan irregularidades en su recorrido; además -se presume- los conductores son más cautos al manejar por este tipo de vías.

Sin embargo, las carreteras con poco mantenimiento de la superficie presentan problemas para los automovilistas, ya que las vialidades con grietas y baches

provocan que los vehículos automotores se desvíen de su trayectoria, así como los agujeros de mayor tamaño ocasionan que se pierda totalmente el control de los vehículos. Asimismo los problemas son mayores en época de lluvias, ya que las deformaciones en la superficie de rodamiento provocan la acumulación excesiva de agua y, por tanto, existe el riesgo de que se presenten accidentes a causa del efecto de “acuaplaneo” por parte de los conductores.

De la misma manera, hay que poner especial atención en que la carretera presente una adecuada adhesión, ya que esta variable afecta a la maniobrabilidad y a la distancia de frenado de los vehículos. Esta última se relaciona directamente con el coeficiente de fricción, que típicamente varía entre 1 y 0. Según Ragnøy (1986) cuando el coeficiente de fricción se reduce de 0.5 a 0.3, la distancia de parada de un automóvil que viaje a 80 km/h aumenta desde 73 m hasta los 106 m. Este coeficiente se reduce si la carretera se encuentra mojada y en la medida que se incremente la velocidad. De acuerdo con algunas encuestas (Cleveland, 1987) los conductores de vehículos motorizados no adaptan suficientemente sus velocidades como para compensar la diferencia de adherencia entre carreteras secas y mojadas, es por ello que la tasa de accidentes es superior en las vías mojadas que en las secas (Ragnøy, 1989). En la figura 3.6 podemos apreciar la relación entre la velocidad y la adherencia de una carretera mojada y una seca.

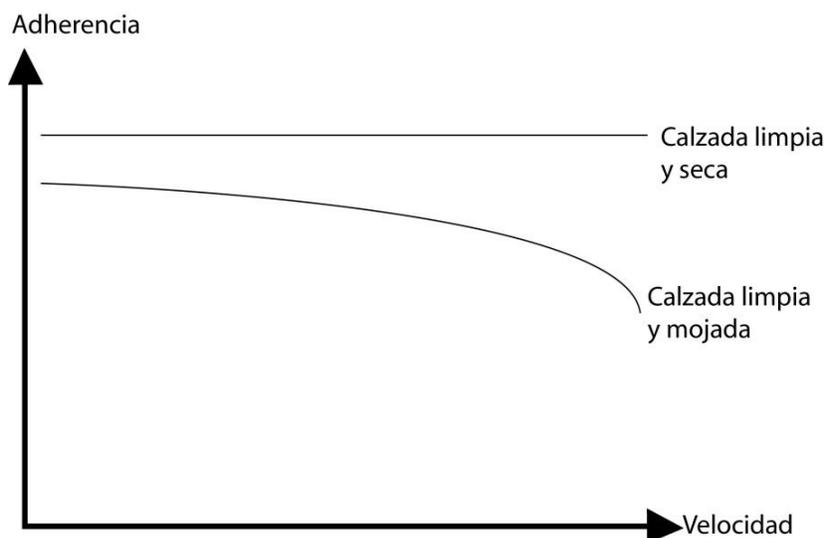


Figura 3.6 Relación entre carreteras mojadas y secas, conforme incrementa la velocidad

Como vemos, existen situaciones y comportamientos de riesgo al emprender la tarea de conducción. Los problemas arriba enlistados requieren de intervención de distintas instituciones, gobiernos, fabricantes de autos y entidades que estén relacionadas con el sistema vial. Es por eso que gobiernos con esta visión han decidido emprender enfoques que integren a los diferentes actores involucrados y comprometidos con la reducción de los accidentes y de su gravedad.

4 Enfoque de Sistema Seguro

Actualmente, en materia de seguridad vial, se considera que los seres humanos cometen errores que pueden producir accidentes viales y que, por ello, tanto los usuarios como los proveedores de los distintos componentes del sistema (p. ej. diseñadores de las vías; responsables de las regulaciones, su seguimiento y atención; la policía; los organismos de justicia; los fabricantes de vehículos; las empresas de transporte; los servicios de salud; etc.) comparten la responsabilidad de adoptar medidas adecuadas para que los accidentes viales no conduzcan a lesiones mortales o graves.

El ESS alienta una visión de cero accidentes mortales y lesiones graves (Visión Cero). En camino al logro de esa visión deben establecerse una serie de metas intermedias. En este sentido, han surgido una serie de iniciativas internacionales para darle uniformidad e impulso a este esfuerzo, tales como:

- La resolución 64/255 de la Asamblea General de las Naciones Unidas del 2 de marzo de 2010 que lanzó el Decenio de Acción de la Seguridad Vial 2011-2020 propuso como meta para el Decenio “estabilizar y luego reducir el nivel pronosticado de muertes en accidentes viales en todo el mundo para el año 2020”. El desempeño de los países está siendo monitoreado, ya han generado dos informes sobre la situación por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2009 y 2013. Asimismo, se presentarán una revisión intermedia y otra final por parte de la OMS en conferencias ministeriales en 2015 y 2020.
- La Segunda Conferencia Global de Alto Nivel sobre Seguridad Vial “Tiempo de Resultados”, celebrada por el Gobierno de Brasil del 18 al 19 noviembre de 2015, adoptó la Declaración de Brasilia, que, entre otras cosas, da la bienvenida a un nuevo objetivo de reducción de víctimas de las Naciones Unidas, se compromete a "la plena y oportuna aplicación del Plan Mundial para el Decenio de Acción y reconoce que hay una responsabilidad compartida para avanzar hacia un mundo libre de muertes y lesiones graves por accidentes viales".
- A partir de 1 de enero 2016, las Naciones Unidas y sus Estados miembros se han comprometido a un esfuerzo sin precedentes para promover la seguridad vial; está incluido en el nuevo marco de las Naciones Unidas “Objetivos Mundiales para el Desarrollo Sostenible”, en el que la seguridad vial aparece dentro de los objetivos tanto para la salud como para las ciudades (Objetivo 3). Específicamente, se han adoptado las metas de “Para el año 2020, reducir a la mitad las muertes y lesiones causadas por accidentes viales (Meta 3.6)” y “Para el año 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para

todos, mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, con especial atención a las necesidades de aquéllos en situaciones vulnerables, (p.ej. mujeres, niños, personas con discapacidad y adultos mayores) (Meta 11.2)".

La próxima iniciativa internacional en este sentido será la proposición de una serie de indicadores que, a manera de observatorio de seguridad vial, le permitirán a la Secretaría General de las Naciones Unidas dar seguimiento y reportar el progreso a nivel mundial hacia la nueva meta de reducción de muertes y lesiones adoptada.

Los principios fundamentales del ESS son:

- Los seres humanos pueden cometer errores que pueden conducir a accidentes viales. Este principio es el reconocimiento de que las personas somos falibles y cometemos equivocaciones que pueden generar accidentes.
- El cuerpo humano es frágil por naturaleza y tiene una capacidad limitada para resistir las fuerzas derivadas de las colisiones.
- A diferencia del enfoque que culpaba exclusivamente a la víctima, el ESS considera que tanto los usuarios de las vías como los proveedores de los distintos componentes del sistema (p. ej. diseñadores de las vías; gerentes viales; responsables de las regulaciones, su seguimiento y atención; la policía; los organismos de justicia; los fabricantes de vehículos; las empresas de transporte; los servicios de salud; etc.) comparten la responsabilidad de adoptar medidas para que los accidentes viales no conduzcan a lesiones mortales o graves. Por lo tanto, reconoce que la víctima puede tener parte de la culpa pero ello no exime de su responsabilidad a los distintos proveedores del sistema.
- Todas las partes del sistema deben reforzarse – caminos, zonas laterales, velocidades, vehículos y uso vial – de tal manera que si una falla, otras partes aún seguirán protegiendo a todas las personas involucradas.

En otras palabras, en el ESS los componentes del sistema deben ser diseñados para evitar el error humano así como para perdonarlo de manera que en caso de ocurrir éste, ello no conlleve la generación de muertes o lesiones graves. En ello reside la importancia de la disciplina de los “Factores Humanos” de este enfoque. Adicionalmente, el ESS demanda la realización de acciones sistémicas, que sean contundentes y efectivas; es decir, definitivas.

Los países de ingresos altos (PIA's) han adoptado el objetivo de largo plazo del ESS (la eliminación de las muertes y lesiones graves) y cuentan además con procesos y estructuras construidos a lo largo de muchos años que les permiten generar sus metas, planes y programas intermedios a partir del funcionamiento de sus unidades técnicas; subsiguientemente los han gestionado ante los niveles directivos y administrativos superiores, en un enfoque que suele denominarse como “de abajo hacia arriba”.

El poner en operación el ESS requiere reconocer las siguientes velocidades máximas tolerables de impacto:

- Para los peatones (y ciclistas), no deben permitirse velocidades de impacto mayores a 30 km/h.
- Para impactos laterales entre vehículos de pasajeros, no deben permitirse velocidades de impacto mayores a 50 km/h.

Para impactos frontales contra objetos rígidos angostos, tales como árboles y postes de electricidad, no deben permitirse velocidades de impacto mayores a 50 km/h, mientras que para impactos laterales contra estos objetos no debe excederse una velocidad de impacto de 30 km/h.

Para colisiones frontales entre vehículos de pasajeros, no debe excederse una velocidad de impacto de 70 km/h para cualquiera de los vehículos.

En el control de velocidades deben tomarse en cuenta los límites máximos, particularmente el límite general, que en México es 110 km/h y que no debe excederse operativamente en ningún sitio.

Si se tienen accidentes a velocidades mayores a las antes señaladas, las posibilidades de sobrevivir se reducen exponencialmente. Como es evidente, las velocidades anteriores son relativamente bajas y procurarlas, en general, representará una restricción a los deseos de movilidad de las personas.

Todas las tecnologías que hagan posible reducir o controlar la velocidad de operación, para que al momento de las colisiones el impacto no se produzca a velocidades mayores a las anteriores, harán posible tener límites máximos superiores a tales velocidades. En este sentido dichas tecnologías pueden verse como inversiones para mejorar no sólo la seguridad sino también la movilidad; en otras palabras, mediante un enfoque de manejo adecuado de la energía cinética se pueden generar acciones sistémicas de mejora que favorezcan los objetivos tanto de seguridad como de movilidad y eficiencia.

En los últimos años ha habido señales de que el crecimiento total de las muertes por accidentes viales se ha detenido. Según el último Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2015 -publicado por la OMS desde 2007- el número total de víctimas mortales por accidentes viales se ha mantenido constante en alrededor de 1,24 millones. Desde 2013, la OMS informa de que 84 países han experimentado un aumento de las muertes por accidentes viales y 80 han logrado un descenso. Esta estabilización se ha producido a pesar de un aumento del 3% de la población y un aumento del 16% en la motorización en todo el mundo. Lo anterior sugiere que el Decenio de Acción ha alentado una mayor adopción de políticas de prevención de lesiones por accidentes viales y éstas han comenzado a tener un impacto positivo.

Sin embargo, la magnitud de la mejora prevista por la nueva meta de la ONU no tiene precedentes. Sin duda, es probable que muchos países de ingresos bajos y medios encuentren muy difícil lograr esa meta, por lo que en estos casos particularmente será de primordial importancia empezar a implementar el ESS lo antes posible.

Dado que los usuarios pueden cometer errores que conduzcan a accidentes viales, y dado que los seres humanos somos frágiles, el ESS propone que el suministro de todos los componentes del sistema vial sea realizado bajo la óptica de evitar el error humano y de buscar que el sistema sea indulgente para que, en caso de que el error se produzca, el accidente asociado no resulte en muertes y lesiones severas. Por lo tanto, en la siguiente sección describimos algunas acciones o tecnologías de vanguardia importantes que, dentro de diferentes categorías, se han venido implementando en distintas partes del mundo para evitar y perdonar el error humano, en concordancia con el ESS.

4.1 Enfoques del Sistema Seguro en distintos países y ciudades

4.1.1 La Visión Cero de Suecia

La visión cero es una filosofía de seguridad vial en la que eventualmente nadie deba de morir o resultar seriamente lesionado en el sistema vial, asimismo se basa en los siguientes principios:

- Cambia el enfoque de “culpar a la víctima” por el de “culpar al sistema vial”.
- Tienen una Agencia Sueca de Seguridad Vial (ASSV).
- Tienen una Asociación Sueca de Autoridades Locales.
- Tienen una Asociación Nacional para la Seguridad Vial, que es una ONG, que promueve el compromiso gubernamental, y junto con la ASSV, el compromiso de los demás actores involucrados (p. ej. Volvo, EuroNCAP, transportistas, etc.).
- Tienen una Asamblea Nacional de Seguridad Vial (Red de actores).
- Tienen un fondo dedicado para acciones en los cinco pilares, incluyendo infraestructura e investigación.
- Cuentan con el Instituto Nacional Sueco de Investigación en Carreteras y Transporte, que coordina una red de expertos y actividades de investigación.
- Cuentan con el Sistema Sueco de Adquisición de Datos de Accidentes Viales (STRADA por sus siglas en inglés), el cual se basa en información proveniente de dos fuentes: la reportada a escala nacional como una asignación obligatoria por todos los distritos de la Policía de Suecia; y la incorporada por un número creciente de hospitales como una acción voluntaria y económicamente compensada por la Agencia Sueca de Transporte. Este sistema hace posible elaborar los programas de mejoras con base en el análisis científico, así como estimar una serie de

indicadores para darle seguimiento a la evolución de la siniestralidad vial y evaluar la efectividad de las medidas y programas adoptados.

- Tienen una guía de buenas prácticas para los diferentes actores, generada a partir de estudios detallados de accidentes que han producido muertes o lesiones severas.
- Tienen un sistema de metas intermedias, en el camino hacia la Visión Cero de largo plazo.
- Tienen una estructura organizacional muy desarrollada y un sistema de planeación “de abajo hacia arriba”.
- Siguen un sistema de estándares y protocolos, tal como la norma ISO 39000.

Algunos de los aspectos más relevantes de este enfoque es que provee de una visión de un sistema de transporte que puede ser utilizado como guía para la elaboración de estrategias y posteriormente el establecimiento de objetivos. La Visión Cero no es un objetivo que se requiera alcanzar en cierto tiempo; s un cambio en el énfasis de los problemas actuales y los posibles modos de reducirlos a través de la visión de un sistema de transporte ideal. Asimismo, la Visión Cero cambia el énfasis de la responsabilidad de la seguridad vial en las carreteras. En la mayoría de los países, existen reglas en las que los usuarios de las carreteras deben de conducirse con cuidado de no accidentarse. Si un accidente ocurre, por definición el usuario ha roto la regla de comportamiento y, por tanto, deberá enfrentar al sistema legal. En contraste, la Visión Cero establece explícitamente que la responsabilidad es compartida tanto por los diseñadores del sistema y el usuario de las carreteras, de la siguiente manera:

- Los diseñadores del sistema vial serán siempre los últimos responsables por el diseño, operación y uso del sistema de transporte vial; y, por consecuencia, responsables por un nivel de seguridad dentro del sistema en su totalidad.
- Los usuarios de la carretera son responsables por seguir y acatar las indicaciones que se encuentran en dicha carretera, y que son colocadas por los diseñadores del sistema vial.
- Si los usuarios de las carreteras fallan en obedecer estas indicaciones debido a desconocimiento, negligencia o habilidad; los diseñadores del sistema son responsables de proveer medidas que contrarresten la probabilidad de que la persona salga seriamente lesionada o fallezca.
- De la misma manera, se han propuesto reglas éticas que sirvan como guía a los diseñadores del sistema.
- La vida y la salud de las personas jamás podrá ser intercambiada por otros beneficios a la sociedad.
- En el caso de que alguna persona resulte herida o seriamente lesionada, se deben de tomar las medidas necesarias para evitar que dicho evento vuelva a repetirse.

Como podemos apreciar, el enfoque de la Visión Cero establece que la seguridad es el aspecto más importante entre otras áreas dentro del sistema de transporte

vial (a excepción de los problemas relacionados con los efectos medioambientales nocivos para la salud). Así, entonces, la movilidad debe desprenderse de la seguridad; y no puede obtenerse a expensas de esta.

Como la seguridad y la movilidad no pueden ser intercambiadas entre sí, la movilidad se convierte en una función de la seguridad, y no al revés. Por lo tanto, podemos establecer que entre más segura sea una infraestructura, mayor movilidad se presentará en dicha instalación. Es por eso que la Visión Cero establece que la velocidad debe ser restringida a un nivel adecuado de acuerdo con la seguridad propia del sistema vial; es decir, la velocidad debe determinarse de acuerdo con las características vehiculares y de la carretera que no excedan el nivel de tolerancia que el cuerpo humano podría soportar.

Por ejemplo, la tolerancia del cuerpo humano de un peatón que es impactado por un vehículo con un diseño apropiado será excedida si el vehículo que impacta viaja a aproximadamente 30 km/h. Si se desea establecer una velocidad mayor en zonas urbanas, la opción sería separar los pasos de peatones del flujo vehicular. Si no es así, los pasos peatonales a nivel deberán ser diseñados para vehículos que transiten a no más de 30km/h.

4.1.2 Enfoque de la Seguridad Sostenible Holandés

El enfoque holandés de la seguridad sostenible (Wegman y Aarts, 2006) se basa en los siguientes conceptos, dirigidos a la infraestructura:

- Las carreteras deberán ser diferenciadas por su función, en donde las autopistas están diseñadas para viajar por largos trayectos y a altas velocidades; calles distribuidoras, las cuales conectan municipios, regiones y colonias; y calles locales, las cuales permiten en acceso a propiedades.
- Homogeneidad: Se debe de minimizar la diferencia de velocidades, sentido de circulación y masa de los vehículos en ciertas carreteras.
- Predictibilidad: La operación y las reglas de la carretera deben ser claras para todo tipo de usuario. Este enfoque ha llevado al desarrollo de las carreteras autoexplicativas (Theeuwes y Godthelp, 1992).
- Perdón del error: Las carreteras deben estar diseñadas para perdonar el error del usuario.

El objetivo de la seguridad sostenible es la prevención de que los accidentes ocurran; y en el caso de no ser posible prevenir su ocurrencia, reducir al máximo las consecuencias de éste. Este objetivo puede ser alcanzado con un enfoque proactivo, en el cual las características humanas se usan como punto de partida; es decir, un enfoque centrado en el usuario. Por un lado estas características se refieren a la vulnerabilidad física, así como las capacidades cognitivas y sus limitantes.

Asimismo, establece que las personas son susceptibles a cometer errores sin intención y, por otro lado, no siempre respetarán todas las normas e incluso llegarán a violar reglas a propósito. Por tanto, al moldear el medio (carreteras y

vehículos) a las características humanas antes descritas, y al preparar al usuario con entrenamiento y educación es posible crear un sistema seguro.

4.1.3 Enfoque de Sistema Seguro de Australia

En Australia, el enfoque de Sistema Seguro está demarcado en varios de los documentos federales y estatales del país. La estrategia nacional para la seguridad en las carreteras establece al Sistema Seguro de la siguiente manera:

- El Sistema seguro es un enfoque que establece que las personas continuarán cometiendo errores y las carreteras, vehículos y velocidades se deben de diseñar para reducir el riesgo de colisiones y para proteger a las personas en el caso que ocurra un percance vial.
- Algunos otros aspectos del enfoque son que su visión es holística; es decir, reconoce la interacción entre las diferentes variables del sistema vial, como son la infraestructura, los usuarios y los vehículos. Asimismo reconoce que existen límites a la tolerancia en el cuerpo humano debido al intercambio de energía cinética, es decir, durante la rápida desaceleración producida en un choque y que puede producir serias heridas e incluso la muerte.
- En términos de la infraestructura de la red, un punto clave es que el enfoque de sistema seguro determina que las carreteras y el medio circundante deben ser diseñados para tomar en cuenta los errores que los usuarios pudieran llegar a cometer. Esta tarea, por consiguiente, es obligación de los concesionarios y diseñadores de las carreteras.

Otra parte fundamental de este enfoque es el reconocimiento de que las dependencias encargadas de la seguridad en las carreteras deben utilizar sus recursos de la mejor manera (costo-beneficio). El marco normativo del sistema seguro provee de un control de jerarquías para las mejoras. En el nivel de mayor importancia, se encuentran las mejoras que previenen muertes y lesiones graves (p.ej. vías perdonadoras y barreras de protección laterales), así como seguir cumpliendo con los indicadores esperados por la autoridad en cuestión de calidad del servicio de la vía. El segundo orden de mejoras son los que proveen de reducción de riesgos en tiempo real, incluyendo mejoras tecnológicas (Sistemas Inteligentes de Transporte). Y el último nivel de la jerarquía involucra medidas generales de prevención de riesgos; incluyendo otras mejoras dentro y adyacentes a la vía, así como la vigilancia de las normas y educación vial.

4.1.4 La experiencia de Edmonton y otras ciudades

La ciudad de Edmonton, en Canadá, tenía una mayor frecuencia de lesionados por accidentes viales que otras ciudades canadienses importantes. Para contrarrestar el problema, establecieron las siguientes medidas:

- Establecieron la Oficina de Tránsito Vial (OTV) (Agencia).

- La OTV creó los protocolos de integración y colaboración con el Departamento de Servicios de Transporte, el Servicio Policial de Edmonton y las comunidades dentro de la ciudad de Edmonton.
- La OTV utiliza una variedad de estrategias basadas en el concepto de las cinco Es
- A pesar de un incremento del 40% en el tránsito vehicular entre 2006 y 2014, han reducido el número de lesiones en 55%.
- Considerando que el error humano genera alrededor del 90% de las colisiones; con el fin de lograr la Visión Cero, la Ciudad de Edmonton requirió adoptar el ESS el cual está dirigido a lograr un sistema vial indulgente.
- La OTV generó un Comité de Coordinación de Datos de Tránsito.
- La OTV trabaja conjuntamente con la Universidad de British Columbia para realizar análisis (investigación) de accidentes viales, utilizando datos históricos de colisiones y datos de video de sitios de conflicto.
- La OTV creó un sistema de indicadores de desempeño, a tres niveles: corporativo (ciudad), departamental (por vías importantes o categorías de vías) y por programa.
- La Ciudad de Edmonton creó un programa permanente de investigación en el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, de la Universidad de Alberta, con la responsabilidad de entrenar y educar a la nueva generación de profesionales de la seguridad vial (Red Temática).
- Existe un comité para compartir datos, liderado por la OTV, entre el Departamento de Servicios de Transporte, la Ciudad de Edmonton y el Departamento de Ingeniería Civil y Ambiental, de la Universidad de Alberta (Red Temática).
- La OTV celebra anualmente, desde 2009, la Conferencia Internacional de Edmonton sobre Seguridad Vial Urbana.
- Otras ciudades en el mundo con experiencias similares de Visión Cero son San Francisco, Nueva York, Boston, Portland, Chicago, Seattle, San José, San Diego -todas ellas en los Estados Unidos- así como la Ciudad de México, en México.

5 Estrategias de Intervención: Hacia un Sistema Seguro

Las estrategias de intervención para afrontar el problema de la accidentalidad vial y sus consecuencias pueden ser clasificadas de diversas maneras.

5.1 Programas de fortalecimiento de la seguridad vial

Una de las clasificaciones más utilizadas considera las siguientes cinco categorías, donde cada una de éstas cuenta a su vez con su correspondiente rango de programas.

5.1.1 Control de la exposición

Se refiere a aquellos programas que buscan mejorar la seguridad, reduciendo la cantidad de viaje o sustituyendo formas menos seguras de transporte por otras más seguras. Algunos programas dentro de esta categoría son alternativas al transporte automotor; es decir, ferrocarril, avión, etc. La estrategia de Control de la Exposición también incluye restricciones vehiculares (p. ej. instalación de gobernadores de velocidad, control del tamaño de los motores, etc.), restricciones viales (p. ej. prohibición de tractocamiones en carreteras secundarias, materiales peligrosos por vías urbanas, peatones y ciclistas en autopistas, etc.) y restricciones a los usuarios (p. ej. edad mínima para obtener la licencia de conducción, límite de alcohol en la sangre para los conductores principiantes, prohibición a la conducción nocturna para los mismos, etc.). Dado que en estos programas la seguridad suele estar en conflicto con otros valores de la sociedad, tales como la libertad para elegir donde vivir y trabajar, la libertad de movimiento, etc.; dichos programas frecuentemente encuentran renuencia a ser aceptados.

5.1.2 Prevención de Accidentes

Trata de los programas que buscan reducir los accidentes a través de una mejor ingeniería o de la modificación de la conducta de los usuarios. Dentro de esta tecnología se incluyen la ingeniería carretera y la vehicular. La ingeniería carretera incluye los programas sobre diseño, construcción, mantenimiento y administración de carreteras, que contribuyen a mejorar la seguridad; así como otros referentes al diseño y control de intersecciones, el señalamiento, delineamiento y alumbrado de carreteras, la eliminación de riesgos en el entorno de la carretera, el manejo del tránsito, el control de las velocidades y aquéllos dirigidos a usuarios vulnerables (peatones, ciclistas etc.). Los programas de tratamiento de sitios de alta incidencia de accidentes (“puntos negros”) representan una de las aplicaciones de mayor trascendencia de la ingeniería carretera, a la seguridad vial; estos son procesos que van desde la identificación de dichos sitios a partir de bases de datos de

accidentes, hasta la evaluación económica de alternativas de solución para estos y el desarrollo e implantación de programas para su mejoramiento. Otra, son las auditorías de seguridad; las cuáles son métodos sistemáticos de verificar el diseño, implementación y operación de los proyectos carreteros, contra un conjunto de principios de seguridad. Los programas de ingeniería vehicular dentro de la estrategia de Prevención de Accidentes se refieren tanto al diseño inicial como a la condición de servicio de los vehículos. El diseño inicial tiende a ser internacional dada la naturaleza global de la industria automotriz, mientras que la condición de servicio varía considerablemente entre jurisdicciones. El potencial futuro que tienen los vehículos más seguros es muy grande, dado que las medidas electrónicas y de información están disponibles cada vez más. La seguridad vial puede ser mejorada al transferir una mayor parte de la toma de decisiones del conductor hacia las máquinas (p. ej. en la elección de rutas, el seguimiento entre vehículos, el frenado, etc.). Sin embargo, para ser efectivas, las medidas vehiculares deben aplicarse a la totalidad o la mayoría de los vehículos, lo cual suele ser costoso y llevar muchos años. Los programas relacionados con la ingeniería vehicular incluyen: frenado; luces, reflectores, etc.; maniobrabilidad; controles en la conducción; visibilidad; resistencia en las colisiones; calefacción y ventilación; y estabilidad, especialmente en los vehículos pesados.

5.1.3 Modificación de la Conducta

Los programas dentro de esta categoría, para ser efectivos, deben ser definidos de manera clara y precisa; deben ser realistas y dirigidos a problemas específicos e identificados, y a grupos sociales susceptibles de educación; también deben ser respaldados por mecanismos efectivos de cumplimiento de las regulaciones. La modificación de la conducta es exitosa cuando se dirige a factores bajo el control volitivo directo de las personas (p. ej. ponerse el cinturón de seguridad). Es menos exitosa cuando se dirige a situaciones poco frecuentes e inesperadas, por lo que el sistema debe tener como objetivo minimizar la probabilidad de exponer a los usuarios a este tipo de situaciones. Estos programas incluyen: el entrenamiento de peatones, el cual es exitoso si se inculca desde la infancia, cuando la persona es más susceptible a la formación y el aprendizaje; el entrenamiento de conductores - mediante el ensayo repetido de situaciones en el tránsito - particularmente de vehículos de carga, dado que en este caso la habilidad debe ser mayor y más amplia debido al tamaño y la masa del vehículo; las campañas policíacas para controlar la velocidad y el alcohol excesivos en los conductores; etc.

5.1.4 Control de Lesiones

Se refiere a los programas basados en el reconocimiento de que la cantidad de muertos y heridos pueden reducirse, si las personas involucradas en los accidentes van mejor protegidas al momento de ocurrir estos. Incluyen acciones relacionadas con los vehículos y la infraestructura. La ingeniería vehicular aporta en este sentido, mediante el diseño y equipamiento de vehículos, una mayor absorción de la energía en caso de colisión que proteja a los ocupantes y terceros involucrados. Algunas acciones para mejorar la protección de los usuarios,

relacionadas con los vehículos, son: las cerraduras que no estallan, los cinturones de seguridad de tres anclajes -tanto en asientos delanteros como traseros-, los reposacabezas, las bolsas de aire frontales y laterales, los asientos de seguridad para niños, la integridad estructural de las cabinas, los interiores “amigables” con los ocupantes, las columnas de absorción de energía, las barras de protección laterales, los exteriores “amigables” con los peatones (defensas de plástico), la llave de arranque que evita que conductores bajo efectos del alcohol enciendan el vehículo (alcolock), el asistente de detección de fatiga (que utiliza el monitoreo del rostro y los ojos), etc.; en relación con los ciclistas y motociclistas: los cascos, el uso de elementos conspicuos (ropa, luces), etc.; en relación con los autobuses: los interiores “amigables” con los ocupantes, los cinturones de seguridad, etc. Las acciones para mejorar la protección de los usuarios relacionadas con la infraestructura son similares a las de la ingeniería carretera (Estrategia de Prevención de Accidentes).

5.1.5 Manejo de Lesionados

Se refiere a los programas que proporcionan servicios de tratamiento y rehabilitación eficientes, a las personas que resultan lesionadas en percances. Se refiere al tratamiento y los servicios de rehabilitación requeridos para hacer frente a los lesionados. Los programas dentro de esta estrategia suelen basarse en el reconocimiento de que las muertes típicamente ocurren durante los siguientes tres lapsos después del accidente: (I) Al momento de ocurrir o unos minutos después del mismo; la muerte es usualmente el resultado de daño en el cerebro, el sistema nervioso central, el corazón o vasos sanguíneos principales; aproximadamente 50% de las muertes ocurren dentro de este período; sin embargo, sólo se da en alrededor de 5% de los accidentes con muertes; en general, hay poco que la ciencia médica pueda hacer en estos casos. (II) Dentro de las primeras dos horas después del accidente, donde la muerte resulta de lesiones mayores en la cabeza, el tórax, el abdomen o pérdida mayor de sangre; aproximadamente 35% de las muertes ocurren en este período, como resultado de alrededor de 15% de los accidentes con muertes; en estos casos, la atención prehospitalaria apropiada suele generar grandes beneficios. (III) Dentro de los primeros treinta días de admisión hospitalaria; la muerte ocurre como resultado de daño cerebral, falla orgánica e infección; aproximadamente 15% de las muertes ocurren en este período final; la atención hospitalaria oportuna y apropiada suele generar grandes beneficios en estos casos. La información anterior señala que la atención oportuna y adecuada, dentro de las primeras dos horas después del accidente, es crucial para la sobrevivencia de los lesionados.

5.2 El enfoque de las tres “E”

Hay otros sistemas de clasificación de las estrategias de intervención como son el que se basa en las tres “Es”: Educación (“Education”), Ingeniería (“Engineering”) y Aplicación de las regulaciones (“Enforcement”); o en las cinco “Es”, donde además

de las tres “Es” se incluye la parte de Compromiso (“Engagement”) y Servicios de Emergencia (“Emergency services”); o el más utilizado actualmente, que es el que se basa en los cinco pilares del Plan Mundial para el Decenio de Acción por la Seguridad Vial, es decir: (I) gestión de la seguridad vial, (II) vías de tránsito y movilidad más seguras, (III) vehículos más seguros, (IV) usuarios de vías de tránsito más seguros y (V) respuesta tras los accidentes.

Sea cual fuere la clasificación de estrategias utilizada, ellas deben estar integradas a través de un enfoque sistémico coherente de gestión de la seguridad vial.

Para jurisdicciones -es decir, países, regiones, estados, municipios, ciudades, etc.- el Banco Mundial generó un esquema de Sistema de Gestión, el cual se basa en un conjunto de funciones de gestión institucional con orientación a resultados; las que generan intervenciones sobre diferentes aspectos de la red vial, las cuales a su vez producen resultados intermedios, que se comparan con las metas correspondientes para dar seguimiento al camino seguido en la dirección del logro de los valores finales; para los que se minimiza el costo social de los accidentes viales.

5.3 Sistema de Gestión ISO 39001

A nivel corporativo, existe también el sistema de gestión organizacional a través de la Norma ISO 39001; el que a través de sus veintiún requisitos se le requiere a las organizaciones: (I) Entender su contexto e influencia en materia de seguridad vial; (II) establecer liderazgo y compromiso por parte de la alta dirección; (III) determinar su política y comunicarla; (IV) considerar factores de desempeño que impacten positivamente la seguridad vial de forma conocida; (V) establecer objetivos de seguridad vial y planes para lograrlos; (VI) asignar recursos a los planes adecuadamente y el apoyo a través de una variedad de funciones de gestión; y (VII) medir, revisar y mejorar continuamente el desempeño.

Muchas empresas del sector privado están aplicando sus propias versiones del ESS; por ejemplo, Johnson y Johnson -la importante compañía farmacéutica- que ha adoptado como última misión para su flota vehicular: cero accidentes, cero heridos y cero incidentes. También Volvo, la empresa armadora de vehículos, ha ido un paso adelante y ha establecido como meta: cero muertos y lesionados graves generados por o en los vehículos Volvo, en el año 2020; es decir, el diseño vehicular de esta empresa fabricante de vehículos está siendo dirigida a lograr esa meta.

Siempre se han atribuido la mayoría de los accidentes viales al factor humano; por esa razón, la visión a futuro para los sistemas viales es que estos lleguen a respaldar la operación de vehículos que se conduzcan por sí mismos; para lo cual habrá que implementar componentes “inteligentes” como la infraestructura, vehículos, centros de control o elementos de comunicación que lo permitan, por ejemplo, en un sistema de casetas de cobro para ingresar a una vía en donde toda la operación sea automatizada: toda la operación de los vehículos en la vía, a

través de un sistema de control y elementos de comunicación de la carretera con los vehículos (y también de un centro de control) y a través de esos sistemas de control, cada vehículo sea procesado de manera automatizada, sin conductor, desde su ingreso en un sitio hasta su salida en otro. Una parte complementaria del sistema es el vehículo “inteligente”, que tiene dos modos de operación: el primero, el normal, en donde el conductor va al mando del vehículo; y otro, donde entra a una carretera “inteligente” y una computadora va al mando del vehículo que utiliza una serie de elementos de comunicación y control en la carretera, con respaldo desde un centro de control.

Tanto el sistema jurisdiccional del Banco Mundial como el sistema de gestión corporativo en la norma ISO 39001 exigen la adopción del ESS.

El ESS alienta una visión de cero accidentes mortales y lesiones graves (Visión Cero). En camino al logro de esa visión deben establecerse una serie de metas intermedias; en este sentido, se han generado una serie de iniciativas internacionales para darle uniformidad e impulso a este esfuerzo, tales como:

- La resolución 64/255 de la Asamblea General de las Naciones Unidas, del 2 de marzo de 2010, que lanzó el Decenio de Acción de la Seguridad Vial 2011-2020; propuso como meta para el Decenio “estabilizar y luego reducir el nivel pronosticado de muertes en accidentes viales en todo el mundo para el año 2020”. El desempeño de los países está siendo monitoreado, y ya ha generado dos informes sobre la situación por parte de la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2009 y 2013. Asimismo, presentarán una revisión intermedia y otra final -por parte de la OMS- en conferencias ministeriales, en 2015 y 2020.
- La Segunda Conferencia Global de Alto Nivel sobre Seguridad Vial “Tiempo de Resultados” -celebrada por el Gobierno de Brasil, del 18 al 19 noviembre de 2015- adoptó la Declaración de Brasilia; la que, entre otras cosas, da la bienvenida a un nuevo objetivo de reducción de víctimas de las Naciones Unidas, se compromete a "la plena y oportuna aplicación del Plan Mundial para el Decenio de Acción y reconoce que hay una responsabilidad compartida para avanzar hacia un mundo libre de muertes y lesiones graves por accidentes viales".
- A partir de 1 de enero 2016, las Naciones Unidas y sus Estados miembros se han comprometido a un esfuerzo sin precedentes para promover la seguridad vial; el cual está incluido en el nuevo marco de las Naciones Unidas “Objetivos Mundiales para el Desarrollo Sostenible”, en el que la seguridad vial aparece dentro de los objetivos tanto para la salud como para las ciudades (Objetivo 3). Específicamente, se han adoptado las metas de “Para el año 2020, reducir a la mitad las muertes y lesiones causadas por accidentes viales (Meta 3.6)” y “Para el año 2030, proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos, mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, con especial atención a las

necesidades de aquellos en situaciones vulnerables, (p. ej. mujeres, niños, personas con discapacidad y adultos mayores) (Meta 11.2)"

- La próxima iniciativa internacional, en este sentido, será la proposición de una serie de indicadores que, a manera de observatorio de seguridad vial, le permitirán a la Secretaría General de las Naciones Unidas dar seguimiento y reportar el progreso a nivel mundial hacia la recientemente adoptada meta de reducción de muertes y lesiones.

5.4 Recomendaciones de la OCDE/FIT

La OCDE/FIT (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico y el Foro Internacional de Transporte) realizó -en el 2008- una compilación de propuestas, a través de una encuesta, que son posibles de implementar a corto plazo:

- **Gestión de la Velocidad.** El cumplimiento de los límites de velocidad que existen en las vialidades pueden proporcionar efectos positivos inmediatos en materia de seguridad vial, incluso más rápidamente que cualquier otra medida individual sobre seguridad. Asimismo fomentan el apoyo público a la reducción de los límites de velocidad, ya que todavía existe poca concienciación de que las pequeñas disminuciones de velocidad suponen grandes reducciones de accidentes. Otros elementos esenciales sobre la gestión de la velocidad son la mejora de las infraestructuras y la utilización de nuevas tecnologías, como la adaptación inteligente de la velocidad para modificar el comportamiento general.
- **Reducción de la conducción bajo los efectos del alcohol.** Con base en experiencias pasadas, es necesario un control que imponga sanciones con revisiones aleatorias de pruebas de alcoholemia, para hacer cumplir que los límites de alcohol en sangre no excedan del 0.5 g/l. La recomendación abarca la implantación de la medida así como una campaña de gran alcance. Existen tecnologías dedicadas a restringir la utilización del automóvil de acuerdo con el nivel de alcohol que se tenga en la sangre, se trata de una herramienta útil en la prevención de accidentes.
- **Cinturón de seguridad.** Las campañas y las políticas de cumplimiento deben ir de la mano, si se quiere tener un impacto positivo y duradero. Las tecnologías que están disponibles para reforzar y complementar las campañas y las políticas son los sistemas de recordatorio de uso del cinturón de seguridad y los seguros de encendido del vehículo en caso de no portar el cinturón de seguridad. Sin embargo, estas tecnologías requieren de la aceptación general de la población y de los constructores de automóviles.
- **Carreteras y su entorno más seguro.** En el corto plazo, las medidas propuestas deberán ser implantadas primeramente en los sitios con un alto registro de accidentalidad (puntos negros). Las medidas correctivas o de mitigación pueden incluir bandas alertadoras, sellado de los rebordes, limpieza de la vegetación de las cunetas y construcción de carriles de

rebase. En el largo plazo, es necesario un enfoque sistémico y proactivo para el rediseño de la vía.

- Mejora de la seguridad de los vehículos. La seguridad en los vehículos se ha desarrollado favorablemente en los últimos años; estos sistemas, tanto activo (utilizados para la prevención de accidentes) como pasivo (protección en caso de un siniestro), han tenido un avance tecnológico importante. Los sistemas de mayor impacto sobre la prevención de accidentes son los sistemas de Control de Estabilidad Electrónica, así como los sistemas para evitar colisiones y sistemas de alerta de salida del camino.
- Reducción de los riesgos de jóvenes conductores. La implantación de permisos progresivos asociados con una ampliación de la formación durante el periodo de aprendizaje han sido eficaces para reducir el número de muertes entre los jóvenes conductores.

5.5 Tecnologías vehiculares activas diseñadas para evitar colisiones

5.5.1 Asistencia Inteligente de Velocidad (ISA por “Intelligent Speed Assistance”)

Dentro de las tecnologías puestas a disposición de los conductores, para ayudarlos a cumplir con los límites de velocidad, están los sistemas de asistencia inteligente de velocidad (ISA). Estos obtienen información de la velocidad del vehículo y el límite de velocidad local, e implementan una acción cuando detectan que el vehículo excede el límite. Existen dos tipos de sistemas de ISA: los pasivos, que simplemente advierten al conductor que su vehículo viaja por encima del límite (p. ej. a través de advertencias auditivas, visuales y señales táctiles, como una vibración del pedal del acelerador); y los activos, que intervienen y corrigen automáticamente la velocidad para que el vehículo cumpla con el límite. Los sistemas de ISA pueden obtener información del límite de velocidad de la vía por la que el vehículo se desplaza, a través de información general de zonificación de velocidad para un área geográfica determinada; o a través de transmisores en la vía que emiten datos que son recibidos por receptores en el vehículo y que pueden incluir límites locales, identificación de zonas escolares, avisos de advertencia, etc.; o a través de lectores ópticos de los límites en las señales. La mayoría de los sistemas ISA activos pueden ser desactivados temporalmente por el conductor, de considerarlo necesario. La figura 5.1 ilustra uno de estos sistemas.



Figura 5.1 Funcionamiento del Sistema de Asistencia de Velocidad

5.5.2 Frenado Automático de Emergencia (AEB por “Automatic Emergency Braking”)

Una de las tecnologías vehiculares diseñadas para evitar accidentes o reducir el riesgo de lesión grave mediante la reducción de la velocidad antes del impacto (de seguridad activa) es el frenado automático de emergencia (AEB). El AEB puede alertar al conductor de manera audible o visual, sobre un accidente inminente y ayudarlo a utilizar la capacidad máxima de frenado; así como aplicar los frenos de manera independiente al conductor, si la situación se vuelve crítica. Si el vehículo tiene AEB, detectará el peligro y frenará de manera automática. Algunos sistemas también preparan al vehículo para la colisión, tensionando previamente los cinturones de seguridad. Los sistemas de AEB están diseñados para apoyar al conductor solo en situaciones de emergencia, pero sin evitar que este mantenga el control del vehículo en todo momento. La figura 5.2 ilustra uno de estos sistemas.



Figura 5.2 Funcionamiento del Sistema de Frenado Autónomo de Emergencia

5.5.3 Control Electrónico de Estabilidad (ESC por “Electronic Stability Control”)

Una tecnología vehicular diseñada para reducir los accidentes por pérdida de control del vehículo es el Control Electrónico de Estabilidad (ESC). El ESC es una tecnología computarizada que mejora la estabilidad mediante la detección y reducción de la pérdida de tracción (derrape). Cuando el ESC detecta una pérdida de control de la dirección, aplica automáticamente los frenos para ayudar al conductor a "dirigir" el vehículo hacia donde tiene la intención de llevarlo. El frenado se aplica automáticamente a las ruedas, de forma individual, de tal manera que la rueda delantera exterior contrarresta el sobreviraje (el vehículo gira más hacia donde los neumáticos apuntan) o la rueda trasera interior contrarresta el subviraje (el vehículo gira menos hacia donde los neumáticos apuntan). Algunos sistemas de ESC también reducen la potencia del motor, hasta que el control es recuperado. El ESC no mejora el desempeño del vehículo en las curvas, sino que ayuda a minimizar la pérdida de control. Se considera que mediante el uso de esta tecnología podrían evitarse un tercio de los accidentes mortales. En la figura 5.3 vemos uno de estos sistemas.



Figura 5.3 Funcionamiento del Control Electrónico de Estabilidad

5.5.4 Tecnologías para Mantenerse en el Carril (LKT por “Lane Keeping Technologies”)

Dos tecnologías vehiculares diseñadas para mejorar la seguridad vial al ayudar a los conductores a mantenerse en su carril de circulación son la tecnología de Advertencia de Salida de Carril (“Lane Departure Warning” o LDW), conjuntamente con el Sistema de Ayuda para Mantenerse en el Carril (“Lane Keeping System” o LKS). La tecnología de LDW advierte al conductor que comienza a desviarse del carril, mediante la vibración del volante y mostrando una advertencia visual en la pantalla de información del conductor (se puede establecer la vibración de uno a tres niveles de sensibilidad). El LKS va un paso adelante en materia de seguridad vial; dado que si el vehículo se desvía de su curso y si el conductor es lento para reaccionar o no responde, le ayuda a guiarlo de vuelta con seguridad al carril correcto al aplicar torsión al volante del vehículo. El conductor puede anular la ayuda del LKS en cualquier momento. Como ilustra la figura 5.4, estas dos tecnologías se basan en una cámara de visión frontal, que detecta las rayas delimitadoras del carril.



Figura 5.4 Funcionamiento del Sistema de Advertencia de Salida de Carril

5.5.5 Sistema de Prevención de Colisiones (CAS por “Collision Avoidance System”)

Los organismos de investigación de accidentes de los países más desarrollados recomiendan instalar los denominados sistemas de prevención de colisiones, particularmente en los vehículos pesados (vehículos de carga que transportan mercancías con peso superior a 4 toneladas, y autobuses). El CAS utiliza el radar (en todo tipo de clima) y a veces láser y cámara (que son inefectivos con mal clima) para detectar una colisión inminente. Una vez que la detección se lleva a cabo, estos sistemas proporcionan una advertencia al conductor o toman medidas de forma autónoma sin ninguna intervención del conductor (por frenado, por cambio de dirección o ambos). El evitar la colisión por frenado es apropiado a velocidades bajas del vehículo (p. ej. por debajo de 50 km/h), mientras que el evitarla por cambio de dirección es apropiado a velocidades más altas. El CAS va acompañado a menudo por el control autónomo de velocidad (“Autonomous Cruise Control” o ACC); el cual ajusta automáticamente la velocidad del vehículo, para mantener una distancia segura con los transportes que van por delante. El ACC no utiliza comunicación satelital, ni infraestructura en las zonas laterales del camino, ni ningún tipo de apoyo colaborativo de los demás vehículos; sino que utiliza el radar o sensores de láser que permiten al vehículo reducir su velocidad al acercarse a otro y acelerar de nuevo a una cierta velocidad preestablecida (de crucero) cuando el tránsito lo permita. El CAS tiene el potencial de reducir significativamente los accidentes mortales por alcance en los que se ven involucrados vehículos pesados, los cuales representan alrededor de 40% de tales accidentes. La figura 5.5 ejemplifica la operación del CAS en vehículos pesados.

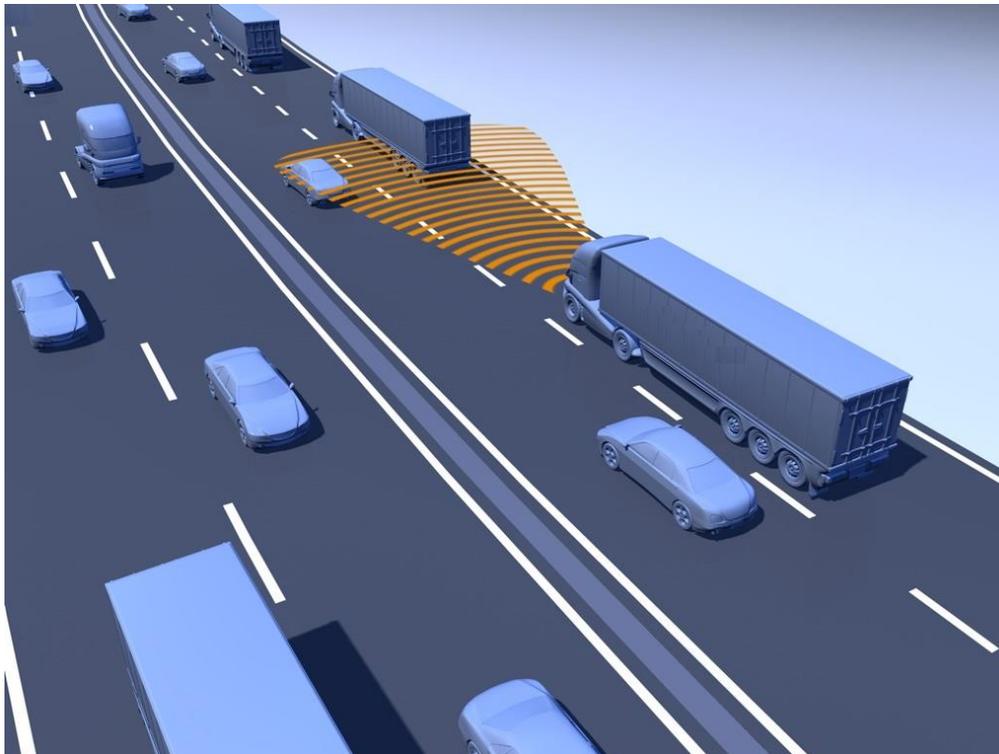


Figura 5.5 Funcionamiento del Sistema de Prevención de Colisiones

5.5.6 Sistema de Control de Tracción (TCS por “Traction Control System”)

El TCS es un sistema que actúa electrónicamente, bien sobre la potencia del motor o bien sobre los frenos, para evitar el deslizamiento de las ruedas motrices cuando el conductor se excede en la aceleración del vehículo o la superficie de rodamiento está muy deslizante (p. ej. con hielo). Funciona de tal manera que - mediante el uso de los mismos sensores y accionamientos que emplea el sistema ABS, antibloqueo de frenos- se controla si en la aceleración una de las ruedas del eje motor del automóvil patina; es decir, gira a mayor velocidad de la que debería y, en tal caso, el sistema actúa para reducir el par de giro y así recuperar la adherencia entre neumático y firme; realiza una (o más de una a la vez) de las siguientes acciones:

- Retardar o suprimir la chispa a uno o más cilindros.
- Reducir la inyección de combustible a uno o más cilindros.
- Frenar la rueda que ha perdido adherencia.

Algunas situaciones comunes en las que puede llegar a actuar este sistema son las aceleraciones bruscas sobre superficies mojadas o con grava, así como sobre caminos de tierra y en superficie helada. La figura 5.6 ilustra una situación en la que este sistema sería de gran utilidad.



Figura 5.6 Funcionamiento del Sistema de Control de Tracción

5.5.7 Etilómetro de interrupción de encendido para vehículos (“Alcolock”)

El alcolock es un mecanismo que impide que el vehículo arranque si el conductor supera los límites legales de consumo de alcohol. Consta de dos subsistemas:

- Un módulo de control, que es un dispositivo electrónico conectado a los sistemas de encendido del vehículo. Dispone de una memoria para registrar los resultados de las pruebas, los intentos de arrancar sin superarlas, fecha, horas y niveles de alcohol.
- Un etilómetro sobre el que se realiza el test de alcoholemia.

El etilómetro analiza la muestra de aire espirado del conductor. Si su nivel de alcoholemia supera un determinado umbral, no permite el encendido del motor. Los futuros desarrollos del alcolock pueden incorporar tecnologías ya realizadas de reconocimiento de huellas dactilares, pupilas o incluso fotografías digitales. La figura 5.7 ilustra la utilización de este dispositivo.



Figura 5.7 Utilización del “alcolock”

5.6 Tecnologías vehiculares pasivas diseñadas para reducir el riesgo de una lesión severa en el evento de una colisión

Estas tecnologías están diseñadas para minimizar las consecuencias del accidente, sobre las personas; en el caso de que este ya sea inevitable. Son elementos que disipan la energía cinética o mejoran la resistencia del vehículo al impacto (“crashworthiness”), al reducir el riesgo de lesiones de gravedad. Algunos de los más importantes son:

5.6.1 Sistemas de retención

Al producirse un accidente, un ocupante sin cinturón de seguridad continuará su trayectoria y se moverá a la misma velocidad y se impactará con los elementos del automóvil frente a este, o será expulsado del vehículo. En caso de expulsión de algún pasajero del vehículo, la probabilidad de resultar gravemente herido se incrementa así como la de perder la vida. El principal objetivo de los dispositivos de retención es el de disminuir la gravedad del accidente, ya que al utilizarlo de manera adecuada se ha demostrado que los índices de mortalidad se disminuyen; y aún más en el caso de la combinación con bolsas de aire.

Existen desarrollos técnicos en el diseño de los sistemas de retención que incluyen pretensores y sistemas de control de energía. Los pretensores actúan al momento de la colisión, de manera que retraen el exceso que pueda encontrarse

de manera que ajustan el cinturón y provocan que el ocupante tenga la mayor aproximación al asiento, durante el impacto; lo que mejora la curva de desaceleración del pasajero. Además de esto, los pretensores ayudan a corregir la posición del pasajero; de manera que además se previenen lesiones por un mal acomodo de los pasajeros al frente del vehículo, al desplegarse la bolsa de aire. Cabe mencionar que existen dispositivos de disparo de los pretensores mecánicos y pirotécnicos. En la figura 5.8 observamos los pretensores de tipo pirotécnico.

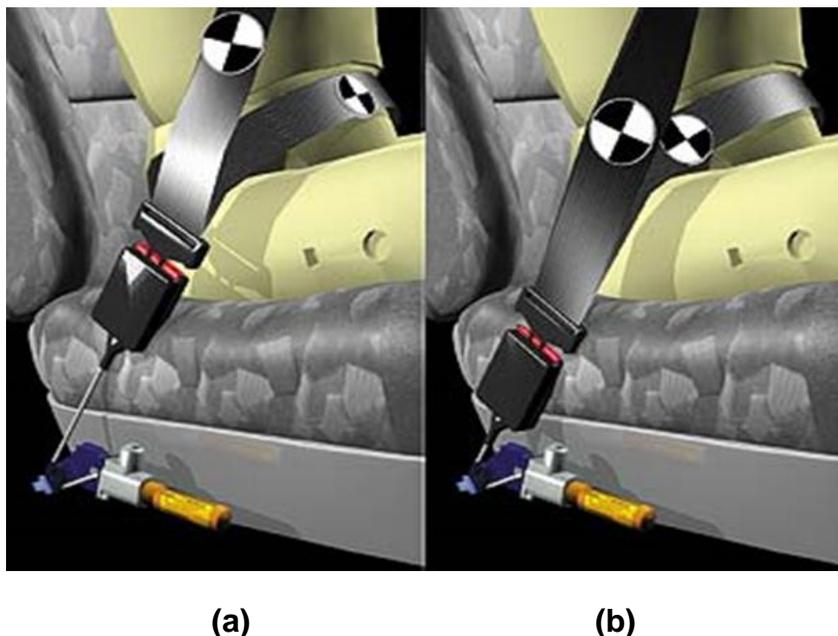


Figura 5.8 Pretensor pirotécnico antes (a) y después (b) del impacto

El diseño de los cinturones de seguridad en los vehículos debe cumplir con normas internacionales; los diseños que garantizan la facilidad de uso incrementan el nivel de utilización. El cinturón de tres puntos de apoyo es el más seguro y el más utilizado. La lengüeta del cinturón de seguridad se atora en la hebilla, la que en los asientos delanteros de los automóviles se coloca generalmente unida directamente al asiento. Un dispositivo retráctil incluido como parte del sistema del cinturón garantiza que la holgura innecesaria se recoja automáticamente. También cuenta con un carrete inercial que permite el desenrollado lento, pero que se bloquea en caso de un tirón brusco. En el caso de las mujeres embarazadas, se vende un accesorio para asegurarse de que el cinturón quede debajo del abdomen, como muestra la figura 5.9.

Es imperativo que el uso del cinturón de seguridad sea un hábito de prevención que se arraigue dentro de las rutinas de transporte diarias, de las personas. Los sistemas de retención deben ser utilizados por todos los pasajeros del vehículo, sin excepción.

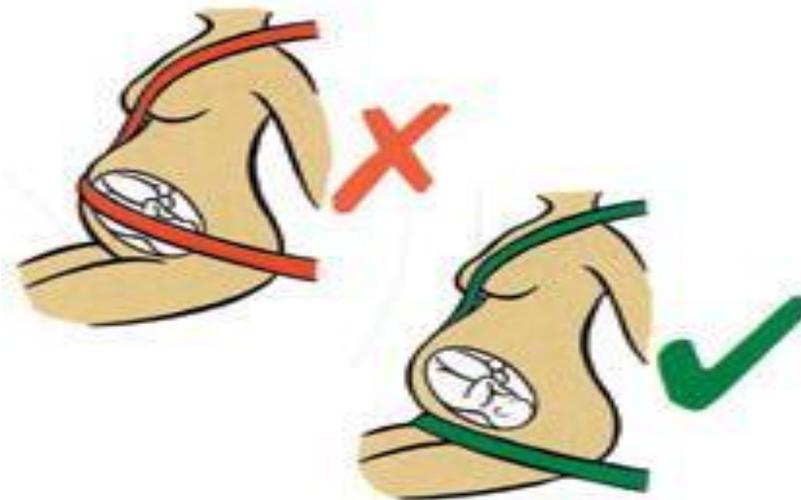


Figura 5.9 Posición ideal del uso del cinturón de seguridad durante el embarazo

Los sistemas de retención también están diseñados para los grupos de pasajeros de corta edad, denominados sistemas de retención infantil. Los bebés y los niños necesitan un sistema de retención infantil adecuado, según su tamaño y peso. Los cinturones de seguridad de tres puntos de apoyo, y los que van en diagonal que son para adultos, no están diseñados para las diferentes proporciones relativas de los cuerpos de los niños. Los sistemas de retención infantil están específicamente diseñados para proteger a los bebés y niños pequeños, durante la colisión o una parada repentina mediante la sujeción a la estructura del vehículo y distribuyendo las fuerzas de un choque sobre las partes más fuertes del cuerpo, con un daño mínimo a los tejidos blandos. También son eficaces en el caso de eventos que no sean colisiones; tales como una parada repentina, una maniobra evasiva o la apertura accidental de una puerta durante el movimiento del vehículo.

La Fundación MAPFRE y otras organizaciones han reportado que cada año mueren alrededor de 6,500 niños, en Latinoamérica, en accidentes de tránsito. Sin duda, las cifras son bastante alarmantes, por lo que es necesario contar con las precauciones para colocar a los infantes dentro del automóvil (MAPFRE, 2015).

Por su parte, la Academia Americana de Pediatría (AAP, 2011) apoya fervientemente la seguridad óptima para niños y adolescentes de todas las edades, y para todas las modalidades de viaje. Dicha academia establece, además, cinco recomendaciones basadas en evidencia analizada para optimizar la seguridad en los viajes realizados por los grupos de niños, desde el nacimiento hasta adolescentes.

Todos los infantes deben de viajar en asientos de seguridad que miren hacia atrás del vehículo, hasta los dos años de edad cumplidos o hasta que lleguen al peso o altura máximo permitido por el fabricante del asiento de seguridad (Figura 5.10).



Figura 5.10 Asientos de seguridad de mira posterior

Todos los infantes de dos años en adelante, o aquellos menores de dos años que hayan sobrepasado los límites de los asientos de seguridad que miran hacia atrás del vehículo, deben utilizar un sistema de retención con mira frontal y arnés de seguridad, hasta el peso y altura máximos especificados por el fabricante (Figura 5.11).



Figura 5.11 Asientos de seguridad de mira frontal

Todos aquellos niños cuyo peso o altura hayan sobrepasado los límites de los asientos de seguridad recomendados por el fabricante deberán usar un asiento posicionador de altura, hasta que el cinturón de seguridad calce de manera

adecuada. Esto es normalmente cuando el infante alcanza una altura aproximada de 1.45 m o se encuentran en la edad de ocho a doce años de edad (Figura 5.12).



Figura 5.12 Asientos posicionadores de altura

Cuando los niños tengan la edad suficiente, y posean la altura necesaria para utilizar el cinturón de seguridad sin ayuda de aditamentos especiales, deberán utilizar el sistema de retención de manera que cubra su regazo y su hombro, por seguridad (Figura 5.13).



Figura 5.13 Los niños con edad y altura suficiente deberán colocarse el cinturón de seguridad

Todos los niños menores de trece años deberán viajar debidamente asegurados en los asientos posteriores del vehículo, para mayor seguridad (Figura 5.14).



Figura 5.14 Infantes menores de 13 años viajando en la parte trasera del vehículo

En conclusión, el uso de los asientos de seguridad en infantes es esencial para prevenir heridas de gravedad o la muerte que pudieran ser provocadas por accidentes automovilísticos. Las consecuencias antes descritas también pueden presentarse por un mal uso de dichos sistemas de seguridad, por lo que se insta a seguir las recomendaciones de los fabricantes de estos dispositivos.

5.6.2 Bolsas de aire (“Airbags”)

Este sistema de seguridad pasiva ha causado la reducción en un 31% de las heridas fatales en conductores y copilotos que tuvieron percances en los que sólo contaron con la ayuda de la bolsa de aire para detener su trayectoria hacia los elementos frontales del vehículo. Sin embargo, cabe destacar que su utilización sin sistemas de retención, como el cinturón de seguridad, reduce drásticamente la protección brindada; incluso puede llegar a ser un precursor de heridas importantes a los conductores del automóvil, ya que el inflado de la bolsa ocurre en aproximadamente 30 milisegundos. De igual manera pueden existir heridas en niños que viajen en sistemas de retención infantil en la parte delantera del vehículo, ya que la violenta expulsión de la bolsa de aire dentro del vehículo puede ocasionar lesiones en la espalda del infante. Las ubicaciones comunes de los airbags aparecen en la figura 5.15.

En automóviles equipados con pretensores, la posición de los pasajeros frente a la bolsa de aire se mejora de manera que puedan impactar frente a esta completamente extendida, mejorando la curva de desaceleración del individuo.

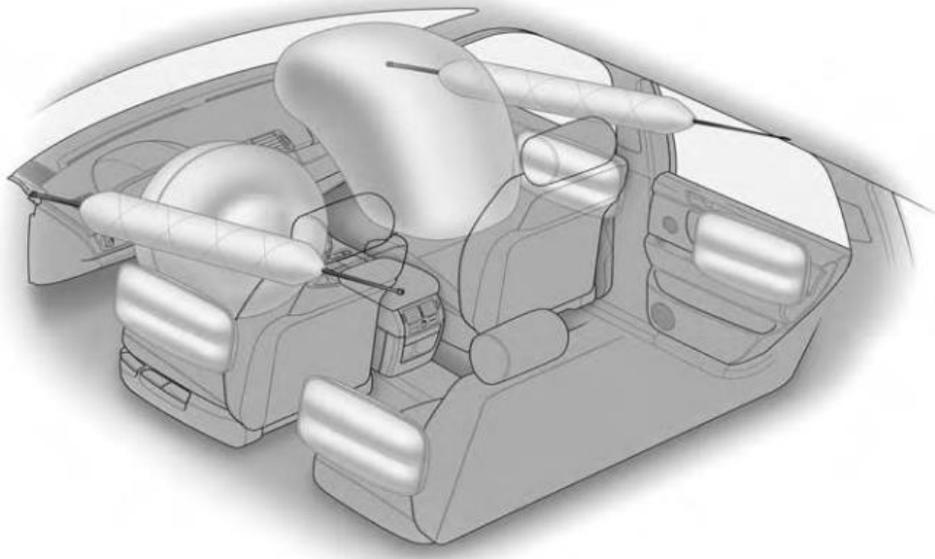


Figura 5.15 Posiciones comunes de las bolsas de aire dentro del vehículo

El sistema de despliegue de las bolsas de aire depende del cambio de velocidad (aproximadamente de 15 a 20 km/h) y también por sensores presentes en la parte frontal del vehículo. Al accionar la señal de despliegue por parte de estos sensores, la bolsa es rápidamente llenada con gas nitrógeno; la bolsa no permanece inflada, sino que el nitrógeno escapa por la ventilación incorporada en esta.

Las primeras generaciones de bolsas utilizaban una gran cantidad de energía en su despliegue. Esto causó, en varias ocasiones, heridas de gravedad e incluso la muerte de los pasajeros frente a estas. Posteriormente, los análisis realizados a raíz de esta situación permitieron el diseño de dispositivos con un poder de despliegue menor y se mejoró el sistema para el escape de los gases. Los avances en estos sistemas también incluyeron el desarrollo de sistemas de doble etapa, multietapas y despliegues variables de bolsas de aire. Los sistemas duales y multietapas utilizan sistemas de inflado que se disparan en etapas, a manera de controlar la expansión de la bolsa, dependiendo de la severidad de la colisión frontal. Los sistemas de despliegue variable pueden controlar la expansión en una sola etapa. En colisiones frontales severas, cada sistema utiliza un despliegue rápido y con la mayor cantidad de energía disponible.

Asimismo, las bolsas laterales proveen de seguridad en las colisiones producidas en los costados de los vehículos, de manera que se minimizan los efectos en los traumas craneales que pudieran presentarse.

5.6.3 Medidas sistémicas y Sistemas de Protección Delantera (FPS por “Frontal Protection Systems”)

Como ya mencionamos, los accidentes viales son multicausales; es decir, obedecen a una cadena de fallas en varios de los componentes del sistema vial (el factor humano, el camino, el vehículo, etc.). La investigación de accidentes viales debe identificar esa cadena. Por lo tanto, las acciones de mejora deben seguir un enfoque sistémico que aplique medidas de los diferentes campos (mejoramiento de las vías, los vehículos, las velocidades de viaje, cumplimiento de las regulaciones, etc.), incluyendo campañas de mercadotecnia social dirigidas a los diferentes tipos de usuarios y actores involucrados, con el propósito de informarles y convencerlos de los beneficios de las medidas, particularmente si estas conllevan niveles de restricción. Considerando lo anterior, en Suecia se han tomado las siguientes medidas para lograr un nivel óptimo de seguridad en los cruces peatonales:

- Los vehículos de motor tienen que ceder el paso a los peatones.
- No deben construirse cruces peatonales sobre carreteras con cuatro o más carriles de circulación.
- El límite de velocidad en cruces peatonales debe ser de 30 km/h.
- Los cruces peatonales deben diseñarse para asegurar que los vehículos de motor no excedan el límite de velocidad (p. ej. instalando plataformas peatonales elevadas).
- Realización de campañas de mercadotecnia social requeridas.

El efecto de las medidas anteriores puede ser aún mayor en combinación con los sistemas que pueden frenar un vehículo de forma automatizada y los sistemas de protección delantera (FPS), que son dispositivos montados en el frente del vehículo para proteger a peatones y ciclistas (Figura 5.16). De manera aislada, el efecto de cada medida puede tener algún beneficio, pero cuando trabajan juntas generan interacciones que potencian el beneficio en seguridad vial.

5.6.4 Evaluación de vehículos nuevos (NCAP por “New Car Assessment Program”)

Un objetivo fundamental del Enfoque Sistémico para la Seguridad Vial es lograr que los vehículos sean seguros. En los países más avanzados, la seguridad vehicular, al menos de los automóviles, se ha logrado actuando sobre las fuerzas del mercado a través del Programa de Evaluación de Automóviles Nuevos (NCAP por sus siglas en inglés) en vez de mediante esquemas regulatorios. NCAP es un programa en el que participan organismos gubernamentales, fabricantes y organizaciones relacionadas con el sector automotriz. NCAP, que está organizado por regiones del mundo (EuroNCAP para Europa, LatinNCAP para América Latina, etc.), realiza pruebas de seguridad pasiva (que es la que evita lesiones graves o mortales en los ocupantes a diferencia de la seguridad activa que es la que evita accidentes) en automóviles nuevos, y entrega una calificación por estrellas basada en el comportamiento del automóvil en pruebas de impacto frontal y lateral, así

como en la protección de niños a bordo y de peatones en caso de atropello. Dicha calificación va de 0 a 5, donde 0 corresponde al peor comportamiento y 5 al comportamiento óptimo. El proporcionar esta información al público permite orientar la demanda hacia los vehículos más seguros. La figura 5.17 ilustra este tipo de pruebas.



Figura 5.16 Sistema de detección de peatones dentro del vehículo



Figura 5.17 Pruebas realizadas a vehículos por medio del programa NCAP

5.7 Tecnologías vehiculares diseñadas para la gestión de la velocidad

Enseguida describimos algunas de las tecnologías de vanguardia más importantes, para gestionar la operación vehicular a velocidades seguras.

5.7.1 Cámaras de velocidad

Una tecnología dirigida a hacer que los conductores cumplan con los límites de velocidad son las cámaras de velocidad. Estas se utilizan para registrar infracciones por exceso de velocidad e identificar a los propietarios de los vehículos en función del número de placa. Se basan en radares o en lazos de inducción mediante los cuales se miden las velocidades. Pueden ser fijas, móviles, de luz roja y de punto a punto. Las cámaras fijas se montan en posiciones establecidas, ya sea en postes o en pórticos encima de la carretera; se utilizan en lugares de alto riesgo, tales como túneles o en zonas con antecedentes de accidentes graves (Figura 5.18).



Figura 5.18 Cámaras montadas en arcos de detección

Las cámaras móviles van en vehículos que se desplazan, como son las patrullas de la policía (Figura 5.19); proporcionan verificaciones en cualquier momento y en cualquier lugar y son utilizadas para controlar las velocidades en lugares específicos, así como en toda la red. Las cámaras de luz roja son instaladas en las intersecciones semaforizadas de alto riesgo, para capturar la imagen de los vehículos que cruzan la intersección aunque tengan la luz roja en el semáforo o de aquellos que exceden el límite de velocidad para el cruce. Finalmente, las cámaras de punto a punto miden la velocidad media de los vehículos a través de

largas distancias, y se utilizan sólo para controlar la velocidad de los vehículos pesados.



Figura 5.19 Cámara móvil montada en el interior del vehículo de policía

5.7.2 Señales de mensaje variable

Las señales de mensaje variable que miden mediante radar la velocidad del vehículo al aproximarse este a ellas y la muestran al conductor, son utilizadas para reducir la velocidad del tránsito, en vez de los dispositivos físicos como son los “topes”. Estas señales se construyen a base de “diodos emisores de luz” (LED’s), y son utilizadas a menudo en zonas escolares, zonas de construcción o en vías de elevado flujo vehicular como ilustra la figura 5.20. Existen estudios cuyos resultados indican que las reducciones de velocidad registradas mediante estos dispositivos son generalmente inferiores a las obtenidas con los dispositivos físicos. La adición de medidas de vigilancia policiaca y aplicación de infracciones después de la señal aumenta su eficacia.

5.7.3 Asistencia Inteligente de la Velocidad

Entran en de este rubro las tecnologías ya mencionadas bajo el título Asistencia Inteligente de Velocidad (“Intelligent Speed Assistance”). Una tecnología adicional de este tipo -que permite mejorar la seguridad y la comodidad vehicular, derivada de la aviación militar- es la proyección de los parámetros más importantes del recorrido, directamente sobre el parabrisas o en una pantalla transparente sobre la línea de visión del conductor. De esta manera, este puede ver la información con la cabeza erguida y mirando hacia el frente, en vez de tener que bajarla para mirar instrumentos ubicados inferiormente. Las más avanzadas de estas tecnologías proyectan información de la velocidad, las señales de tránsito, el estatus de activación del control autónomo de velocidad, advierten de inmediato al conductor

si está abandonando su carril involuntariamente, le proporcionan la distancia entre su vehículo y el que va adelante, e información de navegación tal como la vía hacia la cual debe girar (mediante una flecha como se ilustra en la figura 5.21).



Figura 5.20 Arcos de detección e información de velocidad



Figura 5.21 Información de velocidad y señalamiento proyectada en el parabrisas del vehículo

5.8 A través del diseño y operación de la infraestructura

En este campo, las medidas de vanguardia adoptadas son también muy diversas. En primer lugar hace énfasis en el diseño de las vías, en que este sea fácil de entender para los conductores y que sus alineamientos vertical y horizontal y demás elementos (intersecciones, accesos, incorporaciones, desincorporaciones, gazas, etc.) sean legibles, incluyendo las indicaciones que se dan a los usuarios a través de los señalamientos; es decir, que las vías sean auto-explicativas y no generen confusiones.

Asimismo, el diseño debe empezar por las necesidades de los más vulnerables; es decir: los peatones, los ciclistas, los adultos mayores, los niños, etc.

Para una velocidad límite dada, la infraestructura debe diseñarse y operarse de manera que el error humano se minimice; y en caso que este se produzca, no genere muertes o lesiones severas para los tipos prioritarios de colisión (de lo contrario, la velocidad límite debe reducirse para ser indulgente con los errores humanos previsibles).

En relación con el diseño de la infraestructura, el focalizarse hacia los tipos prioritarios de accidentes y otros aspectos fundamentales es esencial para el desarrollo de un sistema seguro, por ejemplo:

En vías con afluencia de peatones y ciclistas, debe minimizarse la posibilidad de que estos sufran accidentes, ya sea cuando crucen la vía o cuando circulen a lo largo de ella. Por las razones ya mencionadas; a velocidades superiores a 30 km/h, los peatones y los ciclistas deben separarse físicamente del tránsito vehicular.

En vías con afluencia de motociclistas, deben implementarse elementos para protegerlos; tales como barreras laterales, dispositivos de absorción de impacto, carriles separados para motociclistas, sistemas de protección para el piloto y el pasajero (ropa) y sistemas de frenado antibloqueo (ABS).

En el caso de las intersecciones, debe minimizarse la posibilidad de colisión aplicando principios del diseño de intersecciones seguras, tales como: (I) limitar la velocidad del tránsito a través de las intersecciones a 50 km/h, (II) evitar ángulos de impacto de 90°, (III) limitar los puntos de conflicto, (IV) separar a los usuarios vulnerables o limitar la velocidad a 30 km/h en la intersección, y (V) promover a través del diseño la responsabilidad mutua activa en las intersecciones (p. ej. distribuyendo el derecho de paso equitativamente en vez de dárselo de manera exclusiva a un solo grupo de usuarios).

En el caso de los accidentes por salida del camino, las medidas pueden ser de los tipos siguientes: (I) mantener los vehículos en la carretera a través del diseño geométrico adecuado (alineamiento y pendiente transversal); (II) aplicar medidas

contra la fatiga, la inatención y las distracciones; y (III) suministrar zonas laterales para acomodar la común ocurrencia de salidas del camino.

En el caso de los accidentes frontales, la probabilidad de lesión severa aumenta a velocidades por encima de 70 km/h. Suecia es un país que ha sido muy exitoso en la reducción de los accidentes frontales en carreteras no divididas, con calzada de 13 m y un solo carril por sentido, con acotamientos anchos; mediante la instalación de sistemas de barrera flexible a base de cables en tramos en los que se instalan alternadamente dos carriles en un sentido y uno en el otro, reduciendo en estos tramos los acotamientos a 1 m (sistema 2+1); y más recientemente en su calzadas de 9 m con un sistema 1+1. Las figuras 5.22 y 5.23 ilustran el sistema 2+1.

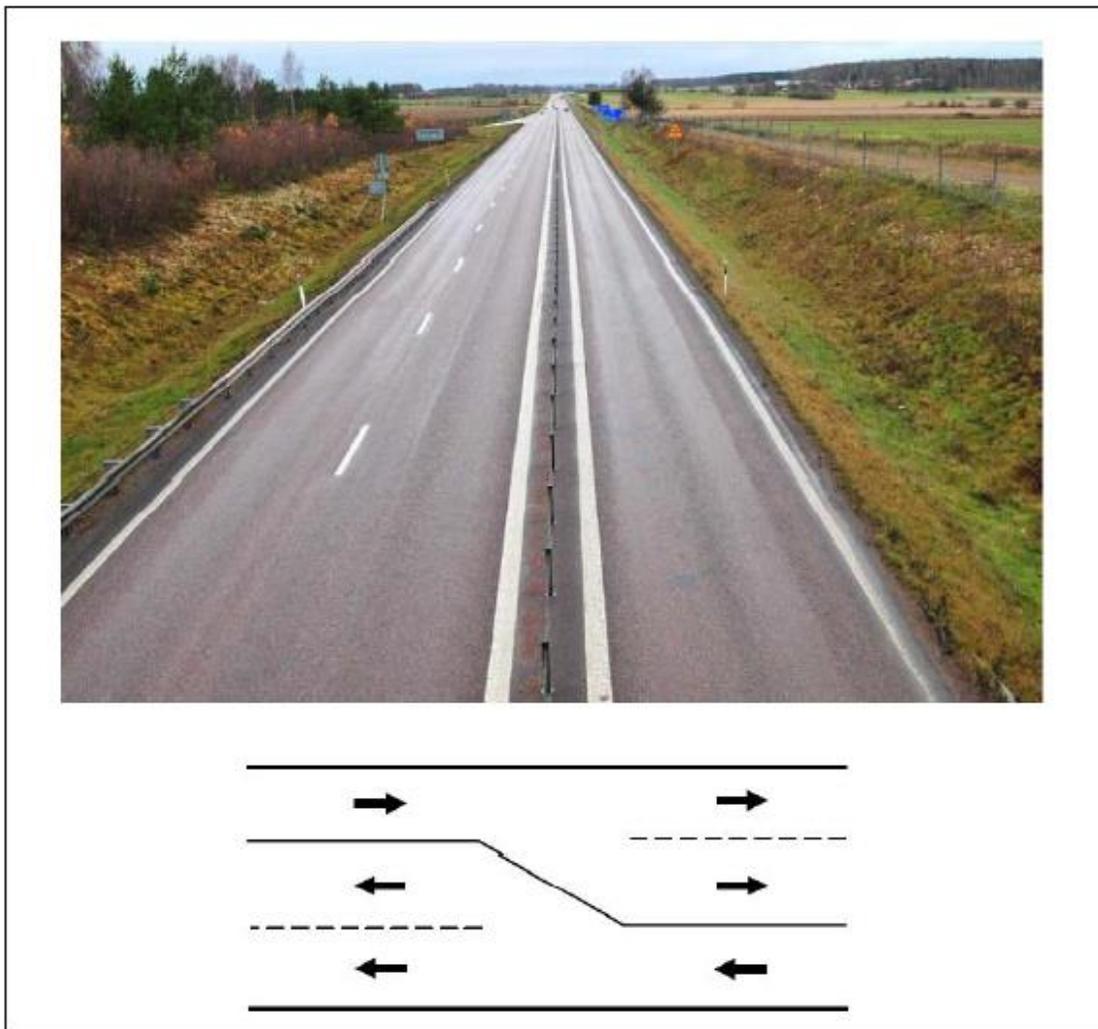


Figura 5.22 Vista en planta de la configuración de los caminos 2+1



Figura 5.23 Los caminos 2+1 ayudan a prevenir las colisiones frontales entre 2 vehículos

Como ya mencionamos, la propuesta de medidas de mejoramiento debe seguir un enfoque sistémico, incluyendo campañas de mercadotecnia social.

En el caso de los cruces peatonales, las medidas pueden ser de los tipos siguientes: instalaciones de tiempo separado (semáforos peatonales en intersecciones y a media cuadra), plataformas elevadas, pasos a desnivel o puentes peatonales, frente de los vehículos amigable para los peatones.

En el caso de las glorietas, estas serán utilizadas para mitigar las consecuencias de los errores humanos comunes (p. ej. pasarse la luz roja en intersecciones con semáforos ya sea intencional o no intencionalmente). Las glorietas guían al usuario de la vía a adoptar velocidades más bajas y configuraciones de choque más favorables (ángulos de colisión más pequeños).

Un aspecto fundamental es lograr que ya no se construyan vías inseguras. El primer requisito para ello es contar con normas de diseño actualizadas que consideren las necesidades y hallazgos de vanguardia en relación con la seguridad vial y el factor humano. Al diseñarse las vías de acuerdo con estas normas, logramos una seguridad “nominal”, que libera al diseñador de responsabilidades pero que no garantiza la seguridad “real”. Un segundo requisito por lo tanto es someter el diseño a una auditoría de seguridad vial, la cual es un

proceso formal de revisión de este por parte de un experto o equipo de expertos calificados e independientes (que no participaron en el diseño) que analizan su nivel de seguridad, y ponga de manifiesto todos y cada uno de los riesgos potenciales. Las auditorías de seguridad vial pueden también realizarse al producto de etapas posteriores al diseño (una vez construida la vía pero antes de abrirla al tránsito, o cuando ya esta se encuentra en operación) en el entendido de que las medidas correctivas identificadas resultarán más onerosas en la medida en que correspondan a etapas más tardías (es más fácil y barato corregir los planos de diseño que corregir la vía una vez construida).

Tanto el diseño como las auditorías deben considerar las necesidades de todos los tipos de usuarios. Cada vez es más común el auditar nuevos diseños o vías existentes con base en su calificación por estrellas. Este enfoque fue desarrollado por el Programa Internacional de Evaluación de Carreteras (iRAP por sus siglas en inglés), que es una organización internacional sin fines de lucro. Consiste en obtener información digital sobre los atributos de la infraestructura (tipo de calzada, número y ancho de carriles, curvatura, pendiente, visibilidad, señalamiento, ancho de acotamientos, ancho y nivel de protección de la faja separadora central y de las zonas laterales, densidad de accesos, instalaciones para peatones, ciclistas y motociclistas, etc.), combinarla con su velocidad de operación, sus índices de accidentalidad, sus flujos de tránsito, etc., y codificarla y procesarla para estimar el nivel de riesgo de las vías con base en su calificación por estrellas y generar recomendaciones de intervención para reducir el nivel de riesgo así como su costo y relación beneficio/costo. El sistema otorga, para cada tipo de usuario (ocupante de vehículo, motociclista, ciclista o peatón), una calificación de 1 a 5 estrellas; donde 1 corresponde a vías que no cuentan con los elementos de seguridad apropiados para las velocidades de operación actuales y 5 corresponde a vías que cuentan con todos los elementos de seguridad. A nivel internacional, se acepta una calificación mínima de tres estrellas para los diferentes tipos de usuarios de vías importantes (arterias). La figura 5.24 ilustra una vía de 5 estrellas.



Figura 5.24 Ejemplo de camino de 5 estrellas de acuerdo con la clasificación iRAP

6 Conclusiones y Recomendaciones

A través de este trabajo fue posible recapitular los conceptos y acciones que son necesarias para establecer la Visión Cero y fortalecer la seguridad vial del entorno en donde se desee implantar.

Dado que la aplicación de la Visión Cero representa un “cambio de cultura”, su implementación eficaz requiere del cumplimiento de los siguientes puntos:

- Crear una agencia líder para atender el problema de la accidentalidad vial y fortalecer su papel así como su función de coordinación interinstitucional.
- Preparar una estrategia nacional de seguridad vial y el plan de acción correspondiente.
- Asignar recursos financieros y humanos para hacer frente al problema.
- Implementar acciones específicas para prevenir los accidentes de tránsito, reducir al mínimo los traumatismos y sus consecuencias, y evaluar el impacto de estas acciones.
- Apoyar el desarrollo de la capacidad nacional y la cooperación internacional.
- Generar una base de datos integral de accidentes viales.
- Tratar corredores y áreas de alto riesgo mediante intervenciones adecuadas (p. ej. acciones sistémicas que involucren mejoras de seguridad de la infraestructura); programas de cumplimiento de las normas de seguridad vial, apoyados por campañas intensivas de publicidad y sensibilización (p. ej. velocidad, alcohol, cinturones de seguridad y cascos, fatiga, vehículos del servicio público); mejoramiento de la respuesta después de los accidentes y de los servicios médicos de emergencia y rehabilitación; etc.
- Instrumentar reformas de política (p. ej. licencias de conducir, estándares de seguridad de los vehículos, etc.).
- Establecer un sistema de monitoreo y evaluación.
- Es también indispensable que la Visión Cero sea entendida y aceptada desde el más alto nivel, desde los políticos hasta el personal en la primera línea. Este personal debe incluir a los ingenieros de tránsito, los ingenieros de infraestructura, la policía, los urbanistas, los financieros, los ingenieros de vehículos, los educadores y muchos otros en toda la gama de las agencias cuyo trabajo afecta directamente el desempeño en seguridad vial. En particular, las agencias de transporte responsables del diseño del sistema de carreteras, la construcción, mantenimiento y las operaciones de tránsito deben asegurarse que sus empleados entiendan, acepten y apliquen los principios del ESS. Esto requerirá la implementación de cursos en la materia, dentro del programa regular de capacitación así como el desarrollo de competencias específicas como parte de los requisitos del servicio profesional de carrera.

Al respecto, los siguientes puntos son factibles de implementar, a corto plazo, en México:

- La creación de una agencia líder responsable de atender el problema de la siniestralidad vial a nivel nacional.
- La creación de una red de actores, tanto del sector público como del sector privado.
- La instrumentación de protocolos de integración y colaboración interinstitucional.
- La creación de una asociación de autoridades locales.
- La implementación de sistemas de gestión, tanto a nivel jurisdiccional como corporativo.
- La creación de un sistema de coordinación interinstitucional para la generación de la base de datos integral de accidentes viales.
- El desarrollo de un sistema de indicadores para darle seguimiento a la evolución de la siniestralidad vial y evaluar la efectividad de las medidas y programas adoptados.
- La creación de ONG y asociaciones nacionales que promuevan el compromiso gubernamental y de los demás actores involucrados.
- La creación de una agencia nacional de investigación de accidentes, particularmente aquellos con muertes y lesiones graves, con la finalidad de identificar la cadena de fallas y generar la propuesta de medidas de mejoramiento en los diferentes campos en la búsqueda de soluciones integrales y holísticas.
- La existencia permanente de una red temática colaborativa de investigación sobre el tema “Accidentes Viales”; dirigida a la investigación, capacitación, realización de congresos y seminarios y transferencia de conocimientos y tecnología.

Bibliografía

1. American Academy of Pediatrics (AAP). (2011). AAP Updates Recommendation on Car Seats. <https://www.aap.org/en-us/about-the-aap/aap-press-room/pages/aap-updates-recommendation-on-car-seats.aspx>.
2. Cameron, M. H. (1980). The effect of seat belts on minor and severe injuries measured on the Abbreviated Injury Scale. Proceedings of the Eighth International Conference of the International Association for Accident and Traffic Medicine (72–98), University of Aarhus, June 10–13, Aarhus, Denmark.
3. Cleveland, D. E. (1987). Effects of Resurfacing on Highway Safety. In Relationship Between Safety and Key Highway Features, A Synthesis of Prior Research, 78–95. State of the Art Report 6, Transportation Research Board, Washington DC.
4. Diario Oficial de la Federación. (2011). ACUERDO por el que se da a conocer la Estrategia Nacional de Seguridad Vial 2011-2020. 14/03/2016, de SEGOB Sitio web: http://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5193284&fecha=06/06/2011
5. Fundación MAPFRE. (2015). Asientos para seguridad de niños. Situación en Iberoamérica y el caribe. Disponible en: http://www.fundacionmapfre.org/fundacion/es_es/images/asientos-seguridad-para-ninos-situacion-en-iberoamerica-y-el-caribe_tcm164-5521.pdf
6. Haight, F. A. (1985). Road safety: A perspective and a new strategy. Journal of Safety Research, 16(3), 91-98.
7. Huelke, D. F., T. E. Lawson & C. J. Marsh. (1977). Injuries, restraints and vehicle factors in rollover car crashes. Accident Analysis and Prevention, 9, 93–107.
8. Krafft, M., C. Nygren & C. Tingvall. (1990). Rear seat occupant protection. A study of children and adults in the rear seat of cars in relation to restraint use and characteristics. Journal of Traffic Medicine, 18, 2, 51–60.
9. McMahon, K., & Dahdah, S. (2008). The True Cost of Road Crashes, Valuing life and the cost of serious injury. London: iRAP.
10. Nygren, A°. (1984). Injuries to car occupants-some aspects of the interior safety of cars. Acta Oto-Laryngologica Scandinavica, Supplement 395, 1–164.
11. ONU. (2010). Mejoramiento de la Seguridad Vial en el Mundo. 14/03/2016, de ONU Sitio web: <http://www.un.org/es/comun/docs/?symbol=A/RES/64/255>.

12. Organisation for Economic Co-operation and Development. (OECD). (2008). Towards Zero: Ambitious Road Safety Targets and the Safe System Approach. Organisation for Economic Co-operation and Development.
13. Pasanen, E. 1991. Ajonopeudet ja jalankulkijan turvallisuus (Driving speeds and pedestrian safety). Espoo, Finland. Helsinki University of Technology, Traffic laboratory, Publication 72 (in Finnish).
14. Ragnøy, A. (1986). Bremsing og ulykker. TØI-notat 806. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
15. Ragnøy, A. (1989). Trafikksikkerhet og drengasfalt. Arbeidsdokument TST/0143/89. Transportøkonomisk institutt, Oslo.
16. Sabey, B. E., B. E. Grant & C. A. Hobbs. (1977). Alleviation of injuries by use of seat belts. TRRL Supplementary Report 289. Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, Berkshire.
17. Theeuwes, J. and Godthelp, H (1992). Begrijpelijkheid van de weg (Self-explaining roads). Report IZF 1992 C-8. Soesterberg: TNO Institute for Perception.
18. Turner, B., & Smith, G. (2013). Safe System infrastructure: implementation issues in low and middle income countries (No. ARR 383). Research Report ARR 383, ARRB Group Ltd, Vermont South, Australia.
19. Wegman, F., and L. Aarts, eds. 2006. Advancing sustainable safety. SWOV, Leidschendam.
20. World Health Organization. (WHO). (2008). World Report on Road Traffic Injury Prevention; 2004. World Health Organization: Geneva.
21. World Health Organization (WHO). (2011). Plan mundial para el decenio de acción para la seguridad vial 2011-2020.
22. World Health Organization (WHO). (2013). Global status report on road safety. Injury Prevention. http://doi.org/http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/en/index.html.



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

publicaciones@imt.mx

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