

SISTEMAS DE GESTIÓN DE LA SEGURIDAD DE LA CIRCULACIÓN VIAL

Ignacio Pérez Pérez; perez@iccp.udc.es

Santiago Lopez Fontán; slopez@iccp.udc.es

Universidade da Coruña

Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos.

Campus de Elviña, s/n.

15192 A Coruña

Tel: 981.16.70.00

Fax: 981.167.170

1. INTRODUCCIÓN

Los accidentes de tráfico acaecidos en las carreteras españolas durante el año 1998 ocasionaron un total de 4.811 víctimas mortales. Ante ésta y otras alarmantes cifras, existen multitud de medidas que pueden ser adoptadas por las autoridades competentes para hacer disminuir la abultada cifra de siniestros que reflejan las estadísticas oficiales. Estas medidas o actuaciones pueden variar desde aquéllas que se toman para aumentar la seguridad de los vehículos, hasta las que permiten mejorar la eficacia de la vigilancia policial, pasando por campañas de educación vial e información ciudadana. Entre estas intervenciones administrativas cabe citar también la mejora de la propia infraestructura viaria.

En la presente comunicación se hará un resumen general de la problemática de la seguridad vial. En principio, se hace una breve exposición de los factores que contribuyen a la aparición de los accidentes. A continuación, se describen someramente los tres niveles en que se realizan las investigaciones de accidentes de tráfico. Seguidamente, se enumeran las actuaciones que se llevan a cabo para la mejora de la seguridad vial, separando éstas en las relacionadas con el usuario, con el vehículo y con la carretera y su entorno. También se mencionan las líneas generales del Plan Estratégico Básico de Seguridad Vial aprobado en el año 1992.

2. FACTORES QUE INTERVIENEN EN LOS ACCIDENTES DE CIRCULACIÓN VIAL

La circulación vial se representa como un sistema formado por tres factores que se interrelacionan entre sí: El usuario o factor humano, el vehículo o factor mecánico y la carretera y su entorno (entendiendo el entorno como los factores que rodean a la carretera: factores climatológicos, factores medioambientales, etc.). Cuando sucede un accidente de tráfico se considera que se ha producido una anomalía en uno o en varios de los factores de dicho sistema. Con el fin de valorizar la importancia relativa de los tres factores que están presentes en los accidentes de circulación vial, equipos multidisciplinares han realizado diversas investigaciones de accidentes (ver apartado nº3). Entre todas ellas, cabe mencionar los resultados obtenidos en dos investigaciones realizadas en el Reino Unido y en los Estados Unidos de Norteamérica. Los resultados de estas dos investigaciones se muestran en la tabla nº1. Al analizar las estimaciones de la tabla nº 1 se llega a la deducción de que en aproximadamente más de un 90% de los accidentes aparece implicado un error en la atención, en la toma de decisiones y en la respuesta del ser humano. Por lo tanto, a menudo, la opinión de los profesionales relacionados con el campo de la seguridad vial está orientada en el sentido de luchar contra los accidentes de circulación vial principalmente a través de la enseñanza, la información y la vigilancia policial sobre el cumplimiento de las normas de tráfico. Es decir aquellas medidas que se relacionan con el factor humano. A pesar de la indudable trascendencia que todas estas medidas tienen sobre la buena práctica de la conducción, una conclusión de este tipo oculta el verdadero origen de los accidentes, que está fuertemente arraigado en el actual funcionamiento del sistema de tráfico por carretera. Sistema que, por cierto, deja demasiado hueco para el error humano. El tráfico moderno enfrenta al usuario de la

carretera con una serie de escenarios viarios y circulatorios totalmente imprevisibles. El actual sistema hace que, en numerosas ocasiones, los usuarios difícilmente sean capaces de reconocer los peligros potenciales y, además, exige que éstos tengan un elevado grado de experiencia que les permita evitar situaciones conflictivas.

CONTRIBUCIÓN		Estudio del Reino Unido	Estudio de USA
Factor único	Carretera y entorno	2.5 %	3.25%
	Usuario	65%	57.25%
	Vehículo	2.5%	2.25%
Factor doble	Carretera, entorno y usuario	24%	27.5%
	Usuario y vehículo	4.5%	6.25%
	Carretera, entorno y vehículo	0.25%	1.5%
Factor triple	Los tres factores	1.25%	2%

Tabla nº1.

Con respecto a dichos resultados, cabe decir que no es sorprendente la elevada participación del factor humano, a fin de cuentas quizás se debería esperar que el usuario esté involucrado en un 100% de los accidentes. Esto es así porque cuando el accidente sea imputable a los factores de la carretera o del vehículo, casi siempre existirá una acción alternativa por parte del elemento humano que, de haberse producido, evitaría el accidente. En cualquier caso, desde un punto de vista mucho más amplio, las personas siempre están involucradas en el proyecto, construcción, conservación y, explotación, de los vehículos y carreteras.

Estas investigaciones están basadas en la premisa de que si una o varias características distintivas (de la carretera y su entorno) no hubieran estado presentes en el desenlace del accidente de tráfico, éste hubiera sido totalmente diferente. Esto origina algunos problemas de interpretación. Por ejemplo, un accidente de *choque frontal* producido en una carretera convencional con pavimento seco y, además, bien iluminada posiblemente sería completamente imputado al factor humano debido a un error producido en la conducción. Pero, por contra, se podría argumentar que el accidente no hubiera ocurrido si el acontecimiento se hubiera producido, por ejemplo, en una carretera con calzadas separadas. Por consiguiente, cuando se achacan los accidentes al factor humano casi siempre se tienen disponibles, sobre la carretera y su entorno, una serie factible de actuaciones de ingeniería que, de haberse ejecutado previamente, hubieran producido desenlaces completamente disímiles.

Los factores obtenidos en este tipo de investigaciones multidisciplinarias, que sin duda delimitan la causalidad que acompaña al accidente de tráfico, casi nunca apuntan una dirección a tener en cuenta para la adopción de actuaciones de seguridad vial efectivas desde un punto de vista de rentabilidad económica. Precisamente, cuando se consideran actuaciones de mejora de la seguridad vial, hay que tener en cuenta que

las más efectivas ni mucho menos tienen por qué estar directamente relacionadas con la “**causa**” principal del accidente. Esto es particularmente cierto en los accidentes donde el usuario de la carretera comete un desacierto al interpretar el entorno de la misma. En otras palabras, en muchas ocasiones en las que la causa principal se atribuye a la falta de habilidad del conductor; es decir, a la falla humana, las actuaciones de mejora de la seguridad de la circulación vial tienen una mayor rentabilidad y, también, son más fáciles de llevar a cabo que el adiestramiento del conductor para que obtenga el suficiente grado de preparación. Además, hay que tener en cuenta que, aunque no se puedan evitar los accidentes, todavía, mediante actuaciones paliativas, existe un considerable potencial en la reducción de la gravedad de los mismos.

La mejoría de las características físicas y del diseño geométrico de las carreteras, el perfeccionamiento en el control y regulación de las variables del tráfico afectarán a la probabilidad de acaecimiento de los accidentes o a la gravedad de los mismos, de tal manera que la diferenciación entre la carretera o los factores humanos como una **causa** nunca resulta útil. Solamente existe una cadena causal en la cual la carretera, su entorno y su equipamiento (las marcas viales, señalización horizontal, balizamiento, etc.) influyen en lo que hacen los conductores de los vehículos.

Entre todos los factores que conforman el sistema de circulación vial, el factor humano, por ser el más complejo, es el más difícil de modificar, por consiguiente, las características humanas deberían ser las variables dependientes en la construcción del sistema. En efecto, el ser humano tiene diversas limitaciones básicas que deberían considerarse en el diseño geométrico de la carretera, de la superficie del pavimento, señalización horizontal y vertical, semáforos, iluminación, vehículos, etc. Es por ello por lo que se debe aplicar el principio de que el ser humano debe constituir la norma de referencia. El sistema de tráfico por carretera debe estar dotado de: una infraestructura adaptada a las limitaciones de la capacidad humana mediante un proyecto adecuado, vehículos dotados con equipos que permitan simplificar tareas y que estén contruidos de tal modo que protejan la vulnerabilidad del ser humano de la manera más efectiva posible.

Desde el punto de vista de la ingeniería de seguridad vial, la cuestión importante a tener en cuenta con respecto a lo dicho anteriormente es que, debido a que el hombre es la clave de la cuestión, el ingeniero de tráfico debe tener conocimiento del factor humano y, por lo tanto, concebir las actuaciones de mejora de la seguridad de modo que produzcan sobre el comportamiento humano una influencia positiva. Necesariamente, es positivo enfatizar que, aunque en teoría los factores relacionados con la carretera afectan aproximadamente a solamente un 30% de los accidentes, las actuaciones sobre la vía pueden contribuir a la mejora de la seguridad vial en un porcentaje mucho mayor que ese 30%, ya que estas medidas actúan, en muchos casos, mejorando, influenciando y corrigiendo el comportamiento del factor dominante; es decir, el usuario de la carretera.

3. INVESTIGACIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRÁFICO

En nuestro país, la base del sistema de información sobre la accidentalidad son los cuestionarios o partes de accidentes de tráfico, cumplimentados generalmente por la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil –o, en su caso, los cuerpos similares de las Comunidades Autónomas que tienen transferidas las competencias- cuando los accidentes se producen en carreteras de su demarcación, o en vías urbanas de los municipios que no tienen regulado el tráfico.

A pesar de las limitaciones observadas en la información que proporcionan los cuestionarios estadísticos, éstos siguen siendo la principal y más utilizada fuente de datos para realizar estudios y análisis de seguridad vial. Por lo tanto, constituyen el punto de partida obligado de la mayoría de los trabajos e investigaciones sobre el tema.

Por otro lado, la investigación de los accidentes de tráfico se puede realizar en tres niveles. El primer nivel, el nivel elemental de la investigación, involucra el *análisis en masa* de la base de datos de accidentes; es decir, la base de datos que almacena la información basada principalmente en los partes de accidentes de tráfico cumplimentados por los agentes de tráfico. Al examinar estos datos, se pueden identificar, de un modo amplio, los problemas de seguridad existentes en los emplazamientos de una red de carreteras.

El segundo nivel de análisis conlleva la recogida y análisis de datos suplementarios; es decir, datos que no se registran en los partes cumplimentados por los agentes de tráfico. Los datos suplementarios pueden estar dirigidos a alcanzar un mejor entendimiento de los problemas de algunos tipos de accidentes en particular (accidentes con salida lateral, de choque frontal, etc.), de usuarios de la carretera (peatones, ciclistas, etc.) y también de alguna clase de vehículos (vehículos pesados, bicicletas).

El tercer nivel conlleva investigaciones especiales realizadas por equipos multidisciplinares del tipo mencionado anteriormente (tabla nº 1). El objetivo es obtener una comprensión total sobre cómo y por qué se producen los accidentes de tráfico mediante una profunda valoración de los factores asociados con el usuario, con el vehículo y con la carretera y su ambiente. La evaluación detallada y en equipo, de cada accidente estudiado, conduce a determinar los principales factores causantes y la interacción entre los tres grupos.

Por otra parte, para poder analizar los accidentes de tráfico se necesita realizar una agregación de los mismos. Dicha agregación se hace principalmente de dos formas distintas, por tipo de emplazamiento (intersecciones, curvas, etc.) o mediante alguna característica común a los accidentes (accidentes producidos bajo el efecto del alcohol, accidentes de personas mayores, etc.).

La agregación por emplazamiento es necesaria para identificar los tipos preponderantes de accidentes y hacer una optimización de los emplazamientos para su posterior tratamiento. En este sentido, existen cuatro planteamientos:

- Emplazamiento único: actuaciones sobre emplazamientos específicos o de tramos de carreteras de corta longitud, en los cuales se producen un gran número de accidentes.
- Acción a lo largo de una ruta: aplicación de actuaciones sobre una carretera que tiene una experiencia de accidentes por encima de la media para ese tipo de carretera y volumen de tráfico.
- Acción en un área: aplicación de medidas de seguridad vial sobre un área que tiene una experiencia de accidentes muy alta.
- Acciones en masa (acción masiva): aplicación de tratamientos a emplazamientos con factores de accidentes comunes (por ejemplo, pavimento antideslizante en los accesos de las intersecciones, tratamientos en los pasos a nivel de ferrocarril, instalaciones peatonales, etc.).

La agregación por algún tipo de característica común a los accidentes se realiza con el fin de investigar la naturaleza de tales accidentes y desarrollar posteriormente actuaciones que los corrijan. Algunos ejemplos típicos son los siguientes:

- Tipo de accidente, tales como choque frontal, salida de la calzada, etc.
- Característica de la carretera, tales como arcones, accesos a los puentes, etc.
- Tipos de vehículos, tales como camiones, bicicletas, motocicletas, etc.
- Tipo de usuario de la carretera, tales como peatones, jóvenes, ancianos, etc.
- Característica común, tales como velocidad, fatiga, alcohol o drogas.

4. ACTUACIONES DE SEGURIDAD VIAL

Con la finalidad de representar las posibles áreas de acción de las actuaciones de seguridad vial, estos tres factores se pueden combinar con las tres fases presentes en todo accidente de tráfico- precolisión, colisión y postcolisión - formando una matriz de

nueve elementos. Es decir, en esta matriz se muestra la estructura de las actuaciones que serían llevadas a cabo en un programa global de seguridad vial resultante de las nueve áreas de acción (tabla nº2).

FACTORES	FASES DEL ACCIDENTE		
	Pre-colisión	Colisión	Post-colisión
HUMANO	Adiestramiento. Educación vial. Conducta (conducir bajo el efecto del alcohol). Rasgos de la personalidad. Etc.	Uso del cinturón de seguridad. Tolerancia humana. Uso del casco. Etc.	Servicios médicos de urgencia. Edad. Condición física. Etc.
VEHÍCULO	Seguridad activa (frenado, visibilidad). Velocidad. Defectos. Frenos. Neumáticos. Etc.	Seguridad pasiva. Resistencia a la colisión. Trabas automáticas. Airbags. Cinturón de seguridad. Etc.	Recogida de los vehículos después del accidente. Incendio. Fuga de carburante. Etc.
CARRETERA	Balizamiento. Diseño geométrico. Estado del pavimento. Visibilidad. Auditorías de seguridad vial. Etc.	Postes abatibles. Barreras en mediana. Velocidad. Barreras de seguridad. Etc.	Reconstrucción de la carretera y restitución del tráfico. Congestión. Etc.

Tabla nº2.

A continuación se hará una breve exposición de las actuaciones que aparecen en la tabla anterior.

4.1. Actuaciones relacionadas con el usuario

Como se ha mencionado anteriormente, el usuario es el componente más importante del sistema de tráfico en cuanto a seguridad vial. Por lo tanto, el deseo primordial de reducción de los accidentes de tráfico vendría a través de la intervención sobre el comportamiento de dicho usuario. Sin embargo, es muy difícil entender e influenciar dicho comportamiento. De todas maneras, en lo concerniente a los accidentes que son el resultado de juicios erróneos o conductas peligrosas por parte del usuario; por ejemplo, los que pueden derivar del exceso de velocidad, equivocaciones al observar las señales de tráfico, errores al adelantar, distracciones, cansancio, etc., independientemente de las medidas de ingeniería, la *vigilancia policial* y la *educación* juegan un papel fundamental. Por lo dicho con anterioridad, los ingleses suelen señalar que los tres elementos clave para la consecución de la seguridad en el tráfico son las tres **E**, es decir, *Engineering, Enforcement, Education*.

Las campañas de propaganda de seguridad vial que aparecen en los medios de comunicación son unas herramientas de gran auxilio en la educación vial cuando están más orientadas hacia la instrucción que hacia la intimidación. En líneas generales, la educación vial debe estar enfocada a que se cumplan los siguientes objetivos de prevención de los accidentes:

- Perfeccionamiento de la técnica de la conducción.
- Conocimiento de las limitaciones del vehículo en cada circunstancia (lluvia, nieve, o dificultades de trazado, etc.).

- Conocimiento de las limitaciones humanas (visibilidad, tiempos de reacción, etc.).
- Enseñanza de las leyes que regulan la circulación.
- Propaganda en aspectos específicos (Prudencia, respeto de las señales, circular por la derecha, etc.).
- Creación de un ambiente de seguridad vial.

Evidentemente, la vigilancia policial (hacer respetar las leyes y reglamentos de tráfico) tiene una gran importancia en el problema más serio de todos los relacionados con la conducta humana, la conducción bajo el efecto de las bebidas alcohólicas y, en años recientes, de las drogas. La vigilancia policial es necesaria como medida complementaria a las medidas de ingeniería y a la educación vial.

Por otro lado, los accidentes en los que están involucrados peatones son, lamentablemente, de gran importancia en el estudio y análisis de la seguridad vial. Las acciones que realizan los peatones son todavía menos predecibles que las que llevan a cabo los conductores. Por consiguiente, es mucho más difícil promover los reglamentos y leyes, así como las medidas de ingeniería, que regulen los movimientos peatonales. Algunas ideas sobre cuáles son las dificultades a la hora de intentar regular a los peatones podrían ser las siguientes:

- Muchos peatones consideran que no tienen ninguna relación con las diversas materias que conciernen al control y regulación del tránsito.
- La mayoría de los reglamentos, normas y regulaciones del tráfico están dirigidas hacia las maniobras que realizan los vehículos de motor, de tal manera que las reglamentaciones que se establecen para los peatones frecuentemente carecen de la obligación de ser acatadas por ley.
- Los peatones son propensos a no emplear las instalaciones especiales ejecutadas, para su seguridad, en las carreteras y calles.
- La población de peatones incluye muchas personas que no están familiarizadas con las leyes de tráfico.
- Un factor muy importante de los accidentes peatonales acostumbra ser la edad. Debido tanto al ímpetu como a la ignorancia de los peatones muy jóvenes, éstos suelen tener un comportamiento muy inconsciente. Las personas mayores muchas veces carecen de la capacidad física y la adaptación necesaria para manejarse correctamente en el sistema del tráfico.

Además, los registros de accidentes de tráfico indican que los accidentes de peatones son una de las principales causas del elevado índice de víctimas mortales y heridos. Generalmente, los problemas ocurren en intersecciones sin regulación semafórica y en las travesías urbanas.

La seguridad peatonal se ha convertido en un problema debido principalmente a las causas siguientes:

- El número de vehículos de motor y la velocidad promedio de los mismos se ha ido incrementado durante los últimos años.
- La mayoría de las carreteras rurales no están iluminadas y una fracción sustancial de las calles de las ciudades no están debidamente alumbradas.
- Los peatones y los conductores están a menudo influenciados por el alcohol.
- Los peatones a menudo hacen errores de juicio al observar los semáforos y en la selección de huecos en el tráfico.

Por otra parte, conviene tener en cuenta que, en España, el 60% de los fallecidos en accidentes de circulación muere durante la primera hora después de haberse producido el accidente, mientras que ese porcentaje se reduce al 40% en Francia y al 20% en Estados Unidos. Esa diferencia se debe fundamentalmente al retraso con que llegan los equipos adecuados de socorro al lugar del siniestro. En esta línea, la asistencia sanitaria de calidad "*in situ*", es la estrategia más eficaz para reducir la mortalidad y mitigar la lesividad. La existencia de un sistema de emergencias médicas

reduce la mortalidad entre un 20% y un 30%. No solo el equipo medicalizado puede dar solución al problema, la actuación en soporte vital de las unidades de primera intervención o del personal de ambulancia puede y, de hecho, tiene un papel decisivo en los primeros momentos.

4.2. Actuaciones relacionadas con el vehículo

La ingeniería de vehículos afecta a la seguridad mediante el diseño inicial del vehículo y también gracias a su mantenimiento. En este sentido, la edad del vehículo es un factor en la creación de los accidentes de tráfico. Por consiguiente, para prevenir el mal funcionamiento del vehículo se hace obligatoria la inspección técnica de los mismos. De nada sirve hacer vehículos muy seguros, si no se conservan las características de seguridad a lo largo de su vida.

Los elementos que influyen en la seguridad del vehículo pueden clasificarse en dos grandes bloques: los destinados a evitar el accidente (seguridad activa) y los destinados a reducir sus consecuencias, cuando éste se produce inevitablemente (seguridad pasiva).

Como ya se ha citado anteriormente, esta seguridad conocida como primaria, es la destinada a evitar el accidente, ayudando al conductor a mantener el control del vehículo. Se incluyen en este concepto la visibilidad, la ergonomía, el alumbrado y la señalización, los neumáticos y los sistemas de conducción, frenado y suspensión. Los últimos desarrollos en seguridad pasiva son los siguientes:

- Sistemas avanzados de frenado antibloqueo (ABS).
- Control de tracción y estabilidad. Estos sistemas, desarrollados como extensión de los sistemas ABS, se destinan a asegurar la adherencia y a evitar el giro violento con pérdida de trayectoria, en superficies críticas para la tracción, mejorando su estabilidad.
- Ejes traseros activos (ARK). Destinados a facilitar la conducción, asegurando la estabilidad direccional en condiciones extremas (emergencias o maniobras evasivas).
- Control para la suspensión y asistencia para frenado de emergencia. Para ayudar al conductor a conseguir la mejor deseleración durante frenados bruscos.
- Sistemas de control de navegación incorporando sensores que detecten el movimiento de otros vehículos que circulen en la misma dirección.
- Confort del conductor. Los asientos ergonómicos, el aire acondicionado, la situación de los mandos, etc., mejoran el confort del conductor y pueden contribuir a aumentar su concentración.

La seguridad de los vehículos a menudo se centra en la protección del conductor y sus pasajeros en caso de que se produzca un accidente debido a uno o varios fallos en el sistema de tráfico por carretera. En este sentido, en el campo de la seguridad pasiva de los vehículos es preciso mencionar aquellos dispositivos que funcionan independientemente del conductor o del pasajero. Como por ejemplo los mecanismos siguientes:

- Acondicionamiento interior. Se han incorporado importantes mejoras en la resistencia de los parabrisas y en el diseño de los volantes y las columnas de dirección.
- Cinturones de seguridad. Todos los vehículos incorporan cinturones de tres puntos retractores, no sólo en las plazas delanteras sino también en las traseras. Se han incorporado también los pretensores. Se comienzan a instalar testigos de alarma cuando el conductor no se coloca el cinturón, pues se ha detectado que la introducción del airbag y otros equipos de seguridad ha hecho pensar a algunos conductores que el cinturón ha dejado de ser necesario.
- Instalación de airbags frontal y lateral.
- Protección para el impacto lateral con refuerzos estructurales complementados con elementos de absorción de energía.
- Sistemas de retención para niños.

Independientemente de todas estas medidas, se podría también reflexionar sobre uno de los mayores contrasentidos de la seguridad vial; es decir, las grandes velocidades alcanzadas por los vehículos. Dichas velocidades superan con mucho las velocidades de proyecto de las carreteras, siendo un factor que contradice por completo todas las actuaciones dirigidas a mejorar la seguridad vial.

4.3. Actuaciones relacionadas con la carretera y su entorno

Como se vio con anterioridad, un accidente de carretera es la consecuencia de una cadena de eventos, involucrando los factores del vehículo, humano y de la carretera. El reto en la seguridad vial consiste en la identificación de lo que es común en esa cadena causal a través de un tipo de accidentes para, posteriormente, aplicar medidas que puedan romper esa cadena en un número considerable de accidentes. En esto reside la virtud del planteamiento de la ingeniería de mejora de la seguridad de la circulación vial; en un emplazamiento donde una característica común relacionada con la carretera se identifica a través de un tipo de accidente, con el fin de quitar o modificar esa característica, se puede diseñar una actuación de mejora que probablemente será muy efectiva.

Asimismo, la ingeniería de carreteras puede tener un gran impacto sobre la seguridad vial –una autopista moderna puede ser 10 veces más segura por vehículo-kilómetro que una carretera convencional. También contribuye a tener una buena seguridad la conservación y la explotación de la carretera.

El desarrollo y aplicación de los sistemas de control y regulación del tráfico, tales como semáforos, señales verticales y horizontales, y diverso tipo de equipamiento, se realiza para ayudar a los usuarios de la carretera a conducir con seguridad. Casi todas las medidas de ingeniería de tráfico y de gestión trabajan a través de su influencia sobre el comportamiento humano y, por consiguiente, son una parte fundamental de una estrategia de seguridad vial de conjunto.

Algunos programas específicos de seguridad vial son los siguientes:

- Mejora del diseño geométrico de las carreteras.
- Mejora del control y regulación del tráfico en las intersecciones.
- Marcas viales, iluminación, balizamiento.
- Construcción de carreteras, explotación y mantenimiento.
- Gestión de peligros adyacentes a la carretera.
- Gestión del tráfico.
- Velocidad y límites de velocidad.
- Dispositivos orientados a calmar el tráfico.
- Etc.

Por consiguiente, la ingeniería de seguridad vial se puede definir como un proceso basado en el análisis, mediante prácticas de ingeniería, de la información de los accidentes relacionados con el tráfico y la carretera, para identificar mejoras del diseño de la carretera o de la gestión del tráfico que reduzcan de una manera efectiva los costes de los accidentes.

Por otra parte, los principios de la ingeniería de mejora de la seguridad vial en general se pueden llevar a cabo en cuatro niveles:

- Planificación premeditada desde un punto de seguridad vial de nuevas redes de carreteras.
- Incorporación de características de seguridad en el diseño de las carreteras nuevas.
- Mejorar los aspectos de seguridad de las carreteras existentes para evitar accidentes futuros.
- Mejora de emplazamientos peligrosos identificados en la red de carreteras.

Por último, hay que caer en la cuenta de que, dado que el factor humano es el más importante, a la hora de diseñar una actuación de mejora, para cada tipo de accidente se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- ¿Qué acciones de los conductores motivan la ocurrencia de ese tipo de accidente?
- ¿Qué características físicas y operacionales existentes en el emplazamiento contribuyen a que los conductores realicen ese tipo de acciones?
- ¿Qué modificaciones se pueden realizar en el emplazamiento de tal manera que se reduzca la elección de ese tipo de acción en el futuro?

4.3.1. Actuaciones específicas y preventivas

Como se dijo anteriormente, la ingeniería de seguridad vial se puede aplicar de cuatro modos. Las dos primeros (planificación premeditada desde el punto de vista de la seguridad vial de nuevas redes de carreteras, e incorporación de características de seguridad vial en el diseño de nuevas carreteras) están relacionadas con el diseño y ejecución de los nuevos proyectos de carreteras. La tercera aplicación (mejora de los aspectos de seguridad de las carreteras existentes para evitar accidentes futuros) y la cuarta (mejora de emplazamientos peligrosos identificados en la red de carreteras) están estrechamente relacionadas, pero difieren en que una está dirigida a la prevención de accidentes, mientras que la otra está enfocada a realizar actuaciones en los emplazamientos que, basándose en su historial de accidentes, se sabe que son peligrosos. Conjuntamente, las dos forman la base de un programa de identificación de emplazamientos peligrosos o tramos de concentración de accidentes (TCA).

La coherencia del planteamiento de los programas de identificación de TCA es obvia; y, radica en que, si un emplazamiento tiene un historial de accidentes estadísticamente significativo (es decir, el número de accidentes registrados no es un simple resultado del azar), entonces, cuando sea posible, los recursos disponibles deberían estar orientados hacia la corrección de esta irregularidad mediante la ejecución de actuaciones específicas de mejora de la seguridad en la circulación vial. De esta manera, la reducción óptima de los accidentes de circulación vial y, por lo tanto, de los costes asociados a los mismos, resultará de una concentración de recursos sobre los Tramos de Concentración de Accidentes.

Sin embargo, lo dicho anteriormente implica, en cierta forma, que aquellos emplazamientos donde no se producen accidentes son seguros. En realidad, esto no es necesariamente así, ya que las particularidades que especifican un TCA podrían estar presentes, de forma latente, en otros emplazamientos de la red de carreteras, aunque todavía no hayan experimentado un número significativo de accidentes. En este último planteamiento reside la lógica de la ejecución de las actuaciones preventivas. Esta basada en intentar identificar las particularidades de los **TCA** (coeficiente de deslizamiento del pavimento, ubicación de objetos laterales, diseño geométrico, distancia de visibilidad, configuración de la intersección) y actuar en otros emplazamientos de la red, donde no se produce concentración de accidentes, eliminando dichas particularidades, antes de que la peligrosidades inherentes a dichos tramos se revelen en accidentes de circulación vial.

La distribución de recursos entre los programas de actuaciones específicas y los programas de actuaciones preventivas es una cuestión de juicio. En una administración que ha llevado a cabo, sobre TCA, un amplio programa de actuaciones específicas, los recursos dirigidos a actuaciones preventivas probablemente se incrementarán con el tiempo, ya que las actuaciones específicas deberían haber tenido éxito en la identificación y posterior tratamiento de los TCA. Entonces es cuando, dentro de la red de carreteras, los accidentes de circulación que quedan remanentes son proclives a estar más difuminados, de tal forma que los recursos deberían trasladarse hacia las actuaciones preventivas

4.3.2. Programas de identificación de emplazamientos peligrosos y ejecución de actuaciones específicas

Se define un programa de identificación de TCA como un proceso que se dirige a identificar, dentro de la red de carreteras, los emplazamientos que son peligrosos, para posteriormente desarrollar actuaciones específicas de mejora de la seguridad vial que sean estadísticamente significativas en la reducción de la accidentalidad y, desde un punto de vista económico, efectivas.

Este proceso radica en la utilización de métodos estadísticos que permitan el cribado gradual de los accidentes y/o los emplazamientos, de tal forma que vayan quedando una parte de los mismos fuera de consideración, centrando el análisis en aquellos emplazamientos que tengan una demostrada prioridad para el tratamiento. Por otra parte, los pasos operativos a seguir durante todo el procedimiento hasta llegar a la ejecución de las actuaciones específicas de mejora de la seguridad de la circulación vial son los siguientes:

1. Creación de una base de datos de accidentes, formada por un subconjunto de todos los accidentes realmente producidos en la red de carreteras. Esta creación depende, en primer lugar, del criterio que detalle la cumplimentación de los formularios de accidentes por parte de los agentes de tráfico y, en segundo lugar, depende del criterio que precise el registro de los accidentes (accidentes con víctimas, accidentes con daños materiales, etc.). Por otra parte, hará falta disponer de una base de datos con la tramificación de la red de carreteras donde figuren todos los tipos de emplazamientos físicos disponibles (puntos kilométricos, tipo de carretera, intersecciones, etc.). Por último, será también necesario disponer de una base de datos sobre las variables del tráfico (intensidad, velocidad, composición, etc.). A partir de toda esta información se hará una interconexión de las distintas bases de datos: accidentes, emplazamientos físicos y tráfico.
2. Identificación de los emplazamientos que manifiestan un alto potencial de reducción de accidentes; son los Tramos de concentración de accidentes.
3. Diagnóstico de los factores relacionados con los accidentes en todos y cada uno de los emplazamientos. Esta diagnóstico se realiza con el fin de identificar tanto los emplazamientos donde la accidentalidad manifiesta suficientes propiedades comunes en su comportamiento como aquéllos donde no hay características en común. Allí donde la accidentalidad tenga un número suficiente de propiedades de la misma naturaleza se podrán aconsejar actuaciones específicas de mejora que podrían ser susceptibles de ser llevadas a cabo.
4. Diseñar mediante procedimientos de ingeniería de carreteras las actuaciones dirigidas a reducir la frecuencia y la lesividad de los accidentes. En función del diseño determinar los emplazamientos donde se podrán llevar a cabo.
5. Apreciación económica y desarrollo de prioridades. En este punto hay que hacer valorar mediante criterios de rentabilidad económica, mediante análisis de coste-eficacia, la validez de la ejecución de cada una de las actuaciones en los Tramos de Concentración de Accidentes.
6. Programa de trabajo que involucra la ejecución del programa más efectivo desde el punto de vista de la rentabilidad económica.
7. Seguimiento de las actuaciones de mejora de la seguridad.
8. Evaluación de la eficacia de las medidas.

5. POLÍTICAS Y PROGRAMAS DE SEGURIDAD VIAL

Como se ha visto a lo largo de esta exposición, la seguridad vial es un tema muy complejo con actividades muy dispares y multitud de programas. La gestión de la seguridad vial, por consiguiente, llega a ser un gran desafío y algunos países han respondido a ese desafío en diferentes formas. En los últimos años un determinado número de países han desarrollado estrategias de seguridad vial dirigidas a alcanzar objetivos tanto en la reducción del número de muertos y heridos como en la reducción de los costes de los accidentes.

En este sentido, en España se aprobó el Plan Estratégico Básico de Seguridad Vial como respuesta al mandato emanado por el Senado, como consecuencia de los

trabajos llevados a cabo en la Comisión Especial de Encuesta e Investigación sobre los problemas derivados del uso del automóvil y de la seguridad vial.

Un objetivo fundamental de este Plan Estratégico es que sirva para que todas las Administraciones, ante un programa de objetivos, seleccionen aquellos que tienen una incidencia directa en la Seguridad Vial. Los apartados contenidos en el Plan son:

- Medidas relacionadas con el comportamiento:
 - Educación.
 - Formación.
 - Información.
 - Velocidad, alcohol y drogas, cinturón y casco.
 - Vigilancia, control y sanción
- Medidas relacionadas con el vehículo, su seguridad y determinados tipos de usuarios:
- Medidas relacionadas con la vía.
- Medidas relacionadas con el auxilio a los heridos.
- Actividades relacionadas con la investigación.
- Ambito internacional.

El factor de fondo que el Plan Estratégico Básico de Seguridad Vial intenta destacar es que sirva para que todas las Administraciones, ante una programación de objetivos, seleccionen aquéllos que tengan una incidencia directa en la seguridad vial.

También, a título de ejemplo se mencionará los componentes del plan de seguridad vial utilizado por las Autoridades de Carreteras Locales en el Reino Unido. Dicho plan tiene los componentes siguientes:

- Planificación.
- Información.
- Ingeniería.
- Educación y entrenamiento.
- Vigilancia policial.
- Estímulo.
- Coordinación de recursos.

Además, las Autoridades Locales tienen la obligación de realizar las actividades siguientes:

- Llevar a cabo un programa de medidas destinadas a promover la seguridad vial.
- Realizar investigaciones de accidentes
- A la luz de estas investigaciones, tomar las medidas necesarias para prevenir los accidentes.
- Al construir nuevas carreteras han de tomar en el diseño de las mismas todas las medidas necesarias para reducir la posibilidad de ocurrencia de accidentes.
- Realización de auditorias de seguridad vial en los nuevos proyectos de carreteras.

6. CONCLUSIONES

El elevado índice de accidentalidad de las carreteras españolas respecto del observado en el resto de las redes viarias de los países europeos constituye un problema de primer orden, problema en el que entremezclan una multitud de factores difícilmente discernibles, agrupados en tres grupos, a saber, el factor humano, el relacionado con el estado de la carretera y su entorno, y el que tiene que ver con el vehículo.

Por ello, es necesario primero el establecimiento de una estrategia conjunta de la que participen todas las administraciones y empresas implicadas, que corte o al menos frene el crecimiento imparable de las estadísticas de accidentalidad; y por otra parte, y como segundo punto, se precisa de una actuación de mejora de la red viaria desde el punto de vista de la seguridad vial, identificándose aquellos factores que suelen favorecer el acaecimiento del accidente (sin duda un objetivo difícil de cumplir en su totalidad), con objeto de facilitar el correcto reparto de los siempre escasos recursos disponibles por las administraciones públicas.

7. BIBLIOGRAFÍA

- ASOCIACIÓN TÉCNICA DE CARRETERAS (1998). IV Jornadas de Seguridad Vial. Santander 24 al 27 de noviembre de 1998.
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (1981). "Highway safety improvement program". US Department of Transportation. Washington DC, USA.
- FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (1995). "Safety management Systems". US Department of Transportation. Washington DC, USA.
- HADON, W. (1980). Avances in the epidemiology of injuries as a basis for public policy. Public Health Reports 95 (5), pp 411-421.
- KHISTY, C. J. (1990). Transportation Engineering. An Introduction. Prentice Hall, Englewoods Cliffs, New Jersey.
- SABEY, B. E. (1980). Road safety and value for money. Supplementary Report Sr 581. 16 p., Transportation and Road Research Laboratory, Crowthorne, UK.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (1987). National Special Report 214. Designing Safer Roads. Practices for Resurfacing, Restoration, and Rehabilitation. National Research Council.
- TREAT, J. R. (1980). A study of pre-crash factors involved in traffic accidents. Research Review 10 (6) y 11 (1), University of Michigan Highway Safety Research Institute, Ann Arbour, MI, USA.