

# LA REVISIÓN DE LOS LÍMITES DE VELOCIDAD

"Las creencias, aunque se mantengan con pasión, y las hipótesis, aunque se repitan muchas veces, son malos guías para alcanzar la verdad..."

Ezra Hauer

## 0.- Resumen

El **Comité Técnico de Carreteras Interurbanas y Transporte Integrado Interurbano**, de la Asociación Técnica de Carreteras, pretende en este documento:

- Aclarar la relación entre la velocidad y los accidentes de circulación, evitando las opiniones poco fundadas.
- Proponer unas soluciones técnicas que ayuden a establecer un límite de velocidad adecuado para cada tramo de carretera, según sus características técnicas (eventualmente mejoradas) y las circunstancias meteorológicas y de circulación en cada momento concreto.

En principio, la velocidad límite no es absolutamente segura (ninguna lo es), sino que corresponde a que el riesgo a ella asociado resulte aceptable a la Sociedad. Pero pronunciarse por su reducción o su aumento con independencia de las características de la infraestructura y de su entorno, de las modalidades de la circulación y de la siniestralidad registrada, no parece un método idóneo para una medida legislativa.

La relación entre la velocidad y la inseguridad de la circulación es muy compleja, pues en ella influyen factores relacionados con el vehículo, con la carretera y con las condiciones del tráfico, además del comportamiento del conductor y de las condiciones ambientales. Es cierto que la velocidad con la que tiene lugar un choque o un vuelco contribuye a la gravedad del accidente; pero no hay suficiente evidencia científica que indique que la velocidad a la que se circula suponga una relación de causa a efecto<sup>1</sup> con la frecuencia de los siniestros: más bien se trata de una relación de medio a fin<sup>2</sup>.

No hay muchos investigadores sobre la seguridad viaria que lleguen a una sistematización de los conocimientos adquiridos para deducir leyes

---

<sup>1</sup> La primera sea el agente hacedor del segundo.

<sup>2</sup> Sin existir la primera, el medio, no puede existir el segundo.

y principios; los pocos que hay están desperdigados y no suelen tener apoyos; publican poco y tampoco se atiende mucho a lo que publican. En este contexto, avanzar en la metodología es un proceso difícil y lento: la pseudo-ciencia invade los pocos espacios que existen para investigar sobre el tráfico y su seguridad.

Es cuestionable que, a partir de una correlación estadística a menudo bastante tenue, se pretenda inferir una relación de causalidad. Y muy aventurado atribuir, aplicando un modelo matemático, una variación de la siniestralidad a la variación en uno de los parámetros, la velocidad.

Si en un juicio se prueba que el conductor circulaba con un exceso de velocidad<sup>1</sup>, ello constituirá para el juez un indicio respecto de la culpabilidad de aquél; pero puede no ser la causa única o determinante del accidente.

Tanto la Ciencia como la prudencia aconsejan no descartar el hecho de que las velocidades que utiliza actualmente el tráfico pueden ser verdaderamente las que necesita el funcionamiento actual de la Sociedad.

Los conductores tienden a circular a velocidades que consideran seguras en función de su percepción del entorno inmediato: el diseño de la carretera, la orografía, el uso del suelo, la presencia de peatones, etc. Un cambio en el límite legal apenas influye en este comportamiento; para lograr esa influencia, el tradicional enfoque coactivo necesita un aumento muy significativo de su intensidad, y sus resultados tienen un alcance y una duración relativamente cortos.

El efecto de las mejoras en las carreteras, o el de las carreteras cuyas prestaciones de diseño son superiores, haciendo que las velocidades sean también superiores: los conductores aprovechan la mayor parte del beneficio para mejorar su movilidad, y el resto para incrementar la seguridad percibida. Por ello, el coste percibido del riesgo decrece conforme aumenta la velocidad media.

También parece probado que la homogeneización de las velocidades de los vehículos es un factor primordial para mejorar la seguridad.

La **velocidad adecuada** definida<sup>2</sup> en el Artículo 45 del Reglamento General de Circulación es un concepto jurídicamente claro, interesante y matizado. Pero para los técnicos no están claros su valor ni el método científico para fijarlo:

- No debería ser superior a la velocidad que ha servido de base al diseño: donde ésta resulte anormalmente baja, el conductor

---

<sup>1</sup> Superando el límite máximo establecido por la legislación para el tipo de vía o el tramo específico de ella.

<sup>2</sup> Todo conductor está obligado a respetar los límites de velocidad establecidos y a tener en cuenta, además, sus propias condiciones físicas y psíquicas, las características y el estado de la vía, del vehículo y de su carga, las condiciones meteorológicas, ambientales y de circulación, y, en general, cuantas circunstancias concurren en cada momento, a fin de adecuar la velocidad de su vehículo a ellas, de manera que siempre pueda detenerlo dentro de los límites de su campo de visión y ante cualquier obstáculo que pueda presentarse.

debe tenerlo en cuenta... a no ser que la apariencia del diseño defraude sus expectativas.

- Si el diseño de la vía es favorable para la seguridad, mayor será la velocidad adecuada. Por eso las autopistas modernas son tan seguras: se han reducido tanto el riesgo activo como el pasivo, pese a que la velocidad pueda ser mayor.
- Donde el diseño de la vía no sea tan favorable, para disminuir los accidentes y las víctimas hay que bajar la velocidad, eso forzando su elección. Pero surgen problemas si no se aumenta la percepción del riesgo por parte de los conductores; la velocidad se puede constreñir hasta la que inviten el trazado y su entorno, pero por debajo de ésta será difícilmente asumida por los conductores.

Pero no todas las circunstancias ligadas a los accidentes están relacionadas con la detención del vehículo:

- Por ejemplo, para mantener una trayectoria curva, entre los neumáticos y el pavimento se tiene que movilizar un rozamiento transversal que, si es excesivo, puede perturbar la configuración del vehículo<sup>1</sup> o producir su deslizamiento.
- También influye en la siniestralidad la disminución de velocidad que hay que lograr, desde la máxima en la alineación recta anterior a la curva, hasta la de paso por la curva.

Los conductores deberían poder discernir cuál es la velocidad adecuada. Así se emplea una señal informativa, la **S-7**, para recomendar “... una velocidad que se aconseja no sobrepasar...”. Sin embargo, habitualmente se fijan unos **límites de velocidad**<sup>2</sup> cuya relación con la velocidad adecuada no parece clara. El enfoque es doble:

- Un límite **genérico** que sólo depende del entorno (urbano o interurbano), del tipo de vehículo y de la clase de carretera, sin tener en cuenta explícitamente ni las circunstancias ambientales<sup>3</sup>, ni las prestaciones de las que son capaces los primeros, ni las características del diseño de las segundas.
- Otro límite **específico**, relacionado con restricciones localizadas debidas al diseño de la vía.

Unos límites de velocidad adecuadamente establecidos fomentan su cumplimiento voluntario y separan de la mayoría a los conductores de alto riesgo. Por el contrario, si el límite de velocidad no se corresponde con el trazado de la vía y las condiciones del entorno, la limitación no cambia realmente la actitud de los conductores, ya que la percepción

---

<sup>1</sup> Si es articulado: la *tijera*.

<sup>2</sup> En España estos límites están contenidos en el Reglamento General de Circulación.

<sup>3</sup> A los efectos de la seguridad viaria no es lo mismo la noche que el día, ni si el pavimento está mojado o seco, ni si hay o no niebla, nieve, hielo, etc. El efecto de la mayoría de estos parámetros es muy grande.

que tienen es que se les fuerza a conducir a una velocidad inferior, y no la adoptarán voluntariamente.

La clasificación de una vía es un asunto convencional y no científico, porque se realiza sólo con la parte de sus características que se considera suficiente para definirla: en bastantes casos<sup>1</sup> los límites de velocidad son inferiores a la velocidad adecuada. Por el contrario, la máxima velocidad a la que se puede circular con una seguridad razonable por las vías clasificadas sí es una cuestión científica: no es convencional ni es fruto de un acuerdo. Así que desde el punto de vista de la ingeniería viaria<sup>2</sup>, parece que los límites genéricos de velocidad son más bien científicamente inútiles para la seguridad del tráfico: y más aún cuando la mayoría de ellos fueron establecidos convencionalmente hace más de 30 años, respondiendo al solo criterio del ahorro de energía en carburantes a consecuencia de la crisis del petróleo de los años 70.

El grado de cumplimiento de los límites de velocidad, genéricos y específicos, es realmente bajo:

- La velocidad del percentil 85 (**V<sub>85</sub>**) supera al límite en unos 10 - 20 km/h.
- La proporción de infractores está entre el 30 y más del 50 %, lo cual es desproporcionado para cualquier norma.

Es decir: que por encima de unas medidas meramente coactivas para reducir la velocidad (radares, cámaras y sanciones), se imponen las necesidades de movilidad de la Sociedad.

La ingeniería ha aportado otras soluciones:

- En las **vías urbanas** residenciales y comerciales, las técnicas para el **apaciguamiento del tráfico** (*traffic calming*) han conocido un notable éxito. La mayor parte consiste en una reducción de la velocidad a través de dispositivos ingenieriles.
- En las **carreteras convencionales interurbanas**, sobre todo con bajas intensidades de tráfico, la elección de medidas para controlar la velocidad es muy limitada.
- La mayoría de los conductores considera segura y razonable la velocidad del percentil 85 con flujo de tráfico libre.
- También parecen prometedoras algunas medidas de bajo coste vinculadas a la percepción del riesgo: por ejemplo, las relacionadas con ciertos tipos de balizamiento o de marcas viales.
- El empleo de carriles más estrechos (pero sin estrechar la plataforma) suele provocar una reducción de la velocidad.

---

<sup>1</sup> Condiciones óptimas de tráfico y vía.

<sup>2</sup> Que es diferente de la visión jurídico-legal.

- En las **autopistas**, los carteles de mensaje variable parecen un medio prometedor para avisar a los conductores con antelación de la alteración de sus expectativas.

Para concretar unos límites de velocidad razonables se precisa un complejo balance entre seguridad, movilidad, incidencia ambiental y dependencia energética: un conjunto de compensaciones entre la importancia relativa de:

- Los riesgos de choque y víctimas.
- La capacidad de control y vigilancia.
- El tiempo de recorrido.
- Las actitudes sociales.
- Las preocupaciones ambientales.
- Las consideraciones políticas.

Puede haber puntos de vista diferentes para plantear los límites de velocidad:

- a) La ingeniería:** la selección de la velocidad de diseño se ha de aproximar lo más posible al nivel esperado por los conductores. Se deberían establecer unos rangos de velocidades de diseño para cada tipo de carretera y orografía. Habría que tramitar las carreteras para que las velocidades de diseño se ajustasen a las características de cada tramo<sup>1</sup>.

Hay muchos tramos de autovías y autopistas con velocidades de diseño muy superiores a 120 km/h; también hay muchas carreteras convencionales con velocidades de diseño inferiores a 90-100 km/h.

- b) El conductor:** la inmensa mayoría de los usuarios no tiene accidentes, y la velocidad por debajo de la cual circula la mayoría (*velocidad de operación*) se tiene que aproximar necesariamente a la velocidad adecuada. Se podría establecer como límite de velocidad el percentil 85 ó 90 de la distribución de las velocidades en condiciones de flujo libre.
- c) La optimización económica:** se asignan valores a los costes asociados con el desplazamiento y los accidentes. El límite de velocidad sería el que produjera un coste mínimo. Pero estos métodos dejan de lado al conjunto de la Sociedad, centrándose directamente en los conductores y sus vehículos.
- d) La optimización social:** la velocidad es una medida importante de la calidad del servicio que proporciona una vía. Un límite de velocidad adecuado haría que la mayoría de los conductores creyera que las autoridades han alcanzado un compromiso ra-

---

<sup>1</sup> Éstos deberían tener una longitud suficiente (al menos unos 2 km).

zonable entre sus necesidades de movilidad y un aceptable nivel de seguridad en sus desplazamientos.

Se podría así definir una **velocidad socialmente óptima** evaluando la incidencia y el peso de cada una de las variables que componen el coste de la movilidad en función de la velocidad:

- El tiempo de desplazamiento.
- Los consumos de carburante y demás costes propios de la utilización de los vehículos.
- Los accidentes, con y sin víctimas.
- La contaminación acústica y la ocasionada por las emisiones de los motores.

Esta velocidad socialmente óptima resultan diferente según la perspectiva social.

- e) **La minimización de los daños:** no se considera legítimo asignar costes al trauma humano: la vida y la salud no son negociables en términos económicos. La filosofía sueca de la *visión cero*, o la holandesa de la *seguridad sostenible*, comparten la idea de facilitar un sistema de transporte viario que minimice los daños a sus usuarios. Ambas propuestas incorporan como una parte importante la gestión de la velocidad.

## **PROPUESTA**

Los límites de velocidad socialmente óptimos parecen ser la base más disponible y defendible para establecer los límites básicos para los diferentes tipos de carretera.

El Comité Técnico de Carreteras Interurbanas y Transporte Integrado Interurbano propone el desarrollo de un compromiso socialmente aceptable y técnicamente fundamentado, mediante un proceso con dos etapas:

1. Transformando las actuales limitaciones genéricas en unos **límites básicos de velocidad** para los diferentes tipos de carretera, basados en unos criterios específicos de seguridad de aplicación común dentro de cada tipo. La definición de estos tipos sería más matizada que la clasificación de las vías empleada hasta ahora.
2. Posteriormente, a cada tramo de carretera se le asignaría una **velocidad límite adecuada**, la cual también sustituiría a los actuales límites específicos pues tanto su concepto como la base de su determinación son diferentes. Para ello, se incrementarían o se reducirían los límites básicos de velocidad según las circunstancias particulares del tramo, para asegurar que el nivel de seguridad fuera superior a un mínimo.

Donde fuera posible<sup>1</sup>, esas velocidades límite se podrían señalar de forma variable, según las características particulares de la vía y las condiciones temporales del tráfico y de la meteorología.

Naturalmente, el control de estas velocidades límite debería tener una tolerancia nula.

Sería necesario desarrollar para cada tipo de carretera un **perfil de seguridad**, basado en su historial de accidentes y en factores específicos de riesgo; el límite básico de velocidad debería garantizar que el perfil de seguridad proporciona el umbral mínimo de seguridad que se especifique para ese tipo de carretera. Si no se lograra ese nivel (o la correspondiente limitación del nivel de riesgo), habría que adoptar una velocidad límite adecuada inferior al límite básico. Por el contrario, un tramo de carretera con un buen comportamiento en relación con la seguridad, y sin factores de riesgo apreciables, podría ser recompensado con una superior velocidad límite adecuada.

Hay varias opciones para desarrollar los perfiles de seguridad para cada tipo de carretera o tramo de ésta y, consecuentemente, para fijar las velocidades límite:

- La mejor opción sería desarrollar un sistema experto apoyado en una aplicación informática.
- Otro método sería adoptar unas puntuaciones similares a las usadas por *EuroRAP* para determinar el comportamiento en relación con la seguridad.
- Otra posibilidad sería el empleo de auditorias de seguridad vial, quizá en conjunción con el historial de accidentes.

La ventaja sería disponer de un producto único, que pudiera ser empleado por cualquier administración de carreteras para producir una política consistente en relación con la velocidad; además de propiciar la adopción de medidas que redujeran el nivel del riesgo y, por lo tanto, permitieran replantearse la adopción de menores velocidades límite.

Naturalmente, el control de estas velocidades límite adecuadas debería tener una tolerancia nula: no parece admisible la práctica actual de sancionar sólo a partir de una velocidad claramente superior al límite legal.

Es muy posible que la velocidad media resultante de la adopción de la nueva metodología que se propone no difiera demasiado de la correspondiente a la situación actual, habida cuenta de la laxitud de su exigencia; pero se recuperaría la credibilidad social de la señalización. Si las velocidades medias no experimentan una variación sensible, será mínima la incidencia ambiental de estos nuevos límites de velocidad.

---

<sup>1</sup> Como ocurre en las autopistas y autovías dotadas de un sistema de carteles de mensaje variable.

Se incluye en el Anexo n° 1 a este documento un Glosario con las definiciones de diversos conceptos relacionados con la velocidad de circulación por una carretera.

## 1.- Introducción

El número de accidentes y, sobre todo, el número de víctimas que todos los años se producen en nuestras carreteras es una preocupación grave de las Administraciones públicas y de la Sociedad en general, las cuales intentan su disminución con diversas medidas.

Uno de los factores al que más se acusa es la **velocidad** a la que se circula, asociándose las ideas de velocidad y de peligro. Sin embargo, la mayoría de los conductores circule a una velocidad que no considera peligrosa o (lo que es lo mismo) que estima razonablemente segura. El planteamiento de esta asociación parece excesivamente simplista:

- Es un hecho objetivamente contrastable que los accidentes no se suelen concentrar en los tramos de la red de carreteras en los que las velocidades son más elevadas: y así, las autopistas tienen una siniestralidad dos o tres veces menor que las carreteras convencionales<sup>1</sup>. La experiencia muestra que esto es debido en gran medida a la seguridad inherente al diseño de aquéllas.
- Incluso admitiendo que el exceso de velocidad fuera la causa principal de un accidente, también sería un síntoma de fallos más fundamentales en la identificación de un riesgo o en una respuesta correcta a éste. En este sentido, es obvio que las actuaciones en materia de seguridad viaria deberían encaminarse a disminuir los riesgos y a mejorar su percepción, más que a imponer rígidamente unos límites de velocidad, a menudo quizás no suficientemente justificados.

Como se verá, no es fácil argumentar que habrá una mejora directa de la seguridad viaria si se consigue reducir las velocidades. La realidad es más compleja, y hay que tener en cuenta otros muchos factores.

El **Comité Técnico de Carreteras Interurbanas y Transporte Integrado Interurbano**, de la Asociación Técnica de Carreteras, ofrece su colaboración para aclarar el problema y para buscar soluciones técnicas que ayuden a la consecución de varios objetivos:

1. Formular una metodología para establecer un límite de velocidad adecuado para cada tramo de carretera. Este límite debe depender de las características técnicas del tramo y de las circunstancias meteorológicas y de circulación, asociándose las ideas de velocidad y de peligro cada momento concreto.

---

<sup>1</sup> Esto vale hasta para muchos tramos de las autopistas alemanas, donde no hay limitación genérica de velocidad.

2. Evitar que, por falta de un criterio científico, numerosos automovilistas puedan verse sancionados<sup>1</sup> por circular a velocidades no realmente peligrosas.

En principio, el ámbito de este documento son las **carreteras interurbanas**; aunque para el resto de los casos se recomienda utilizar la misma metodología.

El concepto de velocidad, empleado en relación con la circulación por una carretera, abarca muy distintas definiciones, que se relacionan en un Glosario anejo para aclarar las ideas.

## 2.- ¿Opinión o ciencia?

La causa esencial de las víctimas y de los daños materiales en los accidentes de circulación es la transformación de la energía cinética del vehículo (proporcional al cuadrado de su velocidad) en un trabajo de deformación (de metales, vidrios, carne, huesos) en un breve lapso de tiempo. Cualquiera que sea la velocidad hay un cierto riesgo de accidente, propio de toda relación entre el hombre y una máquina.

Se comprende la tentación de elegir una velocidad límite. Elegida tal velocidad se la legaliza, reglamenta y señala: no porque sea absolutamente segura (ninguna lo es), sino porque el riesgo a ella asociado se considera aceptable para la Sociedad.

Mientras unos proponen bajar la velocidad límite, otros pretenden mantenerla e, incluso, aumentarla<sup>2</sup>. Los primeros señalan: "Al bajar la velocidad, bajarán los accidentes". Los otros argumentan: "El tráfico funciona bien y no hay tantos choques". Quienes viven detrás del volante no consideran que los cambios sean algo determinante: "No veo que bajar la velocidad ayude a evitar los accidentes", o "No me parece que 10 km/h más o menos cambien mucho las cosas".

Pero aunque se afirme que se ha estudiado a fondo el tema, en la práctica parece que todo se resuelve según las opiniones de políticos y funcionarios. Muchos de los que opinan no son técnicos en la materia, lo cual no quita validez a su opinión, siempre la de un ciudadano, en algunos casos con alguna representación. Habría que ver si esas opiniones están respaldadas por el asesoramiento de técnicos especializados en seguridad vial y, en caso afirmativo, comprobar la validez de los estudios en los que se basan. Pronunciarse simplistamente por la reducción o por el aumento de la velocidad en una carretera, independientemente del análisis de las características de la infraestructura y de su entorno,

---

<sup>1</sup> Las sanciones, con la gravedad que se estime conveniente, sólo deben ser aplicadas a los conductores que, en cada tramo y en cada momento, pongan en peligro a los demás y a sí mismos.

<sup>2</sup> Al menos en algunas clases de carretera o tramos de ellas.

de las modalidades de la circulación y de la siniestralidad registrada, no parece el método más idóneo para analizar una medida legislativa.

A muchos parece reprochable que, sin conocimientos ni razonamientos válidos, se especule sobre la velocidad de funcionamiento del tráfico, el cual responde a unos principios científicos y a unos condicionamientos técnicos y nunca funciona arbitrariamente, ni según lo que crean, supongan u opinen unos y otros. No parece justificable plantear límites de velocidad<sup>1</sup> con argumentos convencionales de poca o nula consistencia científica.

No es de extrañar, por tanto, que la legislación sobre el tráfico sea cuestionada por la razón científica que, por pura necesidad y por los fines y reglas que la rigen, no puede aceptar lo convencional como válido, por mucho que se contenga en normas legales que, en relación con el tráfico, están plagadas de convencionalismos. ¿No es acaso una imprudencia (que podría incluso crear más riesgo) dictaminar sobre algo cuando no se está en condiciones de hacerlo con seguridad, porque no se sabe lo que hay que considerar para hacerlo?

### 3.- Velocidad y siniestralidad

#### 3.1.- Causalidad

Hay una creencia muy difundida acerca de que **la velocidad y la siniestralidad guardan una relación directa**. Pero hay que desconfiar de este tipo de creencias, a veces no suficientemente fundadas y que, en todo caso, no siempre suponen una relación de **causa a efecto**, en que la primera sea el agente hacedor del segundo.

Aunque se acepta universalmente<sup>2</sup> que la velocidad es un importante factor relacionado con los accidentes de circulación, esa relación entre velocidad y seguridad es muy compleja, pues en ella influyen factores relacionados con el vehículo, con la carretera y con las condiciones del tráfico, además del comportamiento del conductor y de las condiciones ambientales. Es cierto que la velocidad con la que tiene lugar un choque o un vuelco<sup>3</sup> contribuye a la gravedad del accidente; pero no hay suficiente evidencia científica que indique que la velocidad a la que se circula sea una causa de los accidentes. Se trata de una relación **de medio a fin**<sup>4</sup>, pues:

---

<sup>1</sup> Con una trascendencia cierta e inevitable en la seguridad y en la funcionalidad del tráfico.

<sup>2</sup> Claro que también se aceptaba universalmente que el Sol giraba alrededor de la Tierra: sólo que era falso, era una apariencia.

<sup>3</sup> Que no se debería confundir con la de circulación antes de que se desencadenara el accidente. Lo que produce daños y lesiones no es la velocidad a la que se circula, sino la deceleración que ocurre durante un choque o un vuelco.

<sup>4</sup> Sin existir la primera, el medio, no puede existir el segundo.

- Se denomina *velocidad* a un parámetro que cuantifica una característica de un movimiento de traslación<sup>1</sup>, explicando sus dimensiones espaciales en una dimensión temporal de referencia, sin que diga nada más.
- La velocidad, en sí misma considerada, no puede ser la causa ni el agente hacedor de la extinción violenta de ese movimiento de traslación (esto es, del accidente) porque es un efecto, un producto del sistema del tráfico viario. No sólo hay que saber si efectivamente la velocidad no era adecuada<sup>2</sup> (verdad), sino que hay que explicar por qué lo era (causalidad). Si no se hace así, se incumplen las pautas que impone el razonamiento científico. La velocidad por sí misma no dice si el movimiento está equilibrado o no, que es lo que indicaría si existe o no peligro de accidente.

### 3.2.- Experimentos y observaciones

A diferencia de lo que ocurre en otras ramas de la Ciencia, en materia de seguridad de la circulación los **experimentos** controlados rara vez están al alcance de los investigadores, quienes deben basarse en una **observación** de lo que ocurre en la red viaria<sup>3</sup>, donde influye simultáneamente una multitud de factores. Esos estudios sobre la siniestralidad suelen revestir dos formas principales:

- Los estudios **longitudinales**, también llamados *antes / después* (de adoptar una medida). Hay bastantes estudios de este tipo relacionados con medidas que han supuesto una variación en la velocidad media de la circulación. Estos estudios presentan a veces problemas relacionados con la acción de otras circunstancias o medidas simultáneas de difícil control: distinto clima, mayor vigilancia policial, campañas de concienciación, etc.
- Los estudios **transversales**, en los que se compara la siniestralidad<sup>4</sup> de diversos tramos de carretera, caracterizados por una serie de parámetros (entre los que figura la velocidad), pero sin que intervenga ninguna actuación ni cambio. A través de técnicas estadísticas bien conocidas se pretende establecer unos modelos matemáticos que relacionen la siniestralidad con esos

---

<sup>1</sup> El único ente real.

<sup>2</sup> Cf. el apartado **4.1**.

<sup>3</sup> Muy a menudo filtrada a través del parte oficial en el que se consignan los accidentes, donde muchos datos esenciales sólo reflejan la opinión subjetiva del agente que lo ha rellenado.

<sup>4</sup> A veces ni siquiera simultáneas.

parámetros; pero aunque los modelos reproducen razonablemente bien lo que ocurre con los datos que han servido para calibrarlos, su aplicación a otras circunstancias puede no resultar tan adecuada. Mucho más cuestionable es que, a partir de una correlación estadística a menudo bastante tenue, se pretenda inferir una relación de causalidad. Y sobre todo resulta muy aventurado atribuir, aplicando el modelo, una variación de la siniestralidad a una variación en uno de los parámetros.

Por pura física, la velocidad media del tráfico determina el nivel de las consecuencias de los accidentes, pero no siempre la frecuencia de su ocurrencia. Por el contrario, la homogeneización de las velocidades de los vehículos es un factor primordial para mejorar la seguridad, y también la funcionalidad, los consumos energéticos, las emisiones y el nivel de ruido en el entorno.

Por otra parte, diversas investigaciones han demostrado que cuanto menor es el límite de velocidad, mayor es la dispersión de velocidades. Además, la sensibilidad de la velocidad media del tráfico frente a los cambios en el límite de velocidad es reducida: tan sólo de un 25 %.

Sin cambios en el trazado, cualquier limitación de la velocidad debe ir acompañada de medidas que aumenten el riesgo percibido, tales como el control de velocidades, su vigilancia, la educación y divulgación, el balizamiento y la señalización de advertencia del peligro, etc. En caso contrario, los conductores difícilmente reducirán sus velocidades, porque básicamente se atienen a su percepción de la vía, del tráfico y del entorno.

### **3.3.- La elección de la velocidad**

En la selección de la velocidad por parte de los conductores influyen múltiples factores, relacionados con la persona, la vía, el vehículo y el resultante de todos ellos, la circulación; además de condicionantes ambientales y externos, entre los que destaca la vigilancia de la circulación.

Muchas investigaciones han demostrado que, en vez de atenerse a los límites legales, los conductores tienden a seleccionar una velocidad que consideran segura en función de su percepción del entorno inmediato: el diseño de la carretera, la orografía, el uso del suelo, la presencia de peatones, etc. Un cambio en el límite legal apenas influye en este comportamiento. También muestran las investigaciones que, para lograr esa influencia, el tradicional enfoque coactivo necesita un aumento muy significativo<sup>1</sup> de su intensidad; y que los resultados tienen un alcance<sup>1</sup> y una duración<sup>2</sup> relativamente cortos.

---

<sup>1</sup> Del orden del triple (Zaal, D., *Traffic Law Enforcement: A Review of the Literature*. Report No. 53, Federal Office of Road Safety, Canberra, Australia, 1994).

Existen diversas teorías que pretenden explicar el comportamiento de los conductores.

- La teoría de la **homeostasis** presupone que el conductor continuamente intenta alcanzar un cierto nivel objetivo de riesgo, a base de modificar su comportamiento, adaptándolo a las condiciones cambiantes. Esta teoría prima el riesgo percibido por los conductores frente a la movilidad, cuando esta última es un objetivo básico para la mayoría de ellos. Esto queda demostrado si se comparan las distribuciones de velocidades en un mismo tramo de carretera, entre la mañana y la tarde: por la tarde los conductores valoran más su tiempo y las velocidades que adoptan son mayores. Algo similar ocurre con los huecos aceptados en un cruce o en una incorporación, en función de la demora para efectuar la maniobra: a mayor tiempo de espera, menores huecos aceptados y, por tanto, mayores niveles de riesgo asumidos.
- En la teoría del **comportamiento racional**, el conductor intenta minimizar el coste percibido del desplazamiento, como suma del coste asociado al tiempo de viaje y del coste del riesgo percibido. Ambos tienen una evolución contraria con la velocidad, por lo que su agregación tendrá un mínimo. Así, la relación velocidad - seguridad está influenciada por la percepción del riesgo por parte de los conductores, el cual a su vez está correlacionado positivamente con el riesgo real de accidente, según han demostrado múltiples investigaciones. La teoría del comportamiento racional permite explicar por qué carreteras que facilitan su recorrido a mayores velocidades son percibidas como menos peligrosas y tienden a serlo. Las mejoras viarias son utilizadas principalmente por los conductores para mejorar su movilidad y, en menor medida, su seguridad.

Suponiendo unas **condiciones viarias homogéneas**, es decir, que se mantuviera constante el estado de los conductores, de los vehículos, de la vía y del entorno, y considerando un conductor medio con un comportamiento medio, se podría establecer el mecanismo que asocia la velocidad con los accidentes:

- A menor velocidad, hay más tiempo para reconocer los peligros; menor es la distancia recorrida mientras se reacciona y la necesaria para frenar; hay más facilidad para que otros usuarios estimen velocidades y tiempos hasta una posible colisión; hay más oportunidades para que los demás eviten la colisión;

---

<sup>1</sup> El grado de cumplimiento se divide por 2 por cada 900 m recorridos a partir del control de velocidad (Hauer, E., Ahlin, F., *The Effect of Speed Enforcement on Driver's Speed Choice*. University of Toronto, Ottawa, Ontario, 1979).

<sup>2</sup> Tres días, para un control de velocidad que dure un día (Hauer, E., Ahlin, F., *The Effect of Speed Enforcement on Driver's Speed Choice*. University of Toronto, Ottawa, Ontario, 1979).

y hay menos fuerzas de impacto en el choque, con menor probabilidad de daños severos.

- Por otra parte, el riesgo sería mínimo para una velocidad de todos los vehículos constante y compatible con el trazado, por grande que fuera ésta.

Luego más que la velocidad en sí misma, muchas veces lo determinante<sup>1</sup> es su combinación con otras causas. Por ejemplo, parece que:

- La dispersión de las velocidades guarda relación directa con la frecuencia de los accidentes<sup>2</sup>; y que una desviación respecto de la velocidad media, tanto por exceso como por defecto, incrementa el riesgo de involucrarse en un accidente : es la clásica curva en U de Solomon (1964)<sup>3</sup>, con un mínimo coincidente con el percentil 85 – 90. La observancia de un límite de velocidad tendría así el efecto secundario de disminuir esa desviación<sup>4</sup>.
- El efecto de las mejoras en las carreteras, o el de las carreteras cuyas prestaciones de diseño son superiores, haciendo que las velocidades sean también superiores: los conductores aprovechan la mayor parte del beneficio para mejorar su movilidad, y el resto para incrementar la seguridad percibida. Por ello, el coste percibido del riesgo decrece conforme aumenta la velocidad media.

---

<sup>1</sup> Circulando a alta velocidad una distracción puede terminar en accidente; pero la velocidad no es la causa.

<sup>2</sup> Sobre todo si interviene más de un vehículo.

<sup>3</sup> Solomon, D., *Accidents on main rural highways related to speed, driver and vehicle*, U.S. Department of Commerce, Public Roads, Washington, D.C., 1964. (reimpreso en 1974). Ha sido corroborada por numerosos investigadores posteriores:

Hauer, E., *Accidents, overtaking and speed control*, *Accident Analysis and Prevention*; 3(1); 1-14; 1971.

Harkey, D.L., Robertson, H.D., Davis, S.E., *Assessment of current speed zoning criteria*, *Transportation Research Record 1281*, *Transportation Research Board*, Washington, D.C., 1990.

Fildes, B.N., Rumbold, G., Leening, A., *Speed behaviour and driver's attitude towards speeding*, Monash University Report No. 16, 1991.

<sup>4</sup> Luis M. Xumini, comentando las claves del éxito de la campaña realizada en Francia (2003 y 2004), dice que "... la consciencia y la coacción consiguieron que una mayor cantidad de usuarios se ajustara más a los límites legales: aunque ésa fue la más llamativa de las apariencias. Con ello lo que consiguieron fue que bajara algo la velocidad media del tráfico, y que disminuyera la dispersión de las velocidades, porque se agruparon más en torno a los límites legales...".

## 4.- La velocidad adecuada

### 4.1.- Concepto

La filosofía cardinal en relación con la velocidad se contiene en la Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial<sup>1</sup> y en el Reglamento General de Circulación para su aplicación y desarrollo<sup>2</sup>:

#### **Artículo 17. Control del vehículo...**

Los conductores deberán estar en todo momento en condiciones de controlar sus vehículos...

#### **Artículo 18. Otras obligaciones del conductor**

El conductor de un vehículo está obligado a mantener su propia libertad de movimientos, el campo necesario de visión y la atención permanente a la conducción, que garanticen su propia seguridad, la del resto de los ocupantes del vehículo y la de los demás usuarios de la vía...

#### **Artículo 45. Adecuación de la velocidad a las circunstancias**

Todo conductor está obligado a respetar los límites de velocidad establecidos y a tener en cuenta, además, sus propias condiciones físicas y psíquicas, las características y el estado de la vía, del vehículo y de su carga, las condiciones meteorológicas, ambientales y de circulación, y, en general, cuantas circunstancias concurren en cada momento, a fin de adecuar la velocidad de su vehículo a ellas, de manera que siempre pueda detenerlo dentro de los límites de su campo de visión y ante cualquier obstáculo que pueda presentarse.

La **velocidad adecuada** así definida es un concepto muy interesante y matizado. Para los fines y el modo de razonar de los juristas parece claro, a tenor de lo que se dice en los textos legales; pero para los técnicos no está nada claro cuál puede ser, ni tampoco cuál es el método científico para fijarlo.

Definido el concepto de velocidad adecuada en una situación concreta, está claro que toda velocidad que la rebase es legalmente una **velocidad excesiva** para que se cumplan las condiciones que pretende el Artículo 45.

Pero también hay otras preguntas que necesitan contestación:

- ¿Cómo se aplica en la práctica jurídica el concepto de velocidad adecuada? ¿Hay jurisprudencia y casos ejemplares para consultar?

---

<sup>1</sup> Cuyo texto articulado fue aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo, (BOE núm. 63, del 14; corrección de errores en BOE núm. 185, de 3 de agosto). Este texto articulado ha sido reformado por la Ley 5/1997, de 24 de marzo (BOE núm. 72, del 25); y por la Ley 19/2001, de 19 de diciembre (BOE núm. 304, del 20).

<sup>2</sup> Cuyo texto articulado fue aprobado por el Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, (BOE núm. 306, de 23 de diciembre). En lo sucesivo se sigue el texto del Reglamento.

- ¿Es la misma para el conductor temerario que para el prudente?
- ¿Es un valor o un rango? ¿Hay tolerancias?
- ¿Cómo puede determinarla el conductor medio? ¿Cómo la determina un perito? ¿Es el resultado de mediciones o de opiniones?
- ¿Se relaciona con la velocidad de desplazamiento correspondiente al percentil 85 en flujo libre y en las condiciones predominantes en la vía?
- ¿Se relaciona con el historial de accidentes en cada lugar?
- ¿Puede ser mayor que el límite genérico de velocidad?

Desde un punto de vista conceptual, la velocidad adecuada para circular por un tramo de carretera no podría ser superior a la que ha servido de base al diseño de dicho tramo<sup>1</sup>: donde ésta resulte anormalmente baja, por definición el conductor debe tener en cuenta esta circunstancia para elegir su velocidad adecuada... a no ser que la apariencia del diseño le impida percatarse de ella<sup>2</sup>. Por tanto, el diseño de la carretera ha de ser consistente, de tal forma que se vayan cumpliendo las expectativas que se van provocando en los conductores conforme la recorren.

Si las características del diseño de la vía son favorables para la seguridad, mayor será la velocidad adecuada, la que soporta el sistema del tráfico viario sin producir un número socialmente inaceptable de accidentes o de víctimas: por eso esas características son causa esencial<sup>3</sup> de la máxima velocidad y seguridad que hoy es dado alcanzar en las carreteras modernas, en concreto en las autopistas. Los accidentes y las víctimas decaen por necesidad, dado que se ha reducido el riesgo activo y pasivo, pese a que la velocidad pueda ser mayor.

Donde las características del diseño de la vía no sean tan favorables, el único modo de disminuir los accidentes y las víctimas es hacer que baje la velocidad; pero eso implica forzar su elección, y surgen otros problemas para complicar más las cosas si no se aumenta la percepción del riesgo asociado por parte de los conductores; como mucho, la velocidad se puede constreñir hasta la que inviten el propio trazado y su entorno, ya que por debajo de ésta sería difícilmente asumida por los conductores.

---

<sup>1</sup> Parece necesario que esta velocidad se refiera a una intensidad muy baja de la circulación; intensidades mayores disminuyen la velocidad a la que se puede circular, por las interacciones entre los vehículos.

<sup>2</sup> En esta inducción al engaño del conductor, defraudando sus expectativas, reside la causa de bastantes accidentes.

<sup>3</sup> O agentes hacedores constantes y necesarios.

## 4.2.- Desde el punto de vista jurídico

### 4.2.1.- Generalidades

Dentro de la enseñanza del Derecho, a los abogados y a los jueces se les imparten unos conocimientos encaminados a hallar, más que las causas que produjeron los hechos, los sujetos responsables de su ocurrencia. También se les enseña a litigar, pero no tanto a tratar de mediar primero en un conflicto y, como caso extremo, llegar al litigio. Precisamente por ello, los abogados y los jueces especializados en derecho viario tienen que investigar el tráfico de una forma multidisciplinar, a fin de conseguir una visión más completa de los factores que lo condicionan: no solamente buscar los sujetos responsables, sino también analizar los otros dos factores (vehículo y carretera) y, a través de todo ello, llegar al responsable material y jurídico del hecho.

En la práctica jurídica, el juez se apoya en unos peritajes (no vinculantes) que le proporcionan datos relevantes del hecho: entre ellos la velocidad a la que circulaban los vehículos en el momento del accidente o (más frecuentemente) inmediatamente antes de él. Rebasar la velocidad adecuada es uno de los datos que evalúa la sentencia, pero no el único: el juez determinará, conforme a lo dictaminado por los peritos y por los demás elementos probatorios aportados, si la velocidad excesiva contribuyó a causar el siniestro. Si en un juicio se prueba que el conductor circulaba con un exceso de velocidad, ello constituye para el juez un indicio respecto de la culpabilidad de aquél; pero puede no ser la causa única o determinante del accidente. En el razonamiento jurídico, el juez evaluará el grado de contribución causal de las conductas de los sujetos que intervienen en el resultado final.

Por otro lado, la ciencia y la prudencia aconsejan no descartar el hecho de que las velocidades que utiliza actualmente el tráfico pueden ser verdaderamente las que necesita el funcionamiento actual de la Sociedad<sup>1</sup>.

### 4.2.2.- Culpa, riesgo y causalidad

En las bases de la concepción de la **culpa** se toca la posibilidad de la consciencia sobre la existencia de un **riesgo**; y sin consciencia difícilmente se puede hablar del dominio de la voluntad. En definitiva, se trata de contestar a las siguientes preguntas:

- El conductor (o el peatón) ¿era consciente del riesgo, o no lo era?
- ¿Tenía la posibilidad de identificarlo, o no la tenía?

Sin un concepto claro de lo que es el riesgo en la circulación será difícil dar una respuesta clara a las preguntas anteriores; y como consecuen-

---

<sup>1</sup> En realidad aún podría precisar más velocidad, si se resolvieran algunos problemas técnicos.

cia es fácil moverse entre argumentos que frecuentemente no alcanzarán más grado que el de una mera conjetura.

Tanto los juristas como los expertos en accidentes y los técnicos precisan la misma definición de lo que es riesgo en el tráfico viario: en caso contrario, no podrán identificar con precisión cuándo existen las condiciones que hacen que exista riesgo y así, ni podrán investigar eficazmente qué lo genera (los expertos), ni podrán actuar sistemáticamente para prevenirlo (los técnicos), ni se podrá hacer justicia (dar a cada uno lo suyo) llegado el caso (los juristas).

La definición de **riesgo** para el Derecho es la misma que para el **DRAE**<sup>1</sup>: una contingencia o proximidad de daño<sup>2</sup>. Resulta lógico y justo que quien introduce en la Sociedad una cosa riesgosa (**riesgo creado**<sup>3</sup>) u obtiene ganancias con su utilización (**riesgo provecho**<sup>4</sup>), y que es susceptible de ocasionar daños a terceros, cargue con las consecuencias dañosas. Pero siempre para responder, esa cosa riesgosa introducida en la Sociedad debe producir el daño: de lo contrario, lógicamente, el dueño o guardián de la cosa riesgosa no será responsable por el sólo hecho de ser propietario o guardián.

La **relación de causalidad** es uno de los elementos necesarios para hacer nacer la responsabilidad civil. La causalidad puede ser:

- **Física** o material, que estudia la relación de los hechos con otros hechos antecedentes o consecuentes, estableciendo si un daño fue empíricamente ocasionado por un hecho.
- **Jurídica** o formal, que se interesa por la relación de los hechos con los sujetos, y así determina si un daño fue jurídicamente producido por un hecho humano.

Ahí está el quid de la cuestión: a veces, los jueces, al dictar sentencia, analizan sólo la causalidad jurídica, la relevante para el Derecho; y no se acuerdan de que en un accidente de circulación primero deben tener en cuenta la causalidad física, para luego encuadrar el hecho en la jurídica.

### 4.3.- Desde el punto de vista técnico

La definición jurídica de la velocidad adecuada se apoya en que el vehículo se pueda detener dentro del campo de visión del conductor. Es de-

---

<sup>1</sup> **DRAE** (Diccionario de la Real Academia Española): Riesgo: contingencia inminente de que suceda algún mal. Lugar, paso, obstáculo o situación en que aumenta la inminencia del daño.

<sup>2</sup> Estamos hablando de riesgo, y no de peligro, que tiene un elemento temporal más corto, la inminencia para que se produzca el daño (el efecto). Resulta algo más fácil de identificar que el riesgo, pero también con menos tiempo para evitarlo.

<sup>3</sup> Responde el dueño o guardián de una cosa riesgosa que causó un daño a un tercero.

<sup>4</sup> Responde el dueño o guardián por la utilización de una cosa riesgosa que le procura beneficios económicos y que causa un daño a un tercero.

cir, en términos ingenieriles, que la visibilidad disponible no sea inferior a la necesaria para una maniobra de detención a partir de esa velocidad. Pero hay algunos puntos oscuros:

- No se indica en la definición si la detención ha de ser de emergencia<sup>1</sup> o se puede realizar en unas condiciones más cómodas<sup>2</sup>.
- Las normas de trazado exigen que en todo punto del trazado se disponga de la visibilidad necesaria para una detención cómoda; y que donde no sea así, se limite la velocidad mediante una señalización específica<sup>3</sup>. Pero aunque esto parezca lógico a primera vista, está demostrado que, salvo en el caso de las intersecciones, la insuficiencia de la visibilidad tiene una influencia mínima<sup>4</sup> en la siniestralidad.
- Por otro lado, en muchos tramos de la red viaria la visibilidad es tan amplia, que una velocidad adecuada asociada sólo a ella resultaría muy elevada.

Además, no todas las circunstancias ligadas a los accidentes están relacionadas con la detención del vehículo. Por ejemplo, para mantener una trayectoria curva, entre los neumáticos y el pavimento se tiene que movilizar un rozamiento transversal que, si es excesivo, puede perturbar la configuración del vehículo (si es articulado) o producir su deslizamiento. La combinación de la movilización de un rozamiento longitudinal y otro transversal, como cuando se frena en una curva, resulta particularmente desfavorable para la seguridad<sup>5</sup>.

Otro fenómeno bien comprobado es la influencia que tiene en la siniestralidad la disminución de velocidad que hay que lograr, desde la máxima en la alineación recta anterior a la curva, hasta la de paso por la curva. La Norma española **8.1-IC** basa en esta disminución la calificación de la peligrosidad de las curvas, y su consiguiente balizamiento. En este mismo sentido, la Instrucción de Trazado **3.1-IC** establece el radio mínimo que han de tener las curvas dispuestas después de una recta de más de 400 m de desarrollo.

---

<sup>1</sup> Movilizando un rozamiento longitudinal elevado, próximo a la resistencia al deslizamiento longitudinal.

<sup>2</sup> Movilizando unos rozamientos más bajos, como los que preconiza la Norma **3.1-IC** "Trazado" de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento. Esto supone, implícitamente, la adopción de un cierto coeficiente de seguridad, como es habitual en otros campos de la Ingeniería.

<sup>3</sup> Esta es la razón de algunas señales que se perciben en las autovías españolas, cuya presencia resulta inexplicable a la práctica totalidad de los conductores.

<sup>4</sup> Del orden del 0,7 % de los accidentes. Y además, con la sola señalización no se suele conseguir en la práctica una reducción de la velocidad.

<sup>5</sup> Las curvas se diseñan de manera que no haya que movilizar un rozamiento transversal superior al 40 – 50 % de la resistencia al deslizamiento transversal; así queda disponible para frenar un 87 – 92 % de la resistencia al deslizamiento longitudinal. Si se entra en una curva con una velocidad excesiva que necesite, por ejemplo, movilizar un 80 % de la resistencia al deslizamiento transversal, sólo quedará disponible para frenar un 60 % de la resistencia al deslizamiento longitudinal.

## 5.- Los límites de velocidad

Resultaría muy interesante para la seguridad que los conductores pudieran discernir cuál es la velocidad adecuada a cada circunstancia. Desde el punto de vista de la infraestructura viaria, hay una señal informativa pintiparada para ello: la **S-7**, que recomienda “... *una velocidad que se aconseja no sobrepasar aunque las condiciones meteorológicas y ambientales de la circulación sean favorables...*”.

Sin embargo, el planteamiento habitual es más coercitivo, y pretende acotar lo que no entra dentro del campo de la velocidad adecuada, a través de unos **límites de velocidad** que está prohibido rebasar, y cuya relación con la velocidad adecuada no parece clara. El enfoque es doble:

- Uno **genérico** y poco matizado, que sólo depende del entorno (urbano o interurbano), del tipo de vehículo y de la clase de carretera, aunque sin tener en cuenta explícitamente ni las circunstancias ambientales<sup>1</sup>, ni las prestaciones de las que son capaces los primeros, ni las características del diseño de las segundas. Al menos teóricamente debiera corresponder con la concurrencia de unas situaciones desfavorables.
- Las restricciones localizadas debidas al diseño de la vía se remiten a la implantación de una señalización **específica**. Resulta curioso que estos límites específicos, cuyo establecimiento parece que debería ser el fruto de un estudio técnico, no puedan ser superiores a los genéricos. Si los límites genéricos parecen pensados para unas condiciones desfavorables o comunes, ¿por qué no poner límites específicos superiores si las condiciones del lugar o del momento son holgadas?

En España estos límites están contenidos en el Reglamento General de Circulación, en sus artículos 47, 48, 50 y 51 (se transcriben en el Anexo nº 2 a este documento).

Para tener en cuenta las diferencias entre sus **prestaciones**, los vehículos sólo se clasifican en diversas categorías técnico-administrativas fácilmente reconocibles a simple vista. Sin embargo, dentro de la categoría más numerosa (la de los turismos), no se hacen distinciones en función de la potencia<sup>2</sup> ni de la capacidad de frenado<sup>3</sup>, unos parámetros muy significativos y con un campo muy amplio de variación.

Para los límites genéricos ocurre algo parecido con las diferencias entre las **características de las carreteras**, para representar las cuales sólo se recurre a clasificarlas, distinguiendo por un lado entre las autopistas

---

<sup>1</sup> A los efectos de la seguridad viaria no es lo mismo la noche que el día, ni si el pavimento está mojado o seco, ni si hay o no niebla, nieve, hielo, etc. El efecto de la mayoría de estos parámetros es muy grande.

<sup>2</sup> De la que se deriva la velocidad máxima alcanzable por el vehículo.

<sup>3</sup> Por ejemplo, la presencia o no del sistema **ABS** de prevención del bloqueo de las ruedas.

y autovías<sup>1</sup>, y por otro las carreteras convencionales<sup>2</sup> (distinguiendo a su vez entre las que tienen más de un carril por sentido o un arcén cuya anchura no sea inferior a 1,5 m, y las demás). Pero esta clasificación no dice nada de:

- Su velocidad de proyecto.
- La visibilidad en sus curvas, acuerdos, cruces y accesos.
- La anchura de sus arcenes<sup>3</sup> y carriles.
- El tipo, el estado y la resistencia al deslizamiento de su pavimento.
- Los itinerarios de los peatones, los semáforos, las señales.
- Dónde hay barreras de seguridad<sup>4</sup>.
- Etc.

La clasificación de una vía es un asunto convencional y no científico, porque se realiza sólo con la parte de sus características que se considera suficiente para definirla: como lo prueba el hecho de que en bastantes casos (condiciones óptimas de tráfico y vía), los límites de velocidad reseñados son inferiores a la velocidad adecuada. Por el contrario, la máxima velocidad a la que se puede circular con una seguridad razonable en las vías clasificadas sí es una cuestión científica: no es convencional ni es fruto de un acuerdo<sup>5</sup>.

Por lo tanto, el límite genérico de velocidad no se puede definir a través de unas características que, aunque sean verdaderas y las ostenten las vías, se han tomado parcial y convencionalmente sólo para establecer la clasificación. Para que haya algo de fundamento científico, además de la mera clasificación hay que considerar las demás características reseñadas (e incluso más). Porque son ellas, además de la velocidad de diseño y de la opinión<sup>6</sup> de los conductores sobre la velocidad en ese tramo, los

---

<sup>1</sup> Que constituyen la mayoría (aunque no la totalidad) de las carreteras con calzadas separadas. Casi todos los conductores se verían en un aprieto para distinguir claramente si la carretera por la que están conduciendo es una autopista o una autovía.

<sup>2</sup> Identificables por los usuarios con las carreteras de calzada única, aunque también las haya con calzadas separadas. La espuria clase de las **vías rápidas**, establecida por la Ley de Carreteras de 1988, afortunadamente ha desaparecido de esta legislación.

<sup>3</sup> Los arcenes de 2,5 ó más metros de anchura no son un lujo extravagante, sino elementos esenciales de las más seguras y veloces carreteras modernas. Son una parte de la zona de recuperación; en ellos, aproximadamente el 50 % de los conductores retoman el control de sus vehículos accidentalmente desviados de la calzada. Los arcenes no se deberían eliminar ni reducir en los pasos superiores o inferiores.

<sup>4</sup> Un mal menor, pero mal al fin y al cabo. Los dispositivos engañosamente llamados *de seguridad* siempre son algo inseguros; y más aún si se los instala mal. Como certeramente indica la Orden circular de la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Fomento **321/95 TyP** "Sistemas de contención de vehículos", antes de pensar en ellos se deberían hacer esfuerzos para proveer en los lados del camino unas adecuadas zonas de recuperación, libres de obstáculos. Las márgenes de las vías son unos elementos (causas o agentes hacedores) de la seguridad activa y pasiva: por su diseño y construcción, pueden evitar los accidentes (activa) y disminuyen las víctimas y su gravedad (pasiva).

<sup>5</sup> ¿Por qué habría de ser una velocidad, y no otra?

<sup>6</sup> Cf. Apartado **9.2**.

cimientos sobre los que los técnicos pueden fundar alguna decisión para establecer un límite de velocidad que sirva realmente a la seguridad y a las funciones que tiene que cumplir el tráfico en el funcionamiento de la Sociedad.

Unos límites de velocidad adecuadamente establecidos fomentan su cumplimiento voluntario y separan de la mayoría a los conductores de alto riesgo. Por el contrario, “... *si el límite de velocidad no se corresponde con el trazado de la vía y las condiciones del entorno, la limitación no cambia realmente la actitud de los conductores para superar la velocidad más allá del límite establecido, ya que la percepción que tienen es que se les fuerza a conducir a una velocidad inferior, y no adoptarán esta velocidad voluntariamente...*”<sup>1</sup>.

Las más recientes tendencias en materia de diseño de carreteras, que pretenden tener en cuenta explícitamente la seguridad, apuntan a que su clasificación se ciña a unos pocos tipos, fácilmente reconocibles por los usuarios, que deben saber claramente qué se espera de ellos en materia de velocidad (y en otras materias también).

Por ejemplo, combinando las cuatro características siguientes<sup>2</sup>:

- calzadas separadas o única,
- presencia o ausencia de cruces a nivel,
- limitación total de accesos o no, y
- tráfico exclusivamente automóvil o no,

se pueden establecer nada menos que dieciséis tipos de carretera<sup>3</sup>, evidentemente demasiados para que los usuarios los comprendan.

Por lo expuesto, desde el punto de vista de la ingeniería viaria (que es diferente de la visión jurídico-legal), parece que los límites genéricos de velocidad son más bien científica y técnicamente inútiles para la seguridad del tráfico: y más aún cuando la mayoría de ellos, como es bien sabido, fueron establecidos convencionalmente hace más de 30 años<sup>4</sup>, respondiendo al solo criterio del ahorro de energía en carburantes a consecuencia de la crisis del petróleo de los años 70. Más aún: puede parecer que no tienen el objetivo explícito de prevenir los accidentes.

---

<sup>1</sup> “*The Effects of Road Design on Speed Behaviour. A Literature Review*” (septiembre de 1997): un estudio financiado por la Comisión Europea, en el que han colaborado diversos Institutos, Centros de análisis y estudio del tráfico, Universidades y otras instituciones de diversos países europeos, entre ellos España.

<sup>2</sup> Cuya presencia define una autopista.

<sup>3</sup> Y eso sin hacer intervenir el entorno, urbano o rústico.

<sup>4</sup> Con alguna ligera modificación posterior.

## 6.- El cumplimiento del marco legal

Consecuentemente con lo expuesto en el apartado anterior, no sólo en España (donde se dice que se conduce muy deprisa) sino también en las vías interurbanas de la mayoría de los países occidentales, el grado de cumplimiento de los límites de velocidad, genéricos y específicos, es realmente bajo. De una manera aproximada:

- La velocidad mediana (**V<sub>50</sub>**) coincide con el límite.
- La velocidad del percentil 85 (**V<sub>85</sub>**) supera al límite en unos 10 - 20 km/h.
- La proporción de infractores está entre el 30 y más del 50 %, lo cual es desproporcionado para cualquier norma.
- Las mayores proporciones de infractores se dan en las autopistas y en las vías urbanas residenciales.

Es decir: que por encima de unas medidas meramente coactivas para reducir la velocidad (radares, cámaras y sanciones), se imponen las necesidades de movilidad de la Sociedad, y el sistema sigue funcionando a unas velocidades a las que, según se pretende convencer a sus usuarios, ¡tienen lugar más accidentes!<sup>1</sup> Pero esto último no es cierto: se ha comprobado experimentalmente una correlación inversa entre la movilidad anual (veh.·km/hab.) y el índice de mortalidad anual por accidentes de circulación (muertos/veh.·km), de manera que la mortalidad anual (muertos/hab.) varía muy poco. La mejora de la seguridad se traduce en un aumento de la movilidad: más veh.·km recorridos al año, pero también más kilómetros recorridos por hora de exposición al riesgo, o sea, más velocidad.

Las necesidades de movilidad de la Sociedad, además de ser una de las causas materiales de la velocidad, son también una de sus causas finales<sup>2</sup>. Con la imposición coactiva de una disminución de la velocidad sólo se consigue:

- Más conflictos con los usuarios (con la Sociedad) por las coacciones y las sanciones.
- Disfunciones en el funcionamiento de la Sociedad (con unos efectos imprevisibles), y en el del sistema, que también pueden significar más accidentes.

En conclusión: sólo con medidas coactivas no se consigue una mejora sustancial de las carencias, alteraciones e insuficiencias en la estructu-

---

<sup>1</sup> Hay una impresionante serie de 73 años (1923-1997) en Wilde, G.J.S. : *Can traffic calming devices be expected to reduce the accident rate per head of population or per unit distance driven? Traffic Safety Summit '98, Kananaskis, Alberta, Canada, Oct. 4-7, 1998*

<sup>2</sup> Las que hacen que los acontecimientos tiendan a ser como están siendo.

ra material y en la organización funcional del sistema, los elementos que provocan los problemas de seguridad.

## 7.- El exceso de velocidad

La deseada reducción de la frecuencia y de la gravedad de los accidentes de circulación se debe iniciar comprendiendo la diferencia entre **velocidad excesiva** (conducir demasiado deprisa para las condiciones existentes) y el **exceso de velocidad** (superar el límite máximo establecido por la legislación para cada tipo de vía o tramo específico de ella).

Según la jurisprudencia internacional:

- Cualesquiera que hayan sido las circunstancias, un conductor que haya desarrollado un exceso de velocidad inmediatamente antes de un accidente será considerado *prima facie* culpable, con posibilidad de demostrar su inocencia.
- Si el conductor sólo hubiera circulado a una velocidad excesiva, se invierte la carga de la prueba y son los eventuales damnificados los que tienen que demostrar tal condición.

Desde una visión puramente técnica, cuesta muchas veces interpretar criterios que parten de bases filosóficas diferentes.

Por ejemplo, ningún ingeniero duda de que para detenerse a partir de una velocidad de 120 km/h se requiere una distancia mayor que desde 100 km/h. Pero consideremos a un juez que tiene que analizar un caso en el que un automóvil circulaba a 120 km/h por una vía cuyo límite genérico de velocidad era de 100 km/h; y repentinamente un motociclista salió de un acceso sin visibilidad y, sin frenar, entró en la calzada cuando sólo quedaban 20 ó 30 m para que el automóvil pasase por ese punto. El perito no sólo le informa de que no se habría evitado el choque circulando a la velocidad máxima permitida; sino también de que igualmente hubiera tenido lugar aun circulando a 90 km/h.

¿Sería justo en este caso juzgar como responsable al automovilista?

Si se probase un exceso de velocidad sin secuela de accidente, un conductor podría ser considerado responsable jurídica y legalmente de un comportamiento antisocial, y ser sancionado por ello aunque sólo fuera con una multa. Pero desde un punto de vista jurídico y legal, la responsabilidad civil (es decir, la obligación de indemnizar a otros los daños causados) de dicho conductor nacerá sólo si su velocidad es causalmente determinante del accidente: si el exceso de velocidad hace perder al conductor el dominio de su vehículo y, como consecuencia de ello, se causan daños a terceros. El solo hecho de exceder un límite de velocidad ¿debe interpretarse como que el conductor pierde el dominio de su vehículo?

Además, se produce una perversión jurídica del sistema si, en puntos o tramos que consideran delicados, los técnicos establecen unos límites específicos de velocidad anormalmente bajos relacionados, más que con

unas circunstancias locales desfavorables, con su deseo de eludir eventuales responsabilidades jurídicas, y atribuir la culpa de los accidentes a los conductores infractores. Esta actitud puede resultar personalmente comprensible; pero además de contribuir a desprestigiar la señalización, suele demorar la solución de problemas relacionados con el diseño o con la percepción de la vía.

## 8.- ¿Qué hacer?

### 8.1.- Enfoques incorrectos

En una Comunicación de la Comisión Europea de 2 de junio de 2003 se dice:

*“... según un estudio del Transport Research Laboratory (TRL) del Reino Unido, reducir la velocidad media en 3 km/h salvaría de 5.000 a 6 000 vidas en Europa todos los años, y evitaría de 120 000 a 140 000 accidentes, lo cual generaría un ahorro de 20 000 millones de euros. La experiencia adquirida en el Reino Unido pone de manifiesto que la instalación de cámaras automáticas de vigilancia da lugar a una reducción de la velocidad media de 9 km/h; si se generalizara su utilización en la Unión Europea, se podría evitar una tercera parte de los accidentes y reducir un 50 % el número de muertes en la carretera...”*

Esta conclusión de la Comisión, en cuya virtud ya se plantea una estrategia sobre la velocidad, sería válida si lo fueran las premisas de las cuales partió. O sea, si fuera verdad que el valor de la velocidad media de recorrido tiene una relación **de causa a efecto** con los accidentes y con las víctimas en el conjunto de la red viaria; y si tal relación fuera tan directa y fuerte que un pequeño cambio de 3 km/h en dicha velocidad tuviera la capacidad de producir en un año nada menos que 140.000 accidentes y matar a 6 000 personas<sup>1</sup>. En ninguna parte consta que ello sea así, y tampoco se explica ni se demuestra esa relación.

Tampoco consta si la instalación de cámaras automáticas en el Reino Unido, la cual se dice que ha reducido la velocidad media de recorrido en 9 km/h, ha producido una disminución de las muertes y de los accidentes en los términos que supone la Comisión Europea.

En algún otro país (concretamente, en España) también se está promoviendo la colocación de radares fijos con estos planteamientos y suposiciones. Parece que existe cierta moda por aplicar la tecnología en plan masivo, y no selectivamente como se ha venido haciendo hasta ahora:

---

<sup>1</sup> Es decir, más que los accidentes de circulación y que las víctimas mortales de ellos derivadas, que se producen anualmente en España por todas las causas.

- Se argumenta que es necesario para reducir la frecuencia de los accidentes. Pero esta obsesión por la velocidad no parece ser confirmada por la realidad: el exceso de velocidad rara vez está implicado en más del 15 % de los accidentes.
- Otro atractivo más obvio (aunque se niegue) es la capacidad de extraer más recursos de los usuarios de las carreteras<sup>1</sup>. Basta con colocar los radares donde sea probable que los conductores juzguen que es seguro rebasar el límite de velocidad...
- Puede haber incluso unas motivaciones menos evidentes: por ejemplo, un intento de cambiar lo que se denomina *nuestra cultura de la movilidad*<sup>2</sup>, en beneficio del ferrocarril. La exigencia de unos límites bajos de velocidad en el transporte por carretera puede ayudar a ese fin. La propaganda que identifica velocidad con mortalidad condiciona a la Sociedad a aceptar unos menores niveles de velocidad y unos mayores niveles de coacción a su libertad.

Sin teoría no hay metodología; y actuar sin ellas, con el método de prueba y error, convierte en cobayas a las personas que circulan, y desacredita ante la Sociedad los límites de velocidad. Y ello no deja de ser lo que es, y de producir los resultados que produce, porque se haga sin intención y sin consciencia; no es una cuestión de culpas y responsabilidades, sino de unas situaciones que producen unos hechos que no son buenos para nadie, y que hay que rectificar.

El problema es que no hay muchos investigadores sobre los accidentes y la seguridad viaria que lleguen al campo teórico, a la sistematización de los conocimientos adquiridos para poder deducir leyes y principios; que los pocos que hay están desperdigados y no suelen tener apoyos; que publican poco y tampoco se atiende mucho a lo que publican. Y que en ese contexto, avanzar en la metodología se plantea como un proceso bastante difícil y lento; máxime cuando la pseudo-ciencia invade también los pocos espacios que existen para investigar sobre el tráfico y su seguridad.

## **8.2.- Enfoques correctos**

### **8.2.1.- Introducción**

Se habla mucho de visiones y de estrategias para la seguridad viaria; pero si no están en consonancia con las condiciones que imponen las

---

<sup>1</sup> Se puede incluso argumentar que esos recursos se emplean en otras actuaciones de mejora de la seguridad: parece atractivo que sean los propios infractores quienes las financien.

<sup>2</sup> Cf. la Declaración de Copenhague (1996), por parte de la Red de Ciudades Libres de Coches, de la Unión Europea.

leyes que rigen la configuración y el funcionamiento del sistema del tráfico viario, tienen pocas posibilidades de éxito. Habría que mejorar la configuración del sistema, pero:

- ¿Cuáles son las condiciones de esa configuración que permitirían fijar un límite de velocidad?
- ¿Cómo se determina la máxima velocidad compatible con esas condiciones en una carretera, si no se tienen claras las que imponen las leyes del sistema?
- ¿Cómo hacer que la Sociedad crea que los límites impuestos son correctos si no se le explica por qué, y si además la corrupción funcional de la señalización existente los ha desacreditado ante los usuarios?

Parece claro que cualquier medida que pretenda reducir eficazmente los accidentes de circulación debe incluir actuaciones conducentes a:

- Reducir la dispersión de la distribución de las velocidades instantáneas<sup>1</sup>.
- Conseguir unas velocidades más acordes con las adecuadas<sup>2</sup>.
- Fijar los límites de velocidad en unos niveles aceptables social y económicamente<sup>3</sup>, aunque en su fijación se otorgue un papel muy relevante a la seguridad viaria.

Las respuestas a estas y a otras preguntas parecidas pasan por la palabra **método**, esto es: por disponer de un procedimiento que permita averiguar cuál es la máxima velocidad que se puede compatibilizar para unas determinadas condiciones de configuración, y para comprobar la seguridad del sistema en cada momento y lugar. Esto exige **teoría**, pero no desde el punto de vista del mecanicismo estadístico, sino desde una perspectiva íntegra y coherente de la teoría general de sistemas.

Muchos investigadores, así como los resultados de algunos programas internacionales de gestión de la velocidad, indican que se necesita un enfoque combinado que integre la ingeniería, la coacción y la educación. Debido a las diferencias en legislación, estructura administrativa, demografía, etc. no resulta suficiente una mera copia de lo realizado en otros países: se necesita un enfoque específicamente español.

---

<sup>1</sup> Por ambos extremos, en más y en menos: los que sobrepasan en exceso los límites y los que no llegan.

<sup>2</sup> Cf. Apartado **4.3**.

<sup>3</sup> La movilidad es un derecho social; y precisamente por eso es también una obligación hacerla sostenible

### 8.2.2.- **Medidas relacionadas con la ingeniería**

El diseño de las nuevas carreteras debe lograr influir en el comportamiento de los conductores, posibilitando una elección racional de su velocidad que sea coherente con la funcionalidad que percibirán. Se necesita identificar mejor la influencia que sobre la elección de la velocidad tienen ciertos elementos del diseño y ciertos rasgos perceptibles de la carretera.

En las **vías urbanas**, por las que no interesa circular a una velocidad ni siquiera modesta (las residenciales y comerciales), las técnicas para el **apaciguamiento del tráfico** (*traffic calming*) han conocido un notable éxito en los países occidentales. La mayor parte de ese apaciguamiento consiste en una reducción de la velocidad a través de dispositivos ingenieriles: lomos, mesetas, estrechamientos, zigzags, etc.

En las **carreteras convencionales interurbanas** con bajas intensidades de tráfico, la gama de velocidades es muy amplia, y la elección de medidas para controlarlas es muy limitada:

- El enfoque más eficiente parece ser la elección de unos límites realistas, que reflejen lo que la mayoría de los conductores considera seguro y razonable: en general, la velocidad del percentil 85 con flujo de tráfico libre.
- También parecen prometedoras algunas medidas de bajo coste vinculadas a la percepción del riesgo: por ejemplo, las relacionadas con ciertos tipos de balizamiento o de marcas viales.
- El empleo de carriles más estrechos (pero sin estrechar la plataforma) suele provocar una reducción de la velocidad.
- Parece comprobado que una disminución de la visibilidad disminuye también la velocidad; pero este tipo de medida debe ser empleado con muchas precauciones.

En las **autopistas**, las expectativas de los conductores en relación con la velocidad son elevadas porque el riesgo percibido es muy inferior. En los tramos delicados, es decir, con características estrictas, los conductores deben ser avisados con antelación: los carteles de mensaje variable parecen un medio prometedor para ello.

### 8.2.3.- **Medidas relacionadas con la conducta humana**

La elección de la velocidad por parte de los conductores es un campo complejo, que depende de numerosos factores: el placer derivado de la conducción, la valoración del riesgo, el valor asignado al tiempo ahorrado, los costes asociados...

Aunque no se haya llegado a formular una teoría general sobre el comportamiento al volante, muchos estudios han intentado identificar esos factores: edad, sexo, número de pasajeros, historial previo de accidentes

e infracciones, actitud hacia el límite de velocidad, finalidad del desplazamiento, tipo y antigüedad del vehículo, etc. Estos factores se han mostrado significativos en algunos estudios, pero no en otros: esto subraya la complejidad de las decisiones de los conductores. Por consiguiente, desde el punto de vista de los conductores, resulta difícil predecir la eficacia de muchas medidas de restricción de la velocidad.

Sí parece que hay suficiente evidencia científica<sup>1</sup> para afirmar que resulta prácticamente imposible cambiar el comportamiento de los conductores en relación con la velocidad influyendo en sus actitudes: no se puede influir ni en sus consecuencias<sup>2</sup> ni en su valoración.

A pesar de ello, se emprenden campañas para concienciar a los conductores, siguiendo el procedimiento habitual en la mercadotecnia:

- a) Definición del producto que se va a vender.
- b) Estudio del cliente.
- c) Establecimiento de reglamentos comprensibles y claros.
- d) Distribución del producto a grupos relevantes en un contexto adecuado.
- e) Comunicación de informaciones sobre el producto de una manera que sea apreciada por los clientes.
- f) Establecimiento de incentivos para las conductas adecuadas<sup>3</sup>.

Pero el éxito de estas campañas es muy limitado<sup>4</sup>.

#### **8.2.4.- Medidas relacionadas con los vehículos**

Las herramientas basadas en tecnología automatizada avanzada del transporte (*Advanced Transport Telematics*, **ATT**) son muy flexibles y ofrecen bastantes posibilidades para gestionar la velocidad, sobre todo si las circunstancias son adversas (niebla, pavimento deslizante), si el entorno es crítico (p. ej. en las zonas escolares), o si la interacción con

---

<sup>1</sup> Rothengatter, T.: *Risk and the Absence of Pleasure: a Motivational Approach for Modelling Road User Behaviour*. Ergonomics 31 (4), 1988.

Rothengatter, J.A.: Road User Attitudes and Behaviour. Behaviour Research in Road Safety Seminar, **TRL** 1993.

Spolander, K.: *How To Reduce Speeding? The Results of Combined Measures. Proceedings of the International Conference on New Ways and Means for improved Safety*. Tel Aviv 1989.

Parker, D.: *Video-based Intervention Study: Changing Attitudes to Speeding. Behavioural Research In Road Safety IV*. **TRL** 1994.

<sup>2</sup> Por ejemplo, el placer derivado de la conducción.

<sup>3</sup> En el caso de la velocidad, se trata más a menudo de penalizaciones para conductas inadecuadas.

<sup>4</sup> Fishbein, M. & Ajzen, I.: *Belief, Attitude, Intention and Behaviour: An Introduction to Theory and Research*. Addison-Wesley, Reading, MA. 1975.

otros usuarios es también crítica (p. ej. en los pasos para los peatones) y, por lo tanto, la velocidad adecuada no resulta evidente.

Estas herramientas pueden ir embarcadas en el vehículo, y también pueden situarse en la propia vía. Su utilidad principal, en relación con la velocidad, es<sup>1</sup>:

- Facilitar información sobre los límites de velocidad.
- Recomendar una velocidad adecuada a la vía y sus circunstancias, al entorno o a la interacción con otros usuarios. Los carteles de mensaje variable parecen muy prometedores para esto.
- Advertir al conductor de que su velocidad es excesiva. Parece que los conductores de los silenciosos y confortables coches modernos tienden a subestimar su velocidad<sup>2</sup>.
- Evitar que se rebase la velocidad adecuada o el límite de velocidad:
  - Algunos sistemas van más allá de un simple aviso, y en una emergencia pueden tomar el control del volante, del acelerador y de los sistemas de contención.
  - Ya existen sistemas automáticos de control de la velocidad de cruce que permiten evitar choques, basados en unos sensores de la proximidad de los demás vehículos (o de otros tipos de obstáculos), de manera que se mantenga la distancia al vehículo precedente.
  - También se debate sobre la aplicación de dispositivos que limiten la velocidad de los vehículos, parecidos a los que ya se aplican a los autobuses y a los vehículos pesados.

## 9.- La fijación del límite

### 9.1.- Generalidades

La práctica de establecer un conjunto de límites de velocidad que reflejen un equilibrio apropiado entre la velocidad de recorrido y el riesgo de accidente en condiciones favorables de la carretera, parece a primera vista un principio prudente en la gestión de la velocidad.

---

<sup>1</sup> Várhelyi, A.: *Innovative Speed Management Tools. Summary Report on Research Area 3. MASTER Working Paper 3.3.1*, 1998.

<sup>2</sup> Allsop, R.E., *Aspects of speed in relation to traffic safety*, **IATSS** Research, 14(1); 79-82; 1990.

Sin embargo, para concretar esos límites de velocidad se precisa un conjunto complejo de compensaciones<sup>1</sup> entre la importancia relativa de:

- Los riesgos de choque y víctimas.
- La capacidad de control y vigilancia.
- El tiempo de recorrido.
- Las actitudes sociales.
- Las preocupaciones ambientales.
- Las consideraciones políticas.

Estas compensaciones son reflejadas de forma diversa según diferentes filosofías. También tiene que ser reconocido que al menos algunas de éstas se superponen y pueden compartir factores comunes. Por tanto, el establecimiento de los límites de velocidad es un complejo balance entre seguridad, movilidad, incidencia ambiental y dependencia energética.

Puede haber puntos de vista diferentes para plantear los límites de velocidad: ingeniería, conductor, optimización económica, optimización social y minimización de daños.

## 9.2.- La perspectiva del ingeniero

Desde el punto de vista de los gestores de la carretera, la velocidad para la que la carretera ha sido diseñada puede parecer el criterio más natural para informar a los conductores de cuál es la velocidad adecuada. El problema estriba en definir esa velocidad, que es la base del diseño.

La **consistencia** del diseño es la condición bajo la cual el trazado de la vía está en armonía con las expectativas de los conductores, los cuales pueden prever sus acciones con seguridad e incluso con comodidad. Se trata de que no aparezcan situaciones imprevistas, que requieran de los conductores percepciones muy rápidas y de múltiples elementos, y además difíciles de resolver.

Para ello ha de haber una coherencia entre el trazado y las dotaciones para cada categoría de vía, ya que el conductor actúa de forma previsible en función de la experiencia acumulada a lo largo del tiempo, además de establecer una evolución continua de las características geométricas, ya que el conductor también responde ante la percepción de las características del itinerario a medida que se recorre.

En el trazado de las carreteras la velocidad de los vehículos es un parámetro básico. La cuestión fundamental estriba en cuál es la velocidad en la que se debe basar. Históricamente el criterio clásico ha sido seleccionar y aplicar una **velocidad de diseño**, definida<sup>2</sup> y adoptada en Es-

---

<sup>1</sup> Patterson *et al.*,2000; **TRB**, 1998.

<sup>2</sup> Por Joseph Barnett.

tados Unidos en los años treinta, y suponer que todos los vehículos van a mantener uniformemente esa velocidad a lo largo de la vía. Su elección se basa principalmente en la clase o tipo de carretera y en las características orográficas y del entorno. Su aplicación permite establecer una referencia mínima para algunos parámetros básicos del diseño, como los radios y las visibilidades necesarias para determinadas maniobras.

Durante las dos últimas décadas en algunos países se ha reexaminado este concepto, y se han revisado los métodos para tener mejor en cuenta las disparidades manifiestas entre la velocidad de diseño y las velocidades normales de operación, especialmente en las carreteras convencionales interurbanas. Mientras que el concepto de velocidad de diseño fue desarrollado en el convencimiento de que los conductores circularían a dicha velocidad, sin comprobación alguna, las velocidades de operación observadas, entendidas como aquéllas por las que los conductores optan para manejar sus vehículos, en muchos casos resultan discordantes con el criterio clásico.

Por todo ello, aunque la velocidad de diseño sigue siendo un concepto básico, aparecen interesantes diferencias en su elección y aplicación, al basarlas más directamente en el comportamiento real de los conductores, satisfaciendo sus expectativas según el tipo de carretera y sus características geométricas, condicionadas también por la configuración física del terreno y por los desarrollos urbanísticos del entorno.

La selección de la velocidad de diseño se ha de aproximar lo más posible a ese nivel esperado: por lo que se deberían establecer unos rangos de velocidades de diseño para cada tipo de carretera y orografía, sin mucha holgura, para ofrecer un trazado que se acomodase a las expectativas razonables de los conductores y, por tanto, fuera seguro y cómodo.

Los demás factores y criterios condicionarán la selección definitiva de la velocidad de diseño: entre ellos, el volumen del tráfico esperado. Una mayor o menor demanda no afecta las velocidades que pueden llegar a desarrollar los vehículos, a los efectos de garantizarles con el trazado su seguridad y comodidad en la circulación: puesto que las situaciones más comprometidas o críticas se producirán casi siempre para vehículos ligeros y circulación libre, es decir, para turismos circulando en solitario.

Se hace inevitable una adecuada tramificación de la carretera, para que las diferentes velocidades de diseño seleccionadas se ajusten a las características de cada tramo. Es imprescindible que éstos tengan una longitud suficiente (al menos unos 2 km), para que el conductor pueda hacer una lectura apropiada de la vía y de su entorno, traduciéndola en un nivel de velocidades de operación acorde con la velocidad de diseño utilizada. Para ello hay que escalonar progresivamente las velocidades de diseño de los sucesivos elementos del trazado, para favorecer la acomodación a las nuevas condiciones y evitar cambios bruscos.

Como la **velocidad de proyecto** determina las características mínimas de los parámetros básicos del trazado, siempre se ha considerado con-

veniente utilizar valores superiores donde sea posible, a pesar de seguir suponiendo que la circulación se producirá a dicha velocidad. Así, en algunas partes de la vía se provocan unas velocidades de operación superiores a la velocidad de proyecto, debido a que los conductores observan un trazado con unas condiciones más suaves que las mínimas o estrictas, por el que se les invita a circular a una velocidad mayor. De esta forma se consumen los márgenes de seguridad disponibles, especialmente en cuanto a visibilidades necesarias, pudiendo llegar a agotarlos.

Por lo tanto, aunque la velocidad de diseño siga siendo un parámetro básico e inicial del trazado, que condiciona las características mínimas de los parámetros geométricos, y está relacionado estrechamente con las condiciones físicas de la vía y su entorno y, por tanto, con el nivel de velocidad al que van a desear operar los conductores, no se puede seguir suponiendo que éstos van a circular siempre a esa velocidad. Por ello hay que estimar las velocidades de operación que pueden llegar a desarrollar a lo largo de cada uno de los elementos del trazado, diseñándolos en correspondencia con ellas, garantizando así la seguridad y la comodidad de los usuarios de la carretera.

Como una primera aproximación a las velocidades de operación, en España se emplean desde los años sesenta las **velocidades específicas** de cada uno de los elementos geométricos del trazado<sup>1</sup>, siendo éstas inferidas de las características geométricas en base a los mismos criterios de seguridad y comodidad considerados para la determinación de la velocidad de proyecto. Es decir, que la velocidad específica de una curva con un radio superior al mínimo correspondiente a la velocidad de proyecto será equivalente a la velocidad de proyecto que tuviera asociado ese radio como mínimo. Igualmente ocurriría con otro tipo de elementos del diseño.

Por tanto, hay una sucesión de velocidades específicas, asociadas a cada uno de los elementos del trazado, las cuales no podrán ser nunca inferiores a la velocidad de proyecto del tramo. Diseñando con las diferentes velocidades específicas siempre se mantendrán los márgenes de seguridad y comodidad dentro de cada elemento<sup>2</sup>. A veces, este paradigma puede resultar poco realista: resulta fácil asignar una velocidad específica a una curva, pero lo es mucho menos asignarla a una alineación recta.

Consiguientemente, la velocidad de proyecto sólo afecta en realidad al diseño de unos pocos elementos de un tramo de carretera (al que, sin embargo, caracteriza en su totalidad). Atenerse a ella para establecer el

---

<sup>1</sup> Por ejemplo, de las curvas en planta.

<sup>2</sup> Por ejemplo, estableciendo el peralte correspondiente a una curva de un determinado radio para su velocidad específica, y no para la velocidad de proyecto, que puede resultar en uno muy inferior.

límite de velocidad suele parecer poco razonable a los conductores, ya que donde las características sean mejores se conduce mayoritariamente por encima de la velocidad de proyecto, porque en realidad se les está invitando a ello y, además, con el mismo margen de seguridad y comodidad.

Parece, por lo tanto, que en la definición del límite de velocidad no debe intervenir la velocidad de proyecto; en todo caso, las diferentes y sucesivas velocidades específicas, sin olvidar que su correspondencia con el trazado se basa fundamentalmente en criterios de comodidad relacionados con las aceleraciones transversales, más restrictivos que los de seguridad.

La relación que existe entre los límites de velocidad genéricos actuales y las velocidades de diseño de las carreteras es contrapuesta: hay muchos tramos de autovías y autopistas con velocidades de diseño muy superiores a 120 km/h; por el contrario, hay también muchas carreteras convencionales con velocidades de diseño inferiores a 90-100 km/h.

### 9.3.- La perspectiva del conductor

En una Sociedad democrática, la opinión pública desempeña un papel importante en la toma de decisiones. Una gran parte de las leyes civiles refleja observaciones de la forma razonable en la que la mayoría de la gente se comporta en distintas circunstancias; análogamente, para reglamentar la circulación se supone que la mayoría de los ciudadanos se comportará de una manera razonable cuando conduzca un vehículo.

Se parte de la premisa de que la mayoría de los conductores no son homicidas; y que típicamente conducen a unas velocidades que sienten razonables, seguras y confortables para alcanzar su destino en el tiempo más corto posible, y evitar poner en peligro a sí mismos, a los demás y a su propiedad. Por el contrario, esos mismos conductores tienden a prestar poca atención a las limitaciones de velocidad que consideran irrazonables; y también tienden a viajar a unas velocidades que están más influidas por las condiciones del tráfico y de la vía que por los límites señalizados.

Como en su momento plantearon Hauer y otros, acogiéndose al hecho incuestionable de que la inmensa mayoría de los usuarios no tiene accidentes, la velocidad por debajo de la cual circula la mayoría de los usuarios por una vía (**velocidad de operación**) se tiene que aproximar necesariamente a la velocidad adecuada, aunque no sepamos explicar exactamente porqué. El planteamiento es simple, no abarca toda la realidad ni da explicaciones de porqué es así<sup>1</sup>; pero es científicamente co-

---

<sup>1</sup> O sea, no es **suficiente**.

recto porque se fundamenta en hechos ciertos, aunque sean parciales y su naturaleza sea casi desconocida<sup>1</sup>.

Así que se miden las velocidades de operación en flujo libre<sup>2</sup> y se las ordena en forma acumulativa. En general resulta que la mínima frecuencia de los accidentes se produce alrededor del percentil 85 - 90 de la distribución de las velocidades en condiciones de flujo libre<sup>3</sup>: el cual, redondeado a los 10 km/h más cercanos, se podría establecer como límite de velocidad. No sería práctico ni económico acomodar las velocidades deseadas por todos los conductores (percentil 100): sólo una pequeña proporción de ellos viaja a velocidades extremadamente altas.

Es ésta una práctica muy corriente en los EE.UU. y en Canadá, aunque también se le pueden formular algunas objeciones:

- Su medición puede resultar difícil.
- A menudo es superior a la velocidad de diseño.
- El percentil 85 puede variar con la intensidad de la circulación (por ejemplo, a lo largo del día).

Sin embargo, hay también opiniones contrarias a que los deseos de los conductores sean tenidos en cuenta en el caso particular de la fijación de los límites genéricos de velocidad. Se alega que los deseos de los usuarios en relación con la velocidad:

- Pueden no tener en cuenta otras consideraciones que son importantes para la Sociedad, como las ambientales.
- Son subjetivos y no están basados en investigaciones científicas: con lo que pueden no valorar correctamente los impactos resultantes.

#### **9.4.- La perspectiva económica**

La base de los diversos métodos de optimización económica es asignar valores a los costes asociados con el desplazamiento y los accidentes. El método confía fundamentalmente en la calidad de los datos usados para determinar los costes de cada uno de los factores implicados. La carencia de un método universalmente aceptado para determinar los costes económicos de cada factor del transporte limita la objetividad de estos métodos, que raras veces han sido usados para determinar los límites de velocidad.

Por tanto, se minimiza la función que computa los costes asociados al funcionamiento de los vehículos, a los tiempos de desplazamiento y a

---

<sup>1</sup> Es lo mismo que pasa con la fuerza de la gravedad.

<sup>2</sup> Por lo menos 4 s entre vehículos.

<sup>3</sup> Que es cuando verdaderamente deciden los usuarios.

los accidentes y víctimas. Así, el límite de velocidad sería el que produjera una velocidad del tráfico con coste mínimo, es decir, una **velocidad económicamente óptima**.

Pero estos métodos dejan de lado al conjunto de la Sociedad, centrándose muy directamente en los conductores y sus vehículos, por lo que hoy en día no serían de aplicación.

## 9.5.- La perspectiva social

Un límite de velocidad adecuado haría que la mayoría de los conductores creyera que las autoridades han alcanzado un compromiso razonable entre sus necesidades de movilidad<sup>1</sup> y la necesidad de lograr un aceptable nivel de seguridad en sus desplazamientos.

En efecto: por mucho que nos importe la seguridad en la circulación, no se debe olvidar que la velocidad es una medida importante de la **calidad del servicio** que se proporciona al usuario de una vía. Así, por ejemplo:

- En muchos tipos de vía se utiliza como la medida de eficacia más importante para definir los niveles del servicio.
- Se espera alcanzar una velocidad más alta en una autopista que en una calle.
- Se toleran mejor las velocidades bajas en las vías que presentan un trazado estricto, tanto en planta como en alzado.

Si el derecho a la movilidad viene acompañado de la obligación de hacerla sostenible, no se pueden establecer los límites de velocidad atendiendo a un solo concepto: ni a la seguridad vial, ni al ahorro de energía, ni a la contaminación ambiental. Un límite de velocidad se debe entender como una síntesis, una optimización de todos ellos, tras un análisis y estudio riguroso de la incidencia de cada uno de los factores y una ponderación de los riesgos que cada uno entraña. Sólo así su aplicación hará sostenible, por consenso social, una movilidad limitada.

Se podría así definir una **velocidad socialmente óptima** como la que condujera a unos menores costes sociales, globalmente considerados. Se obtendría como resultado de la aplicación de unos modelos que evaluaran la incidencia y el peso de cada una de las variables que componen el coste de la movilidad en función de la velocidad:

- El tiempo de desplazamiento.
- Los consumos de carburante y demás costes propios de la utilización de los vehículos.
- Los accidentes, con y sin víctimas.

---

<sup>1</sup> Es notorio que las administraciones no conceden al tiempo que sus contribuyentes ahorran en sus desplazamientos el mismo valor que los propios usuarios.

- La contaminación acústica y la ocasionada por las emisiones de los motores.
- La aceptabilidad de la velocidad para los usuarios y para los demás afectados.

El **CENIT**<sup>1</sup> ha desarrollado un trabajo sobre la velocidad socialmente óptima aplicado a un tramo de la autopista **AP-7** en la provincia de Gerona, para el que dicha velocidad media resultó ser de 124 km/h. La conclusión es que, en el tramo analizado, el límite de velocidad se podría incrementar hasta 140 km/h si se consiguiera que se respetase realmente.

Sin embargo, este tipo de estudios no suelen tener en cuenta:

- Los efectos de la distribución de los impactos: el hecho de que las ganancias para unos grupos de usuarios a menudo entrañan pérdidas para otros.
- Las consideraciones acerca de la igualdad, relacionadas con la distribución de beneficios o riquezas entre grupos e individuos, y las injusticias causadas por pérdidas apreciables y no compensadas.

Por ejemplo, Elvik (2002) modeló los límites de velocidad basados en cuatro perspectivas diferentes: la de la Sociedad, la de los usuarios, la de los contribuyentes y la de los colindantes. Mientras la perspectiva social incluyó todos los elementos del coste, la perspectiva de los usuarios fue restringida a los costes relevantes para ellos (como el tiempo de desplazamiento y los gastos de funcionamiento), mientras fueron excluidos costes como la contaminación. La perspectiva de los colindantes incluía principalmente el coste de las preocupaciones de seguridad (en particular para los niños) y las molestias derivadas del ruido. Así, los límites de velocidad óptimos resultaron diferentes según la perspectiva social.

## 9.6.- La perspectiva de la minimización de los daños

Existen otros planteamientos en los que no se considera legítimo asignar costes al trauma humano: la vida y la salud no son negociables en términos económicos.

Estas propuestas consideran la creación de un sistema de transporte por carretera que no acepte las víctimas como un coste inevitable de la movilidad: la filosofía sueca de la *visión cero*, o la holandesa de la *seguridad sostenible*, comparten la idea de facilitar un sistema de transporte viario que minimice los daños a sus usuarios. Ambas propuestas incorporan como una parte importante la gestión de la velocidad y el establecimiento de unos límites de velocidad.

---

<sup>1</sup> Un centro de estudios de la Universidad Politécnica de Cataluña.

En resumen, se plantea la necesidad de ser condescendientes con los errores probables de los usuarios de la vía, por lo que se propugna la adopción de unas velocidades que no puedan provocar daños graves ni, mucho menos, muertes. Pero, en cualquier caso, estos menores límites de velocidad habrán de ir acompañados con mejoras viarias, especialmente relacionadas con la seguridad pasiva.

## 10.- Una estrategia posible

A la vista de las consideraciones formuladas, para lograr unos límites de velocidad que sean socialmente aceptables pero que también sean capaces de reducir objetivamente la siniestralidad, el Comité Técnico de Carreteras Interurbanas y Transporte Integrado Interurbano propone un proceso con dos etapas:

- Establecer unos **límites básicos de velocidad** para los diferentes tipos de carretera, basados en unos criterios específicos de seguridad de aplicación común dentro de cada tipo. La definición de estos tipo sería más matizada que la clasificación de las vías empleada hasta ahora.
- Determinar en qué tramos de carretera sería preciso cambiar su límite de velocidad respecto del básico, tanto al alza como a la baja, estableciendo unas **velocidades límite adecuadas** realmente apropiadas para sus circunstancias específicas.

Este proceso no representa exclusivamente el objetivo de minimizar los daños; más bien supone una combinación compatible entre unos límites de velocidad orientados hacia la optimización económica y social, y los que se basan en los principios de la reducción de daños. En otras palabras, el proceso que se recomienda no sólo pretende alcanzar un menor número de víctimas, sino también unos mejores resultados globales, tanto económicos como sociales. Los límites de velocidad socialmente óptimos parecen ser la base más disponible y defendible para establecer los límites básicos para los diferentes tipos de carretera.

Pero dos carreteras de un mismo tipo, o dos tramos de una misma carretera, pueden diferir en sus características geométricas o funcionales, en sus factores de riesgo o en su comportamiento global en relación con la seguridad. Desde el punto de vista de ésta tiene sentido que tengan diferentes velocidades límite. Además, donde se disponga de una suficiente monitorización del tráfico y de información meteorológica sobre la vía, las velocidades límite que mostrara la señalización podrían ser variables en el tiempo, adecuándose a unas características particulares y a unas condiciones operacionales y ambientales temporales. Incluso se podría admitir un cierto incremento en la velocidad límite adecuada si dichas características y condiciones fueran favorables. Por lo tanto, es deseable que los límites básicos de velocidad sean incrementados o reducidos en función de las circunstancias particulares de cada carretera o tramo.

Si esta estrategia fuera aceptada, sería necesario desarrollar para cada tipo de carretera un **perfil de seguridad**, basado en su historial de accidentes y en factores específicos de riesgo; el límite básico de velocidad debería garantizar que el perfil de seguridad proporciona el umbral mínimo de seguridad que se especifique para ese tipo de carretera. Si no se lograra ese nivel (o la correspondiente limitación del nivel de riesgo), habría que adoptar una velocidad límite adecuada inferior al límite básico. Por el contrario, un tramo de carretera con un buen comportamiento en relación con la seguridad, y sin factores de riesgo apreciables, podría ser recompensado con una superior velocidad límite adecuada.

Algunos factores que podrían ser tenidos en cuenta son:

- Características de la carretera, para encajarla en el tipo más apropiado.
- Función de la carretera.
- Intensidades del tráfico.
- Obstáculos y peligros laterales.
- Densidad urbanística del entorno.
- Orografía del entorno.
- Frecuencia de conexiones y accesos. Tipos de nudo viario. Número y tipo de las carreteras que se conectan.
- Límites de velocidad de los tramos adyacentes.
- Condiciones especiales: accesos a colegios, paradas de autobús, número importante de usuarios vulnerables, etc.
- Historial de siniestralidad y de mortalidad

Alguno de estos factores (sobre todo los que están relacionados con el riesgo) puede ser objeto de una modificación, a menudo de bajo coste, la cual permitiría una mejora del perfil de seguridad.

Hay varias opciones para desarrollar los perfiles de seguridad para cada tipo de carretera o tramo de ésta y, consecuentemente, para fijar las velocidades límite:

- La mejor opción sería desarrollar un sistema experto apoyado en una aplicación informática.
- Otro método sería adoptar unas puntuaciones similares a las usadas por *EuroRAP* para determinar el comportamiento en relación con la seguridad.
- Otra posibilidad sería el empleo de auditorías de seguridad vial, quizá en conjunción con el historial de accidentes.

Partiendo de esta metodología, también sería necesario que los procedimientos fueran consistentes y que las velocidades límite resultantes fueran predecibles por los usuarios de la carretera.

La implementación de estos nuevos límites de velocidad requiere unas investigaciones, encaminadas especialmente a:

- El desarrollo de unos criterios de seguridad para cada tipo de carretera, determinando los niveles de seguridad asociados a los diferentes límites de velocidad. Estos criterios deberán ser revisados con regularidad, para tener en cuenta los cambios en las circunstancias.
- El desarrollo de un sistema para valorar esos criterios de seguridad.
- El empleo de esas valoraciones para establecer unas recomendaciones consistentes sobre la velocidad límite adecuada que resulte apropiada para cada tramo. Es importante destacar que cada uno de los tramos deberá tener una longitud suficiente, para evitar confundir a los conductores con frecuentes cambios de la velocidad límite adecuada.
- La observación de un conjunto de tramos de prueba, para evaluar de forma práctica la nueva metodología. En particular, habrá que evaluar los nuevos límites en función de su aplicabilidad, su aceptabilidad y los beneficios en cuanto a la seguridad, tanto para la administración gestora como para el conjunto de la Sociedad. Estas pruebas necesitarán un largo periodo de seguimiento, para permitir una adecuada determinación de los cambios en la siniestralidad.

Como conclusión, se propone el desarrollo de un compromiso socialmente aceptable y técnicamente fundamentado, para establecer unos nuevos límites de velocidad, transformando las actuales limitaciones genéricas en unos **límites básicos de velocidad** para cada tipo de carretera. La definición de estos tipos no tendría porqué coincidir con la clasificación de las vías empleada hasta ahora. Esos límites se basarían en los socialmente óptimos.

Posteriormente, a cada tramo de carretera se le asignaría una **velocidad límite adecuada**, la cual también sustituiría a los actuales límites específicos pues tanto su concepto como la base de su determinación son diferentes. Para ello, se incrementarían o se reducirían los límites básicos de velocidad según las circunstancias particulares del tramo, para asegurar que el nivel de seguridad fuera superior a un mínimo. Incluso, donde fuera posible<sup>1</sup>, esas velocidades límite se podrían señalar de forma variable, según las características particulares de la vía y las condiciones temporales del tráfico y de la meteorología. Naturalmente, el control de estas velocidades límite adecuadas debería tener una tolerancia nula: no parece admisible la práctica actual de sancionar sólo a partir de una velocidad claramente superior al límite legal.

---

<sup>1</sup> Como ocurre en las autopistas y autovías dotadas de un sistema de carteles de mensaje variable.

Es muy posible que la velocidad media resultante de la adopción de la nueva metodología que se propone no difiera demasiado de la correspondiente a la situación actual, habida cuenta de la laxitud de su exigencia; pero se recuperaría la credibilidad social de la señalización. Si las velocidades medias no experimentan una variación sensible, será mínima la incidencia ambiental de estos nuevos límites de velocidad.

## Anexo nº 1.- Glosario sobre velocidad

- **Velocidad adecuada:** es la máxima a partir de la cual un conductor siempre puede detener su vehículo, dentro de los límites de su campo de visión y ante cualquier obstáculo que se pueda presentar, habida cuenta
  - de sus propias condiciones físicas y psíquicas,
  - de las características y del estado de la vía, del vehículo y de su carga,
  - de las condiciones meteorológicas, ambientales y de circulación y,
  - en general, de cuantas circunstancias concurren en cada momento.
- **Velocidad de operación** o velocidad del percentil 85 (**V<sub>85</sub>**): en un punto o instante determinados, es la velocidad que es sobrepasada solamente por un 15 % de los vehículos. Se utiliza en muchos estudios de trazado o de regulación del tráfico. Suele ser alrededor de un 20 % superior a la velocidad del percentil 50.
- **Velocidad de planeamiento** de un tramo: es la media armónica de las velocidades específicas de los elementos del trazado del tramo. Para que resulte significativa la definición de la velocidad de planeamiento, el tramo ha de ser homogéneo, y su longitud debe ser superior a 2 km. Está dada por la expresión:

$$V_p = \frac{\sum_{i=1}^n l_k}{\sum_{i=1}^n \frac{l_k}{v_{e,k}}}$$

Si en cada sucesivo elemento del trazado la velocidad instantánea fuera exactamente igual a la velocidad específica de aquél, la velocidad de planeamiento coincidiría con la velocidad de recorrido.

- **Velocidad de proyecto:** es la velocidad que permite definir las características geométricas mínimas de los elementos del trazado de un tramo. Según la Norma **3.1-IC** "Trazado", se identifica con la mínima velocidad específica de los elementos que forman el tramo. Influye menos en la siniestralidad que la velocidad media de recorrido. Nótese que con ello se pretende representar la distribución de las velocidades específicas por su valor mínimo; no por su media y su dispersión como es habitual en las distribuciones.

- **Velocidad de recorrido** es la velocidad media conseguida por un vehículo al recorrer un tramo determinado de carretera (la longitud del tramo dividida por el tiempo empleado en recorrerlo). Es igual a la media armónica de las velocidades instantáneas en los sucesivos puntos del tramo.
- **Velocidad específica** de un elemento de trazado (**V<sub>e</sub>**): es la máxima velocidad que se puede mantener a lo largo de ese elemento del trazado aisladamente considerado, en condiciones de comodidad y de seguridad, con el pavimento húmedo y los neumáticos en buen estado, cuando ni las condiciones meteorológicas, ni las del tráfico ni las legales imponen limitaciones a la velocidad. En esta definición subyace la hipótesis de que los conductores eligen su velocidad al reconocer o percibir esas circunstancias. Sin embargo, no todos los conductores están familiarizados de las relaciones entre la velocidad específica y la curvatura horizontal y vertical, la visibilidad disponible, etc.; y dicha elección puede no ser la más adecuada.

Se utiliza fundamentalmente para definir las curvas en planta. Se suele asociar a la velocidad de operación o del percentil 85.

- **Velocidad excesiva**: es la que es superior a la adecuada. No se debe confundir con el **exceso de velocidad**, que es rebasar el límite establecido por la legislación o por una señalización específica, para cada tipo de vía o para un tramo específico de ésta.
- **Velocidad instantánea** de un vehículo es su velocidad en un instante determinado y, por lo tanto, en un lugar también determinado por dicho instante.
- **Velocidad media de recorrido**: es la media de las velocidades de recorrido de todos los vehículos que recorren un tramo de carretera. Es uno de los factores más importantes en relación con la siniestralidad.
- **Velocidad media espacial (V<sub>e</sub>)**: es la media de las velocidades instantáneas de todos los vehículos que en un instante determinado se hallan en un tramo de carretera. Es igual a la media armónica de la distribución temporal de velocidades.
- **Velocidad media temporal (V<sub>t</sub>)**: es la media de las velocidades instantáneas de todos los vehículos que pasan por un punto fijo de una vía durante un cierto periodo de tiempo. La velocidad media temporal es siempre superior a la velocidad media espacial:

$$\bar{V}_t = \frac{1}{V_e} \cdot \int_0^\infty V^2 \cdot f_e(V) \cdot dV = \bar{V}_e + \frac{\sigma_e^2}{V_e}$$

siendo  $\sigma_e^2$  la varianza de la distribución media espacial.

- **Velocidad socialmente óptima:** es la que conduce a unos menores costes sociales para la movilidad. Entre éstos se cuentan el tiempo de desplazamiento, los consumos de carburantes y otros costes propios de la utilización de los vehículos, los costes asociados a los accidentes, los costes ambientales, etc.

## **Anexo nº 2.- Extracto del Reglamento General de Circulación**

### **Artículo 47. Velocidades máximas...**

Los titulares de la vía fijarán, mediante el empleo de la señalización correspondiente, las limitaciones de velocidad específicas que correspondan con arreglo a las características del tramo de la vía. En defecto de señalización específica, se cumplirá la genérica establecida para cada vía...

### **Artículo 48. Velocidades máximas en vías fuera de poblado**

1. Las velocidades máximas que no deberán ser rebasadas, salvo en los supuestos previstos en el artículo 51, son las siguientes:

- a) Para automóviles:

- i. En autopistas y autovías:

Turismos y motocicletas	120 km/h
Autobuses, vehículos derivados de turismos y vehículos mixtos adaptables	100 km/h
Camiones, vehículos articulados, conjuntos de vehículos, furgones, autocaravanas y automóviles con remolque de hasta 750 kg	90 km/h
Restantes automóviles con remolque	80 km/h

- ii. En carreteras convencionales señalizadas como vías para automóviles y en el resto de carreteras convencionales, siempre que estas últimas tengan un arcén pavimentado de 1,50 m o más de anchura, o más de un carril para algunos de los sentidos de circulación:

Turismos y motocicletas	100 km/h
Autobuses, vehículos derivados de turismos y vehículos mixtos adaptables	90 km/h
Camiones, tractocamiones, furgones, autocaravanas, vehículos articulados y automóviles con remolque	80 km/h

- iii. En el resto de las vías fuera de poblado:

Turismos, motocicletas y vehículos de tres ruedas y cuadríciclos asimilados a motocicletas	90 km/h
Autobuses, vehículos derivados de turismos y vehículos mixtos adaptables	80 km/h
Camiones, tractocamiones, autocaravanas, furgones, vehículos articulados y automóviles con remolque	70 km/h

- i. En cualquier tipo de vía donde esté permitida su circulación: vehículos de tres ruedas y cuadríciclos: 70 km/h.

- b. Para los vehículos que realicen transporte escolar y de menores o que transporten mercancías peligrosas, se reducirá en 10 km/h la velocidad máxima fijada en el párrafo a) en función del tipo de vehículo y de la vía por la que circula. En el supuesto de que en un autobús viajen pasajeros de pie porque así esté autorizado, la velocidad máxima, cualquiera que sea el tipo de vía fuera de poblado, será de 80 km/h.
- c) Para vehículos especiales y conjuntos de vehículos, también especiales, aunque sólo tenga tal naturaleza uno de los que integran el conjunto:
  - i. Si carecen de señalización de frenado, llevan remolque o son motocultores: 25 km/h.
  - ii. Los restantes vehículos especiales: 40 km/h, salvo cuando puedan desarrollar una velocidad superior a los 60 km/h en llano con arreglo a sus características, y cumplan las condiciones que se señalan en las normas reguladoras de los vehículos; en tal caso, la velocidad máxima será de 70 km/h.
- d) Para vehículos en régimen de transporte especial, la señalada en el anexo III de este Reglamento.
- e) Para ciclos, ciclomotores de dos y tres ruedas y cuadriciclos ligeros: 45 km/h. No obstante, los conductores de bicicletas podrán superar dicha velocidad máxima en aquellos tramos en los que las circunstancias de la vía permitan desarrollar una velocidad superior.
- f) Los vehículos en los que su conductor circule a pie no sobrepasarán la velocidad del paso humano, y los animales que arrastren un vehículo, la del trote.
- g) Los vehículos a los que, por razones de ensayo o experimentación, les haya sido concedido un permiso especial para ensayos podrán rebasar las velocidades establecidas como máximas en 30 km/h, pero sólo dentro del itinerario fijado y en ningún caso cuando circulen por vías urbanas, travesías o por tramos en los que exista señalización específica que limite la velocidad.

#### **Artículo 50. Límites de velocidad en vías urbanas y travesías**

1. La velocidad máxima que no deberán rebasar los vehículos en vías urbanas y travesías se establece, con carácter general, en 50 km/h, salvo para los vehículos que transporten mercancías peligrosas, que circularán como máximo a 40 km/h.

Estos límites podrán ser rebajados en travesías especialmente peligrosas por acuerdo de la autoridad municipal con el titular de la vía, y en las vías urbanas, por decisión del órgano competente de la corporación municipal.

En las mismas condiciones, los límites podrán ser ampliados mediante el empleo de la correspondiente señalización, en las travesías y en las auto-pistas y auto-vías dentro de poblado, sin rebasar en ningún caso los límites genéricos establecidos para dichas vías fuera de poblado. En defecto de señalización, la velocidad máxima que no deberán rebasar los vehículos en autopistas y autovías dentro de poblado será de 80 km/h.

2. Los autobuses que transporten pasajeros de pie con autorización no podrán superar en ninguna circunstancia la velocidad máxima establecida en el artículo 48.1.b) para los casos contemplados en el párrafo anterior.

#### **Artículo 51. Velocidades máximas en adelantamientos**

Las velocidades máximas fijadas para las carreteras convencionales que no discurran por suelo urbano sólo podrán ser rebasadas en 20 kilómetros por hora por turismos y motocicletas cuando adelanten a otros vehículos que circulen a velocidad inferior a aquéllas (artículo 19.4 del texto articulado de la Ley).