

Las clasificaciones funcionales de carreteras. Propuesta para la red de España



The functional classifications of roads.
Proposal for the Spanish network

Juan Luis Rubio Martín

*Doctor Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Jefe de Proyecto en Infraestructuras del Transporte
(AYESA)*

Pedro Tomás Martínez

*Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos
Jefe de Área de Gestión de la Movilidad en la
Dirección General de Tráfico (DGT)*

Revisado por el Comité Técnico de Planificación, Diseño y Tráfico de la Asociación Técnica de Carreteras

La clasificación jerárquica de las vías de acuerdo con la función que van a desempeñar constituye una herramienta muy utilizada por los administradores de carreteras para conseguir una gestión eficiente de la red viaria. En este artículo se profundiza en este concepto y se presentan algunas aplicaciones de interés. Además, se relacionan las limitaciones del sistema utilizado en España, que responde a un criterio diferente, y se describe la propuesta de la Dirección General de Tráfico actualmente en desarrollo.

Road functional classification is a tool used by road managers to achieve an efficient management of the road network. In this article we delve into this concept and present some interesting applications. In addition, the limitations of the system used in Spain are highlighted, which responds to a different criterion, and the proposal of the Directorate-General for Traffic currently under development is described.

1. Las clasificaciones funcionales

1.1. Introducción

La organización de las carreteras de una red es una tarea importante ya que permite considerar y priorizar las necesidades de los viajes de los usuarios y, a través del diseño, ges-

tionar los conflictos y las expectativas de los mismos (Karndacharuk y Hassan, 2017).

Entre los diferentes criterios que se pueden utilizar para organizar las vías, un sistema muy extendido se basa en clasificar las carreteras por niveles de acuerdo a la función o el servicio que prestan.

Tradicionalmente, se han identificado dos funciones básicas para las carreteras que integran un sistema de transporte:

- Movilidad de largo recorrido para mercancías y personas.
- Accesibilidad a los diferentes usos.

Tal y como se define en la Norma 3.1.1.C (MF 2016), la movilidad es la propiedad de un sistema viario que valora el número y la calidad de los desplazamientos, cuantificados respectivamente por la intensidad de tráfico y por la velocidad o el tiempo de recorrido. La accesibilidad es la propiedad de un sistema viario que expresa la mayor o menor facilidad con que un lugar del territorio puede ser alcanzado.

En teoría, ambos conceptos son inversos, aunque es habitual que una parte importante de las carreteras proporcionen una combinación de las dos funciones y para diferentes tipos de usuarios. Cuando esto ocurre, puede que exista una combinación incompatible lo que puede generar problemas de explotación y seguridad vial.

En investigaciones recientes los autores proponen por un lado redefinir el concepto movilidad-accesibilidad y, por otro, tener en cuenta otras funciones que permitan recoger consideraciones en relación, por ejemplo, a la compatibilidad de tránsito con otros modos de transporte y, otras, de naturaleza ambiental o administrativa.

1.2. Objetivos

El objetivo general de una clasificación funcional es garantizar la agrupación ordenada de carreteras en un marco alrededor del cual las administraciones estatales y locales puedan planificar, construir, gestionar y mantener la red viaria (Eppel et. al, 2001).

Como se ha comentado, significa establecer una organización jerárquica por tipos de vías de todos los elementos de la red y subredes que conforman un sistema viario de manera que, a cada uno de ellos, se le asigne un papel que permita satisfacer las necesidades básicas de

transporte en condiciones de comodidad y seguridad. También debería permitir la adopción de estándares apropiados para el diseño, construcción y explotación de carreteras con el empleo de criterios consistentes con su función.

El sistema de clasificación funcional posibilita que los usuarios puedan reconocer fácil e inequívocamente la categoría de la carretera cuando existe una división clara (principio en las denominadas carreteras autoexplicativas). Esta característica facilita la percepción y legibilidad de las condiciones de la vía por parte de los usuarios y que, en consecuencia, puedan adaptar sus pautas de conducción a las diferentes situaciones de tráfico minimizando la probabilidad de accidentes.

1.3. Definición de la jerarquía funcional. Ejemplos de interés.

Para establecer una organización jerárquica por tipos de vías es necesario definir una estructura general de la red, especificar las relaciones entre niveles y adoptar unos criterios de clasificación y de diseño específicos para ellos.

Lo ideal es adoptar el menor número de categorías posible y que éstas sean reconocibles y diferenciables. Los puntos de conexión deben materializarse entre sucesivos niveles de manera coherente y las intensidades de los tráficos presentar una relación de igual forma adecuada.

Pero definir una clasificación funcional es una tarea compleja y se puede decir que para realizarla no hay reglas exactas. D'Andrea et. al (2013) exponen que es necesario identificar ciertos factores como son:

- El tipo de movimiento (tránsito, distribución, penetración y acceso).

- Importancia del viaje.
- El contexto o entorno.
- Los tipos de tráficos y modos permitidos.

El esquema clásico de categorización funcional de carreteras proviene de EE.UU. La ordenación se basa en las características de los viajes a motor y el grado de acceso a las propiedades colindantes. Además, tiene en cuenta el entorno y la importancia de los nodos que conecta. Se definen tres clases de vías: arterias, colectoras y locales. Las características de cada una de ellas son conocidas por lo que no se profundiza en su descripción, aunque si se desea más detalle se emplaza al lector que consulte el artículo ATC (2011) en el que se puede encontrar además una base teórica general muy útil para mejorar la comprensión de este trabajo.

Para establecer la clasificación, se define la función teniendo en cuenta el entorno y, a continuación, el nivel de servicio necesario para completar la misma teniendo en cuenta la intensidad y la composición de los tráficos. Con ello se tiene la base para seleccionar la velocidad de diseño y los criterios geométricos (AASHTO, 2011).

En 2018 se ha publicado la nueva versión del denominado Libro Verde (AASHTO, 2018) en el que se propone un nuevo procedimiento para clasificar las carreteras para dotar de mayor flexibilidad al planificador y que supera las limitaciones de la anterior guía, fundamentalmente, en lo que se refiere a:

- El cumplimiento de los objetivos para todos los modos de transporte.
- La definición de nuevos entornos respecto a los dos clásicos (urbano/interurbano) para permitir una mejor adaptación de la vía

Entorno					
Tipo de vía					
	<i>Rural</i>	<i>Pueblo rural</i>	<i>Perirurbano</i>	<i>Urbano</i>	<i>Centro urbano</i>
Arteria principal	H velocidad	L/M velocidad	M/H velocidad	L/M velocidad	L velocidad
	H movilidad - L accesibilidad	M movilidad - H accesibilidad	M movilidad - H accesibilidad	M movilidad - M accesibilidad	M movilidad - M accesibilidad
	LC: L	LC: L	LC: L	LC: L	LC: L
	NC: M	NC,CC: M	NC: M	NC: M/H	NC,CC: M
	CC: H		CC: H	CC: H	
	P1:* ; P2: Min;	P2: Min; P3:W;	P1:* ; P2: Min; P3:W;	P2: Min; P3:W;	P3:W;
Arteria secundaria	P3, P4: W	P4: E	P4: W	P4: E	P4: E
	H velocidad	L/M velocidad	M velocidad	L/M velocidad	L velocidad
	H movilidad - M accesibilidad	M movilidad - H accesibilidad	M movilidad - M accesibilidad	M movilidad - M/H accesibilidad	M movilidad - M/H accesibilidad
	LC: L	LC: L	LC: L	LC: L	LC: L
	NC: M	NC,CC: M	NC: M	NC,CC: M	NC,CC: M
	CC: H		CC: H		
Colectora	P1:* ; P2: Min;	P2: Min; P3:W;	P1:* ; P2: Min; P3:W;	P2: Min; P3:W;	P3:W;
	P3, P4: W	P4: E	P4: W	P4: E	P4: E
	M velocidad	L velocidad	L velocidad	L velocidad	L velocidad
	M movilidad - M accesibilidad	M movilidad - H accesibilidad	M movilidad - H accesibilidad	L movilidad - H accesibilidad	L movilidad - H accesibilidad
	LC: L	LC, NC: L	LC: L	LC: L	LC, NC: L
	NC,CC: M	CC: M	NC,CC: M	NC,CC: M	CC: M
Local	P1:* ; P2: Min;	P2: Min; P3:W;	P1:* ; P2: Min; P3:W;	P2: Min; P3:W;	P3:W;
	P3, P4: W	P4: E	P4: W	P4: E	P4: E
	M velocidad	L velocidad	L velocidad	L velocidad	L velocidad
	M movilidad - M accesibilidad	M movilidad - H accesibilidad	L movilidad - H accesibilidad	L movilidad - H accesibilidad	L movilidad - H accesibilidad
	LC, NC, CC: L	LC, NC, CC: L	LC, NC, CC: L	LC, NC, CC: L	LC, NC, CC: L
	P1:* ; P2: Min;	P2: Min; P3:W;	P1:* ; P2: Min; P3:W;	P2: Min; P3:W;	P3:W;
	P3, P4: W	P4: E	P4: W	P4: E	P4: E

Leyenda

vehículos Velocidad, movilidad y accesibilidad: H=alto, M=medio y L=bajo

bicicletas Separación: H=alta, M=media y L=baja

Tipos de carril bici: CC=conector regional, NC=conector vecinal, LC=conector local

peatones Niveles de tráfico en peatones: P1=raro/ocasional, P2=bajo, P3=medio y P4=alto

Anchura itinerarios peatonales: *=específico del sitio, Min=mínimo, W=mayor que el mínimo y E=grandes flujos

Figura 1. Matriz multimodal del Sistema de Clasificación Funcional establecido en EE.UU. Fuente: AASTHO, 2018.

al contexto en el que se va a desarrollar. Se establecen en base a la densidad de edificación, los usos del suelo y los límites de edificación.

Los tipos de vías mantienen su denominación, aunque se elimina la subdivisión en las colectoras (principales y secundarias) debido a la dificultad para establecer los límites entre una y otra. Esto se debe a la complejidad que conlleva este ejercicio en vías que pueden presentar un doble papel, como sucede con la carretera convencional.

Para establecer el tipo de vía se trabaja con una matriz en la que hay que seleccionar la categoría de la vía (arteria principal, arteria secundaria, colectora y local) y el contexto (5 tipos) teniendo en cuenta para ello la función (importancia regional o lo-

cal de la carretera) y la conectividad (que reconoce la importancia de los nodos). En el caso de las bicicletas se propone una jerarquización por tipos basada en la conectividad. Los peatones al presentar una actividad muy localizada no se pueden extender al conjunto del área como los otros modos.

Con este nuevo procedimiento se debe además identificar el grupo de usuarios que debe ser acomodado. En el caso de los conductores se valoran dos elementos: velocidad de operación y el equilibrio entre accesibilidad, medida mediante la distancia entre puntos de acceso, y movilidad, evaluada con el nivel de servicio. Para las bicicletas se debe analizar las intensidades de los flujos y las velocidades de los vehículos estableciéndose tres niveles

en función de la separación con el tráfico rodado. Por último, para los peatones se debe considerar igualmente la separación con los vehículos y se definen tres niveles en base a la anchura de las aceras.

En la figura 1 se muestra la matriz que se utiliza en este procedimiento.

En Alemania, la normativa de este país (RIN, 2008) asume que la importancia de un tramo de la red depende de la importancia de los nodos que conecta. Para ello introduce el concepto de nivel funcional de conexión y se definen seis niveles.

Junto a este concepto se debe tener en cuenta la categoría de la carretera y que se define a partir de su localización (interurbanas o urbanas), los usos del suelo y la función. Se identifican cinco categorías de

carreteras. A partir del nivel funcional de conexión y la categoría, se puede establecer la clase de la vía.

Esta guía promulga como principio que las carreteras debe ser fácilmente reconocibles por los conductores asignando pues diferencias apreciables entre las clases y que se materializan a través de la señalización horizontal. Esto implica la traslación a la normativa del concepto de carreteras autoexplicativas.

En el caso de las carreteras interurbanas se obtiene la jerarquización (4 clases) de la figura 2.

Para cada tipo de carretera se debe seguir unos criterios de diseño específicos (Normas EKL) y que particularizan aspectos de la geometría, sección transversal, tipologías de nudos y compatibilidad de otros modos.

2. Clasificación de las carreteras en España. Problemática.

Las carreteras de España en el ámbito nacional se clasifican por su definición legal y que responde a un criterio morfológico. Como es conocido, se definen los siguientes tipos (MF, 2016):

- Las autopistas y las autovías tendrán como ámbito de diseño el interurbano, periurbano y urbano estando su proyecto siempre dirigido hacia la máxima movilidad.
- Carreteras muticarril, se diseñarán en tramos urbanos y periurbanos con una movilidad inferior a las autopistas y autovías pero con una accesibilidad superior a ellas.
- Las carreteras convencionales tendrán como ámbito de diseño el interurbano, periurbano y urbano, pudiendo orientarse signi-

Tipo de vía	Función	Velocidad de planificación	Clase de diseño
LS I	Largo recorrido (40-160km)	80-90 km/h	EKL 1
LS II	Tráficos nacionales (10-70km)	70-80 km/h	EKL 2
LS III	Tráficos regionales (5-35km)	60-70 km/h	EKL 3
LS IV	Tráficos locales (hasta 15km)	50-60 km/h	EKL 4

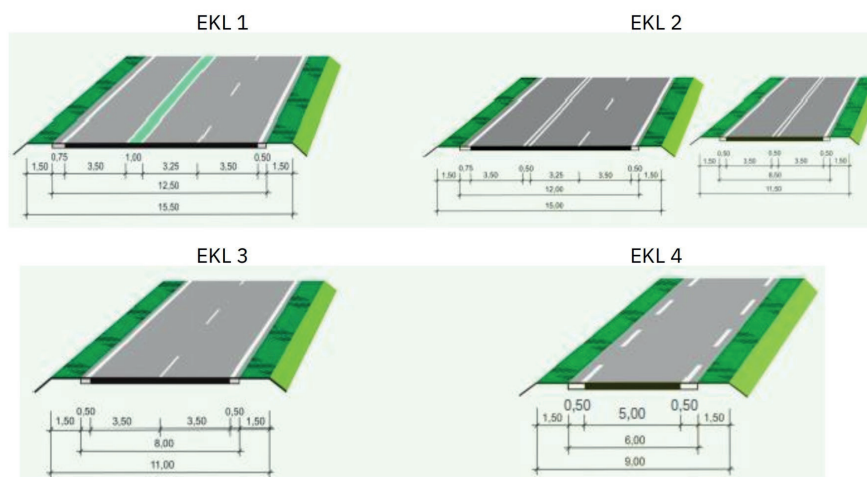


Figura 2. Clasificación funcional de carreteras rurales en Alemania. Fuente: Jährg (2012)

ficativamente su proyecto hacia la movilidad o hacia la accesibilidad (como se ha comentado esta característica es origen de posibles disfuncionalidades). A efectos de la aplicación de la Norma, bajo esta clase se incluyen otros tipos: vía colectora – distribuidora, vía lateral, ramal, vía de giro y vía de servicio.

Aunque nuestra legislación no lo considera en sí mismo un tipo, sino que puede formar parte de cualquiera de las clases anteriores, la Norma de trazado define un cuarto tipo de vías y que son:

- Las travesías, las vías urbanas y las calles que se orientarán fundamentalmente hacia la accesibilidad por lo que su ámbito de diseño es el urbano y, secundariamente, el periurbano. Por su contexto de aplicación, presenta especial importancia el urbanismo cuya competencia está transferida. La nueva Ley de Carreteras refuerza la misma en materia de explotación (los tramos urbanos deben estar claramente delimitados).

Bajo esta clasificación establecida mediante tres tipos se debe ordenar un amplio abanico de tipologías de vías, apartado especialmente problemático en el caso de la carretera convencional. El principal motivo es que este tipo de vías presenta un doble papel (movilidad y accesibilidad) lo que es origen de múltiples disfuncionalidades. A continuación, se detallan otros aspectos que ponen de manifiesto la problemática que caracteriza este nivel.

Según datos de 2017, la red convencional supone el 89% del total de la red de carreteras (148.522 kilómetros de los 165.686 Km de la red viaria interurbana). En cuanto a los tráfico, acoge aproximadamente el 40% del total que utiliza la red. Otro rasgo característico es que presenta un elevado porcentaje de los fallecidos en carreteras (casi el 80%). Por tanto, son el tipo más importante en nuestro país en cuanto a longitud, acogiendo gran parte del tráfico y los accidentes en carreteras.

La gestión de la red convencional se realiza por diferentes administraciones y se contabilizan hasta 21 leyes de carreteras diferentes con

una jerarquización viaria propia en cada una de ellas, y no siempre con los mismos criterios. El Estado tiene competencias en el 9,7% de la red (14.419 km), las Comunidades Autónomas en el 45,3% (67.310km) y Diputaciones, Cabildos y otros asumen el restante 45% (66.794 km).

Teóricamente, la red perteneciente al Estado sirve a los tráficos de ámbito nacional o internacional mientras que la red gestionada por otras Administraciones a tráficos regionales o locales. En la práctica, algunas infraestructuras estatales se utilizan para satisfacer importantes demandas regionales y locales, y, a la inversa (Sánchez, 1996).

Si se observa las longitudes de red por niveles de intensidades se desprende que, bajo la denominación de carretera convencional, se tienen tramos que soportan rangos muy diferentes de intensidades medias diarias. Además, se caracteriza por la elevada heterogeneidad del tráfico que las utiliza, que abarca desde vehículos agrícolas, transporte público, hasta un importante porcentaje de vehículos pesados (incluso mercancías peligrosas). En muchos casos no se compatibiliza la presencia de otros modos de transportes diferentes a los vehículos a motor, como son ciclistas y peatones.

3. La propuesta de la Dirección General de Tráfico (DGT)

La Dirección General de Tráfico ha impulsado un trabajo encaminado a la obtención de un mapa viario nacional en el que se obtenga una única jerarquización viaria que clarifique la función de cada tramo principal de carretera, independientemente de su titularidad y tipología infraestructural (morfología). Con

ello se persigue que exista una referencia de utilidad para abordar múltiples tareas y decisiones relacionadas con la movilidad, el tráfico, el transporte, la gestión viaria, la seguridad vial, el medio ambiente, y el reto demográfico.

En este apartado se presentan las líneas generales del trabajo en desarrollo actualmente por el equipo técnico de la Subdirección de Gestión de la Movilidad y Tecnología de la DGT y que puede sufrir modificaciones no sustanciales respecto a lo expuesto en el presente artículo, que no pretende ser exhaustivo sino más bien ilustrativo y apuntar hacia la dirección en la que se está trabajando.

3.1. La jerarquización como sustento de la seguridad vial

Puede afirmarse que la seguridad vial global de una carretera depende en sí misma de las características intrínsecas de la misma (diseño, elementos de seguridad activa y elementos de seguridad activa, márgenes viarios, etc) pero también de su encaje coherente en condiciones de homogeneidad y jerarquización dentro del mapa viario, que influencia notablemente en el uso seguro de la misma. Al respecto de esto, y como se ha comentado, una vía será más segura cuanto más monofuncional sea, en cuyo caso será más sencillo adaptar su diseño, fisionomía y condiciones de explotación.

A la hora de discernir la seguridad global de una carretera, conviene formularse las siguientes cuestiones:

- ¿El aspecto o fisionomía de la vía se adecúa con su categoría funcional? ¿existe exceso o defecto de oferta infraestructural?

- ¿El aspecto o fisionomía de la vía promueve la adecuación del comportamiento de los usuarios a la categoría funcional de la vía?
- ¿Existe un mapa viario homogéneo a nivel regional/nacional y comprensible para los usuarios?
- ¿Son los elementos de diseño o fisionomía de la carretera suficientemente evidentes para que los usuarios perciban la categoría funcional de la vía y adapten sus expectativas?
- ¿Cuántas funciones cumple la carretera? ¿diariamente o cambia su función por días o estaciones? ¿conviven las funciones o se encuentran segmentadas por tipo de día o franjas horarias?
- ¿Existe continuidad en el ajuste a la funcionalidad a lo largo de un eje cuando se producen cambios de titularidad o territoriales?
- ¿Existen grandes disparidades de masa y velocidad en la carretera?

En cualquier caso, el diseño, fisionomía y condiciones de explotación de una vía deben ser planteadas siempre con el factor humano en consideración, es decir, asumiendo que el usuario antes o después cometerá errores, fallos u omisiones (no necesariamente infracciones), por lo que por un lado deberán disponerse los medios disponibles para evitar en primer lugar que ocurran (seguridad primaria), y que si ocurren no se traduzcan en lesiones graves (seguridad secundaria).

Por tanto, se puede afirmar que el fin último de una adecuada jerarquización viaria es la seguridad vial. Gracias a una adecuada jerarquización se proporcionan directrices y criterios sobre posibles necesidades de adecuación y adaptación de la infraestructura y la red viaria a unos umbrales de seguridad vial,

dirigido a los gestores de red existente y para la toma de decisiones estratégicas en materia de nuevas infraestructuras viarias.

Conviene recordar asimismo dos conceptos considerados fundamentales a la hora de definir objetivamente la seguridad de un sistema viario como son (Dijkstra, 2003):

- Relación entre la longitud del viaje más rápido entre dos puntos y la longitud del viaje más seguro entre estos dos puntos.
- Relación entre las elecciones de ruta más seguras y las elecciones de ruta reales.

La estrategia que se ha planteado se basa en el enfoque denominado como Sistema Seguro. En efecto, organismos internacionales como la OMS o el Foro Internacional del Transporte han hablado de un “cambio de paradigma”, que supone pasar de las políticas tradicionales a una visión integrada en que la seguridad vial se convierte en un “Sistema Seguro” en el cual, en un primer lugar, los graves resultados de los accidentes de tráfico son evitados. En el Sistema Seguro, se establece que la seguridad de los usuarios debe ser el principal criterio de diseño del sistema viario, y se acepta que el error humano es inevitable, pero que la muerte y las lesiones graves producto de un accidente de tráfico son evitables.

Un Sistema Seguro va más allá de los enfoques reactivos basados en el análisis de los accidentes ocurridos en el pasado. En lugar de ello, adopta un enfoque proactivo para guiar la conducta segura al mismo tiempo que evalúa los riesgos intrínsecos de la carretera e identifica intervenciones prioritarias eficientes que impidan traumatismos graves. En un Sistema Seguro hay 4 principios rectores fundamentales:

- Las personas cometen errores que pueden ser causa de accidentes de tráfico.
- El cuerpo humano tiene resistencia biomecánica limitada en caso de impacto.
- Existe responsabilidad compartida entre los usuarios y los que diseñan, construyen, administran y gestionan las vías.
- Todas las partes del sistema deben fortalecerse para multiplicar sus efectos y para que los usuarios de la vía estén protegidos aunque falle una de las partes.

En un Sistema Seguro, las carreteras se diseñan de acuerdo con su función utilizando un abanico de clasificaciones, teniendo cada tipología características propias que garantizan la seguridad de todos los usuarios, incluidos los vulnerables. Las carreteras bien diseñadas dan lugar a una seguridad vial per-se, carreteras seguras por diseño (safe by design). Las carreteras bien diseñadas (entendido como diseño adecuado a la función) invitan a circular a velocidades seguras, atraen la atención del conductor cuando los riesgos se incrementan, previenen colisiones con consecuencias graves, proporcionan flujos segregados de tráfico para vehículos dispares en masa y/o velocidad, y reducen entre otros los riesgos de colisiones por salida de vía cuando el conductor comete un error. Por el contrario, las carreteras con diseño pobre (dangerous by design), no solo no previenen los accidentes sino que además inducen comportamientos incompatibles en este tipo de vía, que incrementan drásticamente el riesgo tales como velocidades inseguras o interacciones peligrosas entre vehículos en esa categoría de vía (ej. adelantamientos erróneos, pasos de cruce inadecuados, etc).

Cuando tiene lugar un error o un fallo por parte de un conductor, la carretera debe desencadenar mecanismos que, o bien eviten el accidente (seguridad primaria), o bien mitiguen sus consecuencias (seguridad secundaria). En un Sistema Seguro, se optimiza la velocidad de operación mientras que se minimizan las cifras de accidentalidad y lesionados. En efecto, la seguridad por diseño logra que sea confortable viajar a las velocidades seguras, y limita las oportunidades de que intencionada o involuntariamente los conductores puedan cometer errores o infracciones, incluido el exceso de velocidad (ej. reducir el campo visual de muy larga distancia, introducir obstáculos superables a velocidades seguras, estrechamiento de carriles, racionalización de la oferta de adelantamiento, ejecución de bandas sonoras, etc).

Disponer de una jerarquización viaria no solo sirve de guía para el uso adecuado y seguro de una vía sino que para los gestores de la misma, resulta fundamental conocer el encaje de cada vía atendiendo a su función de cara a plantear inversiones, soluciones, políticas viales, etc.

3.2. Metodología para la jerarquización viaria

La metodología se fundamenta en parámetros de funcionalidad de la vía, de manera que la categoría resultante de la carretera que se muestra con colores en el mapa viario no siempre es coincidente con la categoría de infraestructura viaria que sea (autovía, multicarril, convencional, etc) sino que puede ocurrir, por ejemplo, que una vía de categoría funcional superior sea una carretera convencional (infradotación), o al contrario, que una carretera que según la jerarquía funcional tenga una categoría menor, sea en una autovía/autopista (sobredota-

ción). Podría de hecho asemejarse a la metodología alemana citada en el apartado 1.3, de modo que la importancia jerárquica de la carretera es función de la importancia (medida en términos demográficos, económicos, industriales, etc) de los nodos que se conectan.

Dado que el análisis se ha llevado inicialmente a cabo mediante el análisis de desplazamientos origen-destino entre las poblaciones más importantes de cada provincia, asignando las rutas de menor tiempo de recorrido en condiciones predominantes de tráfico entre poblaciones en la Fase 1, actualmente se está llevando a cabo la Fase 2 de la metodología mediante la cual sí se consideran otros destinos significativos que complementan así los centros de atracción y generación de viajes tanto de personas como de mercancía como pueden ser: Playas, Zonas comerciales, Polos industriales, Centros Logísticos, Puertos, Zonas Turísticas, etc...

A continuación, se detallan las fases ordenadas que componen la metodología empleada para la obtención de dicho trabajo de jerarquización.

- 1- Identificación de poblaciones principales por provincia.
- 2- Generación de relaciones origen/destino entre poblaciones.
 - a. Relaciones entre capitales de provincia.
 - b. Relaciones entre capitales de provincia y principales poblaciones de cada provincia.
 - c. Relaciones entre las principales poblaciones de una provincia.
 - d. Relaciones entre las capitales de una provincia y las principales poblaciones de las provincias contiguas.



Figura 3. Ejemplo de mapa viario con categorías funcionales

Jerarquía Viaria	Nivel Seguridad Intrínseca (1-5)				
	1	2	3	4	5
A	A1	A2	A3	A4	A5
B	B1	B2	B3	B4	B5
C	C1	C2	C3	C4	C5
D	D1	D2	D3	D4	D5
E	E1	E2	E3	E4	E5

Figura 4. Matriz jerarquía-seguridad de infraestructuras viarias

- 3- Asignación de viajes en el grafo de red por las rutas más rápidas.
- 4- Representación de las redes viarias resultantes.
- 5- Revisión para la inclusión de nodos de importancia para la movilidad distintos de poblaciones.
- 6- Mapa viario final.

Donde los niveles de jerarquía viaria resultantes inicialmente son los siguientes:

(A) Red Estratégica: Red viaria con función vertebrante que garantiza la comunicación a nivel estatal entre capitales de provincia así como entre nodos atractores/generadores de interés general, para mercancías y viajeros,

y desplazamientos internacionales. Viajes de largo recorrido principalmente.

(B) Red Principal: Red viaria con función vertebrante que garantiza la comunicación a un nivel geográfico inferior al estatal y/o que conecta núcleos principales del territorio entre sí y con la Red Estratégica. Viajes de largo recorrido principalmente.

(C) Red Primaria: Red viaria con función combinada que garantiza la comunicación a nivel provincial o regional entre capitales y principales poblaciones y entre nodos atractores/generadores de interés zonal o regional. Viajes de medio recorrido y conexión con la Red Principal.

Jerarquía Viaria	Nivel Seguridad Intrínseca (1-5)				
	1	2	3	4	5
A	A1	A2	A3	A4	A5
B	B1	B2	B3	B4	B5
C	C1	C2	C3	C4	C5
D	D1	D2	D3	D4	D5
E	E1	E2	E3	E4	E5

	Seguridad por debajo umbral mínimo.
	Seguridad dentro del umbral mínimo.
	Seguridad por encima del umbral mínimo.

Figura 5. Relación entre clases jerárquicas y niveles de seguridad intrínseca

Low	0,0<Risk Rate<7,5
Low-medium	7,5<Risk Rate<30,8
Medium	30,8<Risk Rate<53
Medium-high	53<Risk Rate<90
High	Risk Rate>90

Figura 6. Niveles de Riesgo

(D) Red Secundaria: Red viaria con función predominantemente de accesibilidad a poblaciones intermedias y menores dentro de una provincia determinada. Viajes de corto recorrido y conexión con la Red Primaria.

(E) Resto de red viaria que presenta función únicamente de accesibilidad al resto del territorio.

En la figura 3 se puede observar una porción de territorio en que se ha aplicado la metodología de jerarquización (en revisión) y se puede observar la clasificación llevada a cabo:

Adicionalmente, como segunda etapa de la metodología, se cruza la seguridad intrínseca de la infraestructura viaria con su grado jerárquico, de manera que se disponga de una matriz similar a la de la figura 4.

Con la tabla anterior se dispondrá de una segunda herramienta para que, una vez identificado el grado jerárquico a nivel de red de cada carretera, sea posible plan-

tear qué actuaciones de mejora de la seguridad vial merece recibir cada carretera en función del nivel mínimo de seguridad que se acuerde para cada jerarquía desde el punto de vista de la eficiencia de las inversiones.

Dicho lo anterior, un ejemplo de umbral mínimo de seguridad tolerable para cada jerarquía podría ser la de la figura 5.

El nivel de seguridad intrínseca la DGT lo obtiene según la metodología planteada mediante la aplicación de iRAP Star Rating (iRAP 2014), mediante el cual se obtiene un valor objetivo e internacionalmente validado. Este método se compone de una fase de trabajo de campo que se lleva a cabo mediante un vehículo instrumentalizado que capta imágenes de la infraestructura y su entorno, y una fase de gabinete en la que se codifican y validan todos los parámetros que componen la infraestructura, su entorno y sus elementos, que resultan en un valor de seguridad de 1 a 5 siendo 5 el máximo nivel.

A modo ilustrativo, para el lector que no conozca en detalle la metodología iRAP, resulta significativo conocer de qué manera los costes asociados a muertos y heridos graves en función de sus estrellas se reducen¹:

- Los costes en vías de 2 estrellas son un 40% menores que en vías de 1 estrella.
- Los costes en vías de 3 estrellas son un 61% menores que en vías de 2 estrellas.
- Los costes en vías de 4 estrellas son un 43% menores que en vías de 3 estrellas.

Por otra parte, existe un tercer ingrediente denominado Nivel de Riesgo, dependiente de la siniestralidad registrada y el volumen de tráfico de la vía, según la siguiente fórmula 1.

Al igual que con el caso del nivel de seguridad intrínseca (Star Rating) de la infraestructura, que oscila de 1 a 5, el Nivel de Riesgo también oscila entre 1 y 5 de acuerdo a los niveles de la figura 6.

$$\text{Nivel de riesgo}_{\text{período}=3\text{años}} = \frac{\text{Número de accidentes mortales y graves} \times 10^9}{\text{Intensidad Media Diaria (IMD)} \times \text{Longitud} \times 365 \times \text{Período}}$$

Fórmula 1.

¹ Relación entre Star Ratings y coste de accidentes por kilómetro recorrido: Bruce Highway, Australia (Rob McInerney and Morgan Fletcher, International Road Assessment Programme (iRAP) May 2013)

Tabla 1. Matriz de actuaciones en base a la potencialidad en la reducción de accidentes.

	Seguridad intrínseca por debajo del umbral tolerable	Seguridad intrínseca dentro del umbral tolerable	Seguridad intrínseca por encima del umbral tolerable
Bajo potencial de reducción de heridos graves y muertos. (sinistralidad histórica registrada baja)	PRIORIZAR ACTUACIONES PROACTIVAS DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL PARA EVITAR POSIBLE ACCIDENTABILIDAD GRAVE.	MANTENER O INCREMENTAR LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.	MANTENER LAS CONDICIONES DE SEGURIDAD.
Alto potencial de reducción de heridos graves y muertos. (sinistralidad histórica registrada alta)	PRIORIZAR INTER-VENCIONES EN INFRAESTRUCTURA PARA LA MEJORA GENERALIZADA DE LA SEGURIDAD VIAL	PRIORIZAR INTERVENCIONES EN INFRAESTRUCTURA ORIENTADAS A LOS TIPOS DE ACCIDENTALIDAD IDENTIFICADOS	GESTIONAR VELOCIDADES SEGURAS

CATEGORÍA INFRAESTRUCTURAL	CATEGORÍA FUNCIONAL				
	A	B	C	D	E
Autovía/autopista					
Multicarril (2+2)					
Calzada única (2+1)					
Calzada única (1+1)					

	Sobredotación
	Ajustado
	Infradotación

Figura 7. Relación entre la oferta viaria y su adecuación con la funcionalidad

Como herramienta complementaria, con el fin de afinar las propuestas resultantes sin obviar la accidentalidad histórica o potencialidad de reducción de accidentalidad (actuar si hay potencial de reducción de accidentalidad y mantener las condiciones para evitar incrementos de accidentalidad), se plantearía una nueva relación que combinaría la accidentalidad histórica registrada, evaluada mediante el nivel de riesgo, con la seguridad intrínseca de la carretera independientemente de su categoría funcional (Tabla 1).

Una vez llevados a cabo los anteriores análisis, debe considerarse por otra parte que a cada funcionalidad viaria a su vez se le asocia, al igual que un umbral mínimo de seguridad, un umbral mínimo de categoría infraestructural, que se refleja tentativamente en la siguiente tabla sin pretender ser exhaustivo. (Figura7)

La anterior relación entre la tipología infraestructural y la categoría funcional de cada vía o tramo completo de vía proporciona una idea

sobre el grado de adecuación de la oferta y su adecuación a la demanda viaria en cada caso, tanto en volumen como en tipología de la demanda (corto, medio o largo recorrido). En los casos en que exista un excesivo grado de oferta viaria significará por lo general que la seguridad intrínseca de la infraestructura se situará por encima del umbral mínimo, mientras que en los casos en que exista una oferta viaria insuficiente, muy probablemente la seguridad intrínseca estará por debajo del umbral mínimo, si asumimos que a mayor categoría infraestructural por lo general las vías tienen mayor seguridad intrínseca.

El último paso consiste en generar los mapas necesarios para identificar las actuaciones más eficientes en materia de conversión de la infraestructura para adecuarla a su categoría funcional (cuando exista una oferta viaria insuficiente para la demanda existente), o para las intervenciones generales o específicas encaminadas a la adecuación de la seguridad intrínseca (cuando los in-

dicadores mostrados en el artículo así lo sugieran).

Es importante destacar que, dado que el tráfico es el resultado de la actividad económica y el desarrollo de actividades sociales, se encuentra condicionada por la evolución de los desarrollos urbanísticos, la ordenación del territorio, la ubicación de polos empresariales y logísticos, y en general cualquier política que pueda afectar a la movilidad, por lo que la categorización resultante deberá revisarse periódicamente.

4. Conclusiones

En este artículo se ha tratado la clasificación funcional de vías, concepto clásico en ingeniería de carreteras que los responsables de las infraestructuras pueden utilizar para una gestión eficiente de la red.

Ordenar el conjunto de vías de acuerdo a su función es una tarea compleja y no existen reglas exactas para realizarla. El planteamiento

debe realizarse desde una perspectiva global, ya que no es posible acomodar a todos los usuarios, en todo momento y en todas las carreteras. Existe cierto consenso en considerar el tipo de movimiento (tránsito, distribución, penetración y acceso), la longitud del viaje, el entorno y los tráfico como los factores básicos que es necesario identificar para definirla. A nivel internacional se han desarrollado múltiples clasificaciones y que se han basado en el establecimiento de criterios no homogéneos. Como ejemplos de interés se han presentado los casos de EE.UU y Alemania.

En España se utiliza un sistema de clasificación morfológico basado en tres tipos de vías atendiendo a la Ley de Carreteras del Estado, y otras clasificaciones atendiendo a las distintas Leyes de Carreteras de CCAA. Entre ellas cabe destacar por su especial problemática el caso de la carretera convencional y que presenta un doble papel (movilidad y accesibilidad) que, entre otros aspectos, es el origen de múltiples disfuncionalidades.

Conscientes de la utilidad de este concepto, la DGT está desarrollando un nuevo sistema de clasificación, funcional, para la red de España, que clarifique tanto para los técnicos como para los usuarios la función que desempeña cada tramo de carretera dentro del mapa viario independientemente de su morfología. En efecto, se demuestra cómo pueden existir autovías o tramos de éstas que cumplan con una función de menor entidad en los desplazamientos de largo recorrido que algún tramo de carretera convencional. Por tanto, gracias a la jerarquización funcional, será asimismo viable identificar aquellos tramos en que existe una oferta infraestructural por encima o por debajo del umbral de satisfacción eficiente para cumplir con la función que desempeña el tramo viario en cuestión dentro del mapa viario del país.

Adicionalmente, se proponen relaciones entre umbrales de satisfacción de la seguridad intrínseca de la infraestructura y su morfología. De este modo, se obtiene como resultado un novedoso indicador que combina seguridad intrínseca, morfología, y categoría funcional, aspirando a ser de utilidad para la dotación de determinadas inversiones eficientes y priorización de actuaciones, de manera que se oriente la conservación, gestión y explotación hacia la adecuación viaria (principalmente de la red convencional) que permita reducir radicalmente la siniestralidad.

En base a principios metodológicos del proyecto SafetyNet, principios de Sistema Seguro y metodología propia, se esboza en este artículo una propuesta de jerarquización viaria promovida por el Área de Gestión de la Movilidad de DGT, que aspira a servir de cimiento de reflexiones y avances para la mejora de la gestión, conservación, y explotación de la red viaria, que redunde en un servicio más eficiente para el usuario y de sustento para la seguridad vial.

5. Bibliografía

- [1] AASHTO (2011). *A policy on geometric design of highways and streets* (Green Book). Washington, DC. AASHTO.
- [2] AASHTO (2018). *A policy on geometric design of highways and streets* (Green Book). Washington, DC. AASHTO.
- [3] ATC (Asociación Técnica de Carreteras), 2011. *Sistematización de las vías de una red viaria*. Comité Técnico de Carreteras Interurbanas y Transporte Interurbano. Rutas nº147. Madrid, España.
- [4] D'Andrea, A., Cappadona, C., La Rosa, G., y Pellegrino, O. (2013). *A functional road classification with data mining techniques*. Dept. of Civil Engineering, University of Messina, Messina, Italy.
- [5] Dijkstra, A. (2003). *Testing the safety level of a road network*. World Road Congress, Durban, South Africa.
- [6] Eppell, V., McClurg B. and Bunker, J. (2001). *A four level road hierarchy for network planning and management*. In Jaeger, Vicki, Eds. *Proceedings 20th ARRB Conference*, Melbourne.
- [7] Friedich, M. (2016). *Functional Structuring of Road Networks*. World Conference on Transport Research, Shanghai.
- [8] IRAP (International Road Assessment Program), 2014. *iRap Star rating and investment plan coding manual*, iRAP, London, UK.
- [9] Jährig, T. (2012). *Seminar 2+1 "Friendly and Safe for Users -2+1 Lane Case Study"*. Federal Highway Research Institute. Germany.
- [10] Karndacharuk, A. y Hassan, A. (2017). *Road Transport Management Framework and Principles*. Austroads Ltd. Sydney, Australia.
- [11] MF (Ministerio de Fomento), 2016. *Instrucción de Carreteras Norma 3.1.I.C.* Dirección General de Carreteras. Madrid, España.
- [12] RIN (2008). *Richtlinien fuer die integrierte Netzgestaltung RIN (German Guideline for Integrated Network Planning)*. FGVS, Forschungsgesellschaft für Strassen-und Verkehrswesen.
- [13] Sánchez, V. (1996). *Las redes de carreteras y ferrocarriles de España: Su situación y perspectivas a medio plazo*. ❖