

# PLANIFICACION URBANISTICA Y TRANSPORTE

## DISEÑO DE CARRETERAS EN AREAS SUBURBANAS

Julio Pozueta Echavarri \*

La resolución de los conflictos que se plantean entre carreteras y áreas urbanizadas, entre los requerimientos funcionales para un tráfico fluido y las legítimas exigencias de calidad del entorno urbanizado adquieren su mayor agudeza en el ámbito suburbano. El autor plantea la necesidad de renovar los métodos de proyecto y diseño de carreteras en estas áreas y presenta tres posibles aproximaciones metodológicas.

### TOWN PLANNING AND TRAFFIC. SUBURBAN HIGHWAY DESIGN

*The task of solving the conflict that arises as between roads and urbanized zones, such as the functional requirement for fluid traffic as against legitimate demands for an optimum standard living space in residential areas, grows particularly difficult in the outskirts. The author here points up the need to re-new the methods employed in the planning and designing of highways and byways in such areas and offers some three methodological approaches to this task.*

51

### 1. *Introducción*<sup>1</sup>

Una de las deficiencias más comunes de la planificación en España es la falta de coordinación entre las decisiones urbanísticas y las relativas al transporte. Esta descoordinación es sobre todo evidente en las áreas suburbanas, es decir, en aquellas áreas donde se produce la transición entre lo urbano y lo rural, entre la calle y la carretera.

Tradicionalmente, en los ámbitos claramente urbanizados ha sido la planificación urbanística quien ha tratado de integrar a la planificación del transporte: las calles se han diseñado desde presupuestos urbanísticos y las grandes arterias e, incluso, autopistas urbanas han debido someterse a los procedimientos urbanísticos, aunque ello no se haya producido sin conflictos. Estas áreas constituyen el ámbito por excelencia del trabajo urbanístico.

Por su parte, en las áreas rurales, la planificación territorial de los Planes Generales suele limitarse a recoger los nuevos proyectos o las modificaciones de las carreteras existentes, sin prestar demasiada atención a sus características y diseño. Es el ámbito de la ingeniería del transporte o de las carreteras.

<sup>1</sup> Este artículo se basa en un trabajo más amplio preparado para la Dirección General de Transportes de la Comunidad Autónoma de Madrid, titulado: *Diseño de carreteras en áreas suburbanas* (DE LA HOZ, 1991).

Aunque el conflicto entre carretera y entorno, entre circulación rodada y calidad ambiental se da en ambas áreas, en las densamente urbanizadas y en las rurales, y aunque el reparto de áreas técnicas de influencia no colabore mucho a encontrar nuevos métodos que superen las actuales insuficiencias, es en los ámbitos suburbanos donde los problemas de coordinación aparecen con más claridad.

Esta situación se ha agravado en los últimos años, porque el crecimiento urbano en las grandes ciudades españolas ha recaído fundamentalmente sobre las áreas suburbanas, en extensiones periféricas progresivamente más amplias. Nuestras ciudades, las grandes y las medianas, están siendo progresivamente rodeadas por una urbanización dispersa constituida por elementos de muy diversas características de densidad y de uso. Y ese conjunto se basa, precisamente, en el desarrollo y articulación de un sistema comarcal o regional de carreteras y autopistas, que permiten la conexión con el centro urbano principal, donde se concentra la mayor parte del empleo de la aglomeración.

El aumento sustancial del tráfico en las carreteras suburbanas, unido a la imprevisión de las autoridades urbanísticas, que han permitido en muchos casos la urbanización de los bordes de las carreteras, hacen que en estas áreas los conflictos entre carretera y área urbana sean cada vez más frecuentes.

Ya no es sólo la lentitud de la circulación lo que preocupa a los habitantes suburbanos, sino que el aumento del ruido, la peligrosidad en las proximidades de las carreteras, la falta de previsión de aparcamientos o de lugares seguros para las paradas de los autobuses o, simplemente, la falta de aceras y cruces de peatones en las carreteras bordeadas de edificación comienzan a ser en España temas que reclaman soluciones técnicas urgentes.

El proceso no ha hecho sino empezar, a tenor de lo sucedido en otros países. No sólo la industria se ha descentralizado desde los años setenta, buscando mejores y más baratos emplazamientos, sino que la construcción de viviendas es ya un hecho mayoritariamente suburbano y comienzan a aparecer focos puntuales o polígonos completos de terciario que se localizan fuera de los límites de la ciudad propiamente dicha.

En estas variadas áreas suburbanas, donde coexisten áreas densamente urbanizadas, con edificación difusa y zonas todavía rurales, las carreteras deben cumplir, a menudo, un doble papel. Por una parte, son el elemento de conexión de todo el sistema de asentamientos, la red de comunicación que permite el funcionamiento del conjunto. Por otra, constituyen a menudo el eje estructurante del incipiente desarrollo urbano de muchas áreas y cumplen, por tanto, un papel cualificador del espacio urbano.

Un sistema de asentamientos como el esquemáticamente descrito precisa que la red de carreteras, la red viaria, mantenga un alto nivel de eficiencia en ambos niveles. Debe, por una parte, ofrecer la posibilidad de desplazamientos rápidos, seguros y confortables para que el conjunto pueda funcionar y, por otra, ser capaz de servir de base a una vida urbana de cierta calidad.

Ambos objetivos no son siempre compatibles y las proximidades tradicionales, tanto urbanísticas como de la ingeniería de carreteras, se muestran incapaces de dar respuesta a esa doble tensión a que están sometidas las carreteras suburbanas. Una doble tensión, cuyos componentes varían continuamente de unas zonas a otras, en el ámbito suburbano.

## 2. *La necesidad de un nuevo marco metodológico*

La variedad de encuentros carretera-área urbana que se dan en las áreas suburbanas es una de las características que más pone en cuestión la aplicación de los métodos de proyecto de carreteras en campo abierto a estas áreas.

En efecto, tradicionalmente, las carreteras en campo abierto o en áreas rurales se proyectan partiendo de su definición funcional previa. Es decir, una carretera debe diseñarse con unas ciertas características funcionales y físicas, porque se le otorga previamente una función en la red, que debe cumplirse a lo largo de todo un itinerario. Las carreteras se proyectan, en

consecuencia, con una sola sección, que se utiliza en todo su trazado, y con una serie de parámetros funcionales y físicos que deben mantenerse en todo su desarrollo.

Cuando el entorno se hace más difícil, bien sea por una topografía accidentada, bien por la presencia de edificaciones o áreas urbanizadas, el método no cambia. Se hace todo lo posible para que las características funcionales de la carretera (nivel de servicio, velocidad, etc.) se rebajen lo menos posible y con el menor costo. Las más de las veces, el entorno se considera una variable externa a la carretera, que se traduce en términos de costo.

En esta visión tradicional del proyecto de carreteras no se considera que el nivel de urbanización de sus bordes sea un dato a introducir en el proceso de diseño de una forma positiva o constructiva, es decir, como un elemento que plantea una serie de exigencias que la carretera debería funcionalmente resolver, sino que, en general, se considera de una forma negativa, como un obstáculo que hay que salvar, como una barrera a superar lo más rápidamente posible.

Esta concepción del entorno implica que tienden únicamente a resolverse los problemas que el entorno plantea a los presupuestos funcionales de la carretera. Mientras tanto, dejan de considerarse como problemas de proyecto las necesidades generadas por el entorno, como las derivadas del aparcamiento, del tránsito de peatones y paseo, o los impactos que la carretera provoca en el entorno, como el efecto barrera, el ruido, la inseguridad, etc.

El diseño de carreteras en áreas suburbanas exige la superación de la tradicional visión de la carretera como una infraestructura monofuncional, al servicio del tráfico de paso, cuyas características principales se definen en función de su situación en la red, sin relación al entorno que atraviesa.

No se trata, sin embargo, de negar a cada carretera unos legítimos objetivos funcionales de transporte, sino de entender que dichos objetivos deben conjugarse con otros, que genera el entorno, y no imponerse sobre ellos.

La exploración de las posibilidades metodológicas de afrontar la compatibilización de los objetivos funcionales de la carretera con las exigencias del entorno plantea en definitiva la necesidad de considerar dos criterios renovadores en el diseño de carreteras en áreas suburbanas:

Por una parte, asumir que las características geométricas y funcionales de las carreteras deben adaptarse a los distintos entornos que atraviesan, lo que significa superar el principio de la uniformidad de diseño de itinerarios completos de carreteras.

Por otra, asumir la necesidad de considerar como objetivos del proyecto de carreteras la satisfacción de todas las exigencias que gravitan sobre el espacio vial o, al menos, su compatibilización en un proyecto o diseño globalmente comprensivo, lo que significa superar la visión monofuncional de las carreteras.

En este contexto, se presentan a continuación algunas alternativas metodológicas tendientes a lograr una mejor coordinación o integración entre carretera y área urbana en ámbitos suburbanos.

Se analizan básicamente tres alternativas. La primera consiste en incluir en el proyecto de carreteras la consideración de algunos de los impactos e interacciones entre carretera y entorno urbanizado. Se trata, por tanto, de una modernización del método tradicional de proyectar carreteras. En la segunda tratan de establecerse y resolverse una serie de situaciones típicas suburbanas de encuentro entre carretera y área urbana, que puedan servir de guía o modelo al proyectista para resolver su caso concreto. Es, en definitiva, una normalización de respuestas a ciertas situaciones. La tercera, la que denominamos «diseño integrado», trata de ofrecer un proceso de trabajo capaz de considerar todas las exigencias sobre la carretera y el entorno e incorporarlas en un método participativo y pluridisciplinar que, diseñando conjuntamente la carretera y el entorno, garantice la máxima coordinación entre ambos.

### 3. *Nuevos aspectos del proyecto de carreteras*

Tal como se ha señalado, una de las principales deficiencias de los métodos tradicionales del proyecto de carreteras es la escasa consideración del entorno como un elemento dinámico, susceptible de plantear exigencias o de recibir impactos negativos de la construcción o funcionamiento de la carretera.

Una forma obvia de corregir en parte esta deficiencia es lograr que en los proyectos de carreteras se tengan en consideración, se estudien y traten de resolver algunas de estas interacciones carretera-entorno en el ámbito suburbano. Al menos, aquéllas sobre las que existe una base suficiente de conocimiento, empírico y teórico.

En este contexto, tal vez, los temas que más amplia problemática están provocando en España y otros países sean los referidos a las intersecciones, el ruido, el tránsito peatonal, el transporte colectivo o la moderación del tráfico.

#### 3.1. *Diseño de intersecciones en áreas suburbanas*<sup>2</sup>

El diseño de intersecciones no puede catalogarse como un aspecto nuevo del proyecto de carreteras. No sólo es algo que se hace habitualmente en los proyectos de carreteras, sino que es un tema sobre el que existe una gran cantidad de manuales y recomendaciones, ampliamente contrastadas, en el extranjero y en España (MOPU, 1986, 1987, 1989).

No obstante, falta una aproximación a las intersecciones sensible a la problemática específica suburbana. Es decir, una metodología que proporcione criterios para la elección del tipo de intersección más adecuado a cada una de las posibles situaciones suburbanas y recomendaciones de diseño que permitan su adecuación a las específicas características del sitio.

En este sentido, parece importante definir los tipos de intersecciones existentes y sus campos de aplicación. Ello puede lograrse mediante aproximaciones cuantitativas, basadas normalmente en volúmenes de tráfico de las carreteras confluyentes, o cualitativas, basadas en sus características o potencialidades genéricas. En líneas generales, puede decirse que:

*Las intersecciones a distinto nivel o enlaces* son apropiadas cuando se pretende como objetivo privilegiar el tránsito. Se justifican en vías de alta capacidad, con una Intensidad Media Diaria (IMD) superior a 10.000-12.000 vehículos o Intensidad en Hora Punta superior a 1.000-1.500 vehículos (VSS, 1985; SETRA, 1986; DPR, 1985; DT, 1987). Siendo el tipo de intersección de mayores prestaciones en el movimiento de los vehículos, son en general las de mayor impacto visual, mayor ocupación de suelo y mayor costo.

*Las intersecciones convencionales a nivel* en áreas suburbanas sólo son recomendables con reducidos volúmenes de tráfico, 900 v/h para la vía principal y 250-300 para la secundaria (SETRA, 1986), y cuando se trata de una sucesión de cruces preseñalizados, de diseño similar, que evite el efecto sorpresa.

*Las intersecciones giratorias o glorietas* se demuestran de gran utilidad en áreas suburbanas, pues tienen el efecto de moderar la velocidad de los automóviles y permiten interesantes tratamientos paisajísticos. Se consideran muy recomendables para marcar el comienzo de una travesía, pero son incómodas para los peatones. Aceptan volúmenes de tráfico muy variables, hasta 60.000 de IMD en casos excepcionales (De la Hoz, 1989).

*Las intersecciones semaforizadas* constituyen el tipo de intersección más propiamente urbano, al detener el tráfico y señalar las direcciones de circulación permitidas en cada momento. Son cómodas y seguras para los peatones. Su coordinación permite el establecimiento de ondas verdes que fluidizan y controlan el tráfico a una cierta velocidad. El tráfico mínimo requerido es del orden de 350 v/h en cada ramal (CETUR, 1978; DPR, 1985).

<sup>2</sup> Se utiliza aquí el término intersección en sentido genérico. Es decir, no se refiere únicamente a los encuentros de carreteras al mismo nivel, sino a todo tipo de encuentros independientemente de su resolución concreta.

Naturalmente, éstas no son sino indicaciones genéricas de la adecuación de los tipos de intersección a cada situación, pero, no obstante, pueden ser indicativas del camino de investigación a seguir para proporcionar al proyectista criterios para la elección.

Además del tipo, el proyectista en áreas suburbanas debe cuidar el diseño de cada intersección para adaptarlo a su situación concreta. Para ello debe tener en cuenta algunos criterios generales que se desprenden de la experiencia internacional en la materia.

Así, el diseño de la intersección que marca la entrada en una zona más urbanizada debe hacerse con especial cuidado. Es en ella donde los conductores deben cambiar su modo de conducir y adaptarse a unas nuevas condiciones. La intersección debe marcar ese cambio.

En zonas urbanizadas debe extremarse la visibilidad y legibilidad de las intersecciones, para que sean reconocidas desde lejos y su funcionamiento comprendido por los conductores. Una serie de intersecciones de similar diseño a lo largo de una travesía puede facilitar esa comprensión.

No es preciso solucionar todos los movimientos en todas las intersecciones suburbanas, los de difícil o peligroso diseño pueden derivarse a otras intersecciones.

En carreteras suburbanas, la preseñalización sobre destinos y la señalización de carreteras y calles que se atraviesan es muy importante para evitar confusiones y retenciones.

### 3.2. *Tratamiento de peatones*

Introducir en el proyecto de carreteras en áreas suburbanas el análisis de la localización, dimensionamiento, diseño y regulación de los elementos necesarios para el tránsito de peatones debe ser otro de los contenidos a impulsar e integrar en la metodología tradicional.

Dos elementos principales requieren especial consideración, los pasos de peatones atravesando la carretera y los itinerarios longitudinales en sus bordes.

Sobre los pasos de peatones deben establecerse o discutirse los criterios sobre la utilización de los distintos tipos existentes:

*Los pasos cebra*, los únicos a nivel que confieren prioridad permanente al peatón, recomendados para puntos con tráfico de peatones y automóviles moderados (menos de 500 peatones y 1.000 vehículos por hora) (DPR, 1985; CETUR, 1978), buena visibilidad, anchura de calzada inferior a 10 m, bajas velocidades de circulación, etc.

*Los pasos semaforizados*, imprescindibles con altos volúmenes de peatones<sup>3</sup> o automóviles en zonas muy urbanizadas, son recomendables en puntos con mala visibilidad o problemas de comprensión de la intersección, en vías que cuentan ya con una regulación semafórica o en puntos especiales (colegios, fábricas, etc.), donde no es posible disponer de agentes de tráfico en las horas de entrada y salida. No obstante, la existencia de una gran variedad de formas de funcionamiento de semáforos de peatones los hace adaptables a muy distintas situaciones.

*Los pasos a distinto nivel*, reservados para aquellos itinerarios de autopista o puntos donde no son posibles otras soluciones, son caros, incómodos para los peatones, de fuerte impacto visual y, a menudo, constituyen una barrera psicológica para los peatones. Una topografía favorable puede, sin embargo, facilitar su operatividad en algunos casos.

Otro aspecto importante de los pasos de peatones son los criterios de la localización, normalmente en la proximidad a los puntos de generación de la demanda, como continuación de itinerarios de peatones existentes, con una separación mínima, para evitar alargar el recorrido de los peatones (50 m de desviación se considera un umbral máximo), etc.

En lo referente a las bandas longitudinales de peatones, aceras y arcenes, parece importante desarrollar criterios en aspectos como el dimensionamiento, diseño (elevadas o no, separadas de la calzada por un arcén, vallado, etc.), materiales, plantaciones, etc.

<sup>3</sup> El MOPU establece en 150 el número mínimo de peatones que deben atravesar un paso durante, al menos, ocho horas diarias para justificar un paso semaforizado de peatones en una carretera (MOPU, 1987).

### 3.3. Acondicionamientos para el transporte público

En el proyecto de infraestructuras de transporte se tienen en cuenta el tipo de vehículos y los movimientos que realizan. Por ello y en la medida en que, en las áreas suburbanas, los autobuses han pasado a ser un componente importante del tráfico en lo referente al movimiento de personas, a los que a veces se aplican diversos tratamientos preferenciales, el proyecto de carreteras en estas áreas debe prestar especial consideración a su tratamiento.

Dos elementos básicos del movimiento de los autobuses parecen requerir atención en las últimas décadas. Por una parte, la localización y diseño de paradas y estaciones de intercambio; por otra, el diseño de carriles de uso exclusivo o preferente para autobuses <sup>4</sup>.

Respecto a las paradas y estaciones, es importante que el proyecto asuma como uno de sus objetos la consideración de su localización y diseño y, en su caso, la ampliación de la reserva de suelo necesaria para darle cabida.

Concretamente, la discusión de los criterios de localización de las paradas o estaciones en el entorno de las intersecciones a nivel, con las ventajas y desventajas de hacerlo antes o después del cruce, y sus implicaciones en el diseño y construcción, resulta hoy día imprescindible para un funcionamiento fluido de las mismas.

De la misma manera, la localización de las paradas en los enlaces de las autopistas, lugares donde se concentra progresivamente el cambio modal en áreas suburbanas y que implican a menudo la necesidad de ramales o áreas especiales, debe ser considerada a nivel de proyecto <sup>5</sup>.

En cuanto a los carriles-bus y, más en general, los carriles de alta ocupación, son instrumentos que deben formar parte de las alternativas a considerar en el proyecto de nuevas infraestructuras y en la gestión de las existentes.

En ese sentido, los estudios y previsiones de tráfico previos o simultáneos al proyecto de carreteras en áreas suburbanas deberían incluir específicamente la distribución horaria de pasajeros por tipo de vehículos, para comprobar si el número de viajeros en autobús durante las horas punta justifica la instalación de un carril-bus <sup>6</sup>.

Criterios de implantación, especificaciones de diseño de carriles-bus y de alta ocupación o de sus accesos en arterias urbanas y autopistas y, en general, unas recomendaciones funcionales y geométricas para el proyecto de este tipo de elementos deberían formar parte de los manuales de uso habitual por los proyectistas de carreteras y no sólo de los especialistas en tráfico.

### 3.4. Acondicionamientos frente al ruido

Insuficientemente considerados en España, los acondicionamientos frente al ruido constituyen hoy un aspecto importante de la ingeniería de carreteras de todos los países desarrollados, coherentemente con el creciente impacto que el ruido de la circulación tiene en el bienestar de las personas.

Dado que el ruido del tráfico es en gran medida el resultado de la localización y diseño de las carreteras, es en el proyecto donde deben resolverse técnicamente sus impactos y asegurarse su financiación. A este respecto, es importante subrayar también que la consideración de los efectos del ruido desde las etapas de planificación y proyecto de carreteras es, a menudo, la única garantía de una intervención eficaz. Ya que, en una actuación *a posteriori*, cuando la carre-

<sup>4</sup> Mientras en Europa se han desarrollado, fundamentalmente, carriles para uso exclusivo de autobuses en las grandes arterias urbanas, en Norteamérica se ha extendido el diseño de carriles de alta ocupación, abiertos a la circulación de personas, según los casos. Para mayor información al respecto, ver en este mismo número de *Ciudad y Territorio* el artículo sobre «Métodos de gestión de la demanda».

<sup>5</sup> Modelos de disposiciones especiales de los ramales de las autopistas para dar cabida a las paradas de autobuses y evitar retenciones de tráfico pueden consultarse en TRB, 1975.

<sup>6</sup> Normalmente se considera que un carril-bus o de alta ocupación está justificado cuando mueve más viajeros que un carril de tráfico regular que, como media, no suele superar las 2.000 personas en hora punta (ITE, 1988).

tera está construida y sus bordes edificados, muy pocas de las técnicas existentes puede llevarse a la práctica sin fuertes inversiones.

Todo ello implica un importante cambio de concepción de los efectos del ruido en el proyecto de carreteras. De un lado, la asunción por parte de la autoridad de carreteras de la responsabilidad en la generación del ruido y de los gastos derivados de su corrección; de otro, la introducción del tema del ruido como un elemento más del proyecto a integrar y valorar en los procesos de planificación y diseño.

Para una eficaz lucha contra el ruido desde la planificación y proyecto de carreteras es conveniente que el proyectista conozca la respuesta a cuestiones como:

— Los elementos del funcionamiento de los automóviles que provocan la emisión de ruido, su propagación y alcance y su variación en función de las características del vehículo, la velocidad, el volumen de tráfico, etc.

— La influencia del perfil longitudinal y de la sección transversal de la carretera en la producción y propagación del ruido del tráfico (influencia de la pendiente, ventajas de la construcción en trinchera, etc.).

— La influencia de los distintos tipos de firme en la producción del ruido y los avances en la materia.

— La eficacia, características y campo de aplicabilidad de los diferentes elementos físicos usados para interceptar la propagación del ruido del tráfico en carreteras, como diques de tierra, pantallas sónicas, pantallas vegetales, etc.

— La eficacia y limitaciones del aislamiento de fachadas de edificios como medida para paliar el impacto del ruido.

— La influencia de la regulación del tráfico en la producción de ruido.

— La relación coste-beneficio del enterramiento de una vía de fuerte tráfico en zonas densamente urbanizadas, como último recurso para la reducción del ruido.

Debe subrayarse finalmente que, en el caso del ruido, existe una abundante bibliografía y varios manuales específicos, que cubren los aspectos técnicos fundamentales del tema <sup>7</sup>.

El problema de su insuficiente consideración en España no es, por tanto, propiamente técnico. Es, básicamente, un problema de aceptación de que es responsabilidad del proyecto de carreteras la minimización de sus impactos sonoros.

### 3.5. *Métodos de moderación del tráfico*

Contrariamente a lo que puede ser norma cuando discurren en campo abierto, uno de los objetivos que puede y debe contemplarse en la planificación y diseño de carreteras en medios urbanizados o en la travesía de poblaciones es el de moderación del tráfico o *traffic calming*. Suele entenderse por moderación del tráfico los métodos y técnicas cuyo objeto es moderar, limitar, regular o modelar la circulación automóvil, para adaptarla a las características ambientales del área urbana que atraviesa.

Los métodos de moderación del tráfico surgen como una forma de afrontar la corrección de los impactos negativos que la circulación rodada provoca en el entorno urbano (ruido, efecto barrera, inseguridad, accidentes, etc.), tratando de lograr unas condiciones de compatibilidad entre ambos. Dichas condiciones suelen darse, en general, en un espectro de bajas velocidades y fluidas condiciones de circulación.

A este respecto, conviene recordar que una de las principales conclusiones de la experiencia existente en métodos de moderación de tráfico es que esta moderación difícilmente se consigue mediante regulaciones de la circulación (limitaciones de velocidad, etc.), sino que, para

<sup>7</sup> Ver, por ejemplo: SANZ SA, 1990; SANCHEZ BLANCO, 1984; MOPU, 1989; OCDE, 1986 y 1989; CETUR, 1986; TRB, 1981, etc.

ser eficaz, debe estar apoyada en el propio diseño de la carretera, en su geometría, en su sección, en la forma y disposición de las intersecciones, etc.<sup>8</sup>.

Ello significa que las etapas de planificación y proyecto de una carretera son el momento y fase más apropiada para plantear, si es preciso, la introducción de técnicas de moderación de tráfico para mantener la circulación dentro de su campo de compatibilidad con la zona urbana que atraviesa.

En los últimos años se han desarrollado en toda Europa métodos y técnicas de moderación de tráfico y se han llevado a la práctica experiencias muy sugestivas al respecto. Los más reconocidos por su eficacia son:

*A través del trazado en planta.* Cuando se requiere mantener la velocidad de circulación por debajo de un máximo, que se considera compatible con el entorno, una de las formas más eficaces de lograrlo es la introducción de radios de curvatura que dificulten la conducción por encima de este máximo. La forma más conocida de este tipo de técnicas es la introducción de dos curvas artificiales opuestas y yuxtapuestas, *chicane*, a la entrada de una aglomeración o comienzo de una travesía, para reducir la velocidad de los automóviles. Este tipo de técnica, ampliamente utilizada en algunas regiones de Francia (Saseras, 1990), implica algunos riesgos, por lo que, en general, sólo se utiliza en puntos de una gran visibilidad.

*A través de la sección.* Es un hecho comprobado que los conductores reducen la velocidad ante el estrechamiento de la calzada de circulación y que dicho efecto se incrementa si la calzada se encaja entre bordes elevados (acera, medianas, barreras, etc.). De ahí que, en numerosas travesías, se proceda a la reducción de la anchura de los carriles, incluso por debajo de los tres metros, y a la construcción de aceras y medianas que disminuyan el margen de maniobra de los automovilistas y, con él, su velocidad. Las reducciones de sección actúan bien por tramos cortos, por su carácter excepcional, por lo que en largas travesías suele recomendarse su empleo de forma intermitente (MULT, 1986; DT, 1987).

*Acondicionamientos ópticos.* Esta técnica se basa en el hecho empíricamente contrastado de que «el ambiente, independientemente de la geometría de la vía, tiene una gran influencia sobre el comportamiento de los conductores» y de que «la presencia o visibilidad de potenciales conflictos de uso induce a una reducción de la velocidad» (MULT, 1986).

Según estos análisis, el automovilista adapta su conducción al «ambiente» que percibe y, por ello, si se quiere conseguir la velocidad correspondiente a un cierto «ambiente», debe hacerse sentir ese ambiente de forma explícita, evidente, resaltando sus características conflictivas (intersecciones, accesos a propiedades, zona comercial, pasos de peatones, estacionamientos, etc.). No se trata, sin embargo, de crear decorados artificiales que, en pocos días, serían ignorados por los conductores al comprobar su falta de correspondencia con la realidad, sino de hacer legible el ambiente, acondicionando la imagen percibida de las travesías a los usos y actividades reales, haciéndolos visibles al automovilista.

*Implantación de glorietas.* Tal como ya se ha señalado en otra parte de este artículo, las glorietas son una de las intersecciones de mejores rendimientos en áreas suburbanas. Como técnica de moderación de tráfico, se emplean a la entrada de una aglomeración o inicio de una travesía y pueden tener como objetivo señalar y obligar a un cambio en la forma de conducir, marcando la transición entre la conducción libre en campo abierto y la controlada de una área urbanizada. La ruptura del eje de la carretera, el «ceda el paso» al que obligan y la imagen urbana que pueden ofrecer actúan como elementos clave de este cambio.

*Ejes coordinados, ondas verdes.* Una de las formas más utilizadas de moderación del tráfico en travesías de áreas urbanizadas es la semaforización de la carretera y la aplicación de alguno de los sistemas de coordinación semafórica, que obliguen al mantenimiento de la velocidad de

<sup>8</sup> «Para advertir al automovilista de la necesidad de un cambio de comportamiento (entrada en zona urbanizada), la señalización horizontal y vertical está lejos de ser suficiente y puede a menudo no tener ningún efecto (limitaciones de velocidad, etc.)» (MULT, 1986). Entre el 20 y el 90 por 100 de los automovilistas, según las travesías, no respetan las limitaciones de velocidad en Francia (SETRA, 1984).

circulación por debajo de un cierto límite, o entre un umbral superior y otro inferior, para recorrerla en fase verde. Además de la reducción de la velocidad o su adecuación al ambiente, este sistema tiene la ventaja de reducir el ruido de la circulación, al fluidificarla, y permitir el cruce de peatones y vehículos.

La regulación por ondas verdes no es un sistema aplicable a todas las situaciones. Para establecerlo simultáneamente en ambos sentidos de circulación requiere la existencia de un cierto ritmo, una cierta distancia, en la disposición de las intersecciones, según la velocidad de la onda a mantener (MELATT, 1990; DT, 1987). Por ello, es un sistema cuya viabilidad debe estudiarse y asegurarse desde el proyecto y constituir uno de los aspectos de gestión del tráfico que el proyectista de carreteras debe conocer.

*Cambios en el pavimento.* Se utilizan para marcar cambios de uso en la calzada, como pasos de peatones, etc. Funcionan alertando al conductor visualmente, por cambios en el color, auditivamente, por cambios en la sonoridad de la rodadura o, incluso, dinámicamente, agitando el vehículo por su rugosidad (adoquines, etc.). Aunque deben cuidarse sus posibles efectos secundarios (ruido), resultan muy eficaces para señalar las áreas de uso local intenso (plazas, mercados, etc.).

Al igual que en otros aspectos novedosos del proyecto de carreteras que se han analizado brevemente, el problema de la moderación del tráfico no reside en la disponibilidad de técnicas eficientes, con ser interesante toda investigación al respecto. El problema fundamental es que las autoridades de carreteras y los técnicos entiendan que en áreas suburbanas, en travesías de poblaciones, los objetivos funcionales del proyecto de carreteras no tienen por qué seguir siendo la optimización del nivel de servicio o la consecución de altas velocidades específicas. Puede considerarse un objetivo y una responsabilidad del proyectista de carreteras que su diseño sea capaz de adecuar, por sí solo y sin peligro, el régimen y la velocidad de circulación a las exigencias del entorno urbano.

#### 4. *El método de las situaciones tipo*

Otra posibilidad de renovación y mejora de los métodos de proyecto de carreteras para adecuarlos a los ámbitos suburbanos es la definición, normalmente por parte de la autoridad de carreteras, de los criterios funcionales y de diseño a seguir en una serie de situaciones tipificadas. Ello tendría la ventaja, por una parte, de explicitar la política de carreteras en relación a las áreas urbanizadas, lo que contribuiría, sin duda, a fundamentar el necesario debate en torno al tema y, por otra, de dotar a los técnicos de unas referencias generales en las que encajar su proyecto y discutirlo, en su caso, con otras administraciones implicadas.

Las dificultades de este método se encuentran, en primer lugar, en la definición de unas situaciones tipo adecuadas. En efecto, resulta difícil elegir unos pocos escenarios de encuentro entre carretera y área urbana que, al mismo tiempo, representen a una buena parte de las situaciones reales.

En el caso de la Comunidad de Madrid (De la Hoz, 1991) se opta por la definición de cuatro tipos de carreteras (autopista o autovía, carretera de primer nivel, segundo nivel y tercer nivel) que, combinadas con cuatro tipos de entornos suburbanos (rural, baja densidad, media densidad y alta densidad o centralidad), componen un conjunto de 16 situaciones tipo <sup>9</sup>.

Para cada una de ellas se discuten y definen los objetivos y bases de partida para afrontar su resolución y, posteriormente, se elaboran unas recomendaciones de diseño específicas que incluyen: perfil longitudinal y sección transversal, intersecciones y accesos, transporte colecti-

<sup>9</sup> Los cuatro tipos de carretera se definen en función del volumen de tráfico (IMD superior a 20.000 para autopistas y autovías, mayor de 10.000 para el primer nivel y mayor de 3.000 para el segundo) y su clasificación en el Plan General de la Comunidad de Madrid, además de otras consideraciones secundarias (tráfico de larga o corta distancia, porcentaje de pesados, etc.). A cada tipo de carretera se le asigna una velocidad de referencia. Los entornos se definen cualitativamente, en función de la importancia de los accesos, la densidad edificatoria y los usos (DE LA HOZ, 1991).

vo, aparcamiento y tratamiento de peatones, iluminación, señalización, acondicionamientos frente al ruido y pavimentación.

Mientras la elaboración de las recomendaciones de diseño constituye, fundamentalmente, un ejercicio de síntesis bibliográfica, no exento de interés, la definición de los objetivos y bases de partida representa el nudo gordiano del debate sobre el tratamiento de carreteras en áreas urbanizadas.

En efecto, la definición de los objetivos funcionales que una carretera debe cumplir en cada uno de los entornos urbanos seleccionados debe implicar una valoración de cada una de las funciones que puede cumplir la carretera y el establecimiento de un sistema de prioridades o de coexistencia entre ellas. Funciones entendidas en el sentido más amplio, es decir, con referencia a todas las exigencias que se plantean en cada área sobre el espacio vial: exigencias del tráfico de paso, del tráfico local, de acceso y estacionamiento, de los peatones, de su uso como espacio público y espacio exterior a los edificios, etc.

Este sistema de prioridades o de coexistencia debe partir, al mismo tiempo, de la valoración del campo de compatibilidad de las funciones de tráfico derivadas de cada tipo de carretera y de las exigencias ambientales de cada tipo de escenario atravesado.

En el caso de la Comunidad de Madrid, en cada situación tipo se procede a definir: el nivel de compatibilidad entre carretera y entorno, el objetivo de tráfico a alcanzar, el nivel de servicio recomendable y una estimación de la capacidad de cada carril en vehículos/hora.

Así, en su desarrollo *en ámbitos suburbanos rurales*, todos los tipos de carretera se consideran compatibles con el entorno y el objetivo es la optimización de su funcionamiento y el mantenimiento de la velocidad de referencia.

En su encuentro con *áreas de baja densidad*, se estima que las autopistas presentan problemas de compatibilidad, debe intentarse el mantenimiento de su funcionalidad y se rebaja su nivel de servicio al grado «B», manteniéndose su velocidad, mientras el resto de las carreteras se considera compatible con este tipo de entorno.

En *áreas de densidad media*, las autopistas y autovías se consideran incompatibles si se trata de áreas residenciales y, en caso de áreas industriales, se admite una reducción de sus prestaciones funcionales (incluida la velocidad de referencia), recomendándose la aplicación de métodos de diseño integrado (ver apartado 5); las carreteras del primer nivel se consideran de compatibilidad limitada con un entorno de densidad urbana media, lo que exige contener la velocidad (moderación del tráfico); las de segundo nivel también se estiman de compatibilidad limitada, pero debido a sus inferiores exigencias funcionales de circulación se recomienda diseñar integrado con el entorno, lo mismo que en las de tercer nivel.

Finalmente, en la travesía de las *áreas de alta densidad residencial o de centralidad* se consideran incompatibles las autopistas, autovías y buena parte de las carreteras de primer nivel, admitiéndose únicamente su soterramiento; se consideran con problemas de compatibilidad y se recomienda el diseño integrado en el resto de las de primer nivel y segundo, para considerar como calles y recomendar un diseño totalmente urbano para las de tercer nivel.

Estos criterios en cuanto a objetivos funcionales y velocidades de referencia, aun cuando pueden considerarse discutibles o difíciles de aplicar en situaciones concretas, permiten, al menos, acotar los campos de aplicación de las distintas opciones existentes en el proyecto de carreteras, desde el tradicional, que tiende a optimizar la funcionalidad del tráfico rodado como objetivo prioritario, al diseño integrado, que trata de conjugar sin prioridades todas las exigencias presentes.

La traducción de estos objetivos en recomendaciones geométricas implica, por su parte, el análisis y discusión de las posibilidades de utilizar el diseño para objetivos distintos de la optimización de la circulación. Objetivos como la reducción del ruido, la mejora de la seguridad, la moderación del tráfico, etc.

## 5. *Los métodos de diseño integrado*

### 5.1. *Consideraciones generales*

El problema clave del diseño de carreteras en medios urbanizados es compatibilizar las exigencias que plantea el entorno urbano con las derivadas del funcionamiento del tráfico rodado.

Esta compatibilización puede intentarse desde los proyectos tradicionales de carreteras haciendo intervenir en su concepción datos y enfoques relativos a las exigencias del entorno. Ello permite, sin duda, una mejor adaptación de las carreteras a la situación urbanística que atraviesan.

Sin embargo, cuando el nivel de conflicto es alto, es decir, cuando la carretera atraviesa medios densamente urbanizados o áreas centrales de ciudades o pueblos, la búsqueda de la compatibilización no puede reducirse al diseño de los elementos estrictamente viarios, es decir, la calzada, las aceras, etc. Para ser operativa, debe tratar de aunar en un mismo proyecto las determinaciones urbanísticas y las viarias, de forma que conjuntamente garanticen la obtención del suelo necesario para cada función, la coherencia de la regulación de los usos del suelo y la edificación con los objetivos funcionales, la correspondencia entre diseño urbano y proyecto viario, la actuación coordinada de las administraciones implicadas en el proyecto, construcción o gestión, etc.

Este intento de coordinar el proyecto de carreteras y la planificación o el proyecto urbanístico es lo que se denomina «diseño integrado» (De la Hoz, 1991) y ha sido puesto en práctica ya con éxito en varios países <sup>10</sup>.

Un trabajo de diseño viario que tenga en cuenta y trate de coordinar en una solución integrada los aspectos urbanísticos y los propiamente viarios no puede enfocarse únicamente desde la ingeniería de carreteras. Para ser eficaz, una empresa semejante precisaría de una metodología pluridisciplinar y de un marco jurídico-administrativo más amplio que el de los proyectos de carreteras.

Una metodología pluridisciplinar, en efecto, que garantice la toma en consideración de todos los aspectos en presencia y de las variadas técnicas de intervención sobre cada uno.

Otro marco jurídico-administrativo, porque desde los proyectos de carreteras únicamente puede definirse el uso y construcción del espacio vial, y en un proyecto integrado como el que se pretende deben definirse también aspectos externos a la vía, aspectos propiamente urbanísticos.

Este método de diseño de carreteras en medios urbanizados parte, por tanto, de la hipótesis de que únicamente el procedimiento pluridisciplinar que garantice el análisis y valoración del conjunto de exigencias que inciden sobre el espacio vial y diseñe coordinadamente el conjunto, en cada caso concreto, es capaz de garantizar una adecuada integración entre carretera y entorno urbanizado. Como se ha dicho, para el caso de las travesías, «la única llave posible para resolver la cohabitación entre el tráfico y la vida local es la aproximación global concertada para establecer un verdadero plan de urbanismo de la columna vertebral del pueblo» (Saseiras, 1990).

Este procedimiento supone, por tanto, cambios importantes respecto a la forma tradicional de proyectar carreteras, que implican, a su vez, la preparación de un marco técnico e institucional también novedoso en la tradición española.

El cambio metodológico fundamental es proyectar coordinadamente, integrándolos en un mismo diseño, lo que sería la plataforma de la carretera urbana, las aceras, los espacios para peatones y libres, el estacionamiento, los volúmenes de edificación, el acondicionamiento (pavimentos, jardinería, señalización, etc.), las intersecciones e inicio de las calles o carreteras ad-

<sup>10</sup> Probablemente el país donde más investigaciones y proyectos de este tipo se han realizado es Francia (CETUR, 1986; SETRA, 1986 y 1987; MULT, 1986). Otros países como Alemania, Bélgica, Holanda, etc., también han realizado experiencias y desarrollan en la actualidad proyectos de diseño integrado (PIARC, 1987; TIELEMANS, 1990).

yacentes, los accesos a propiedades, etc. Es decir, un área urbana en torno a la carretera, un «área de intervención» (Veloso Pinto, 1987).

Este cambio del objeto de proyecto o diseño, desde la simple carretera al conjunto del espacio viario, implica, por sí mismo, la necesidad de integrar en el trabajo a profesionales distintos de la ingeniería de carreteras y muy concretamente a técnicos ligados al trabajo urbanístico.

Pero este nuevo objeto de proyecto, el espacio viario, supone también la implicación de las instituciones encargadas de la planificación y gestión urbanística, es decir, fundamentalmente, las autoridades locales. Es decir, la necesaria pluridisciplinariedad técnica implica, también, una pluridisciplinariedad institucional. Sin ella, sin el compromiso mutuo entre el organismo responsable de las carreteras y el Ayuntamiento respectivo, en un plan urbanístico legalmente sancionado, no hay garantía de coordinación en operaciones de construcción o remodelación viaria, que pueden requerir adquisiciones de suelo, modificación de usos o normativas vigentes o, incluso, la recalificación urbanística de terrenos para hacerlas económicamente viables <sup>11</sup>.

La realización de un proyecto de diseño integrado necesitaría, además, una cooperación financiera entre los organismos presentes, en la medida en que la ejecución del proyecto puede suponer la realización de obras de la competencia administrativa y presupuestaria de ambas administraciones, urbanística y de carreteras.

Naturalmente este nivel de coordinación técnica, económica e institucional entre autoridades urbanísticas y de carreteras (regionales o estatales) no es una tarea fácil y la experiencia de la colaboración entre Ayuntamientos y MOPU a lo largo de las últimas décadas, con tantos o más conflictos que acuerdos, no garantiza el éxito del sistema.

No obstante, la agudeza con que comienzan a plantearse los conflictos entre la carretera y las áreas urbanas, especialmente en los entornos metropolitanos, y la conciencia de que en su resolución deben tomarse en cuenta todas las exigencias presentes o futuras sobre el espacio vial, sin jerarquías ni prioridades previas, animan a iniciar en España un método que, en otros países, ha dado ya resultados interesantes.

En cualquier caso, la construcción de una metodología rigurosa y detallada, que especifique secuencias, aspectos a considerar, técnicas, agentes a consultar, toma de decisiones, parece la mayor garantía de éxito. De ahí que la mayoría de las experiencias conocidas se plasmen, fundamentalmente, en la propuesta de una metodología de elaboración del proyecto en todos sus aspectos, tanto técnicos como administrativos, económicos, jurídicos, políticos o sociales.

Una metodología es, por otra parte, la única aportación que puede hacerse a un sistema de diseño que parte de la base de que cada caso concreto debe ser resuelto de acuerdo con las especiales circunstancias que en él confluyen y que rechaza, por tanto, la aplicación de recomendaciones genéricas (Tielemans, 1987).

## 5.2. *Secuencias metodológicas*

Se expone a continuación un esquema de las posibles secuencias metodológicas a seguir para la elaboración de un proyecto de diseño integrado de carretera en áreas urbanizadas:

A. *Acuerdo de iniciación de los trabajos*, suscrito por la autoridad de carreteras y la urbanística (municipal). Debería contener, al menos:

- Establecimiento de la figura de planeamiento que proporcione la cobertura urbanística y legal (Plan Especial, modificación de Plan General, etc.).
- Delimitación del área objeto del diseño integrado.

<sup>11</sup> Uno de los aspectos en que se ha demostrado más eficaz la coordinación urbanística y viaria en los métodos de diseño integrado ha sido el económico-financiero. Así, por ejemplo, diversos proyectos de desnivelación de vías rápidas en ciudades francesas y alemanas se han logrado financiar mediante la venta o alquiler de los derechos urbanísticos para construcción de edificios o estacionamientos, por encima o por debajo del nivel de la carretera, establecidos en el propio proyecto. Construcciones que sólo eran posibles tras la desnivelación de la carretera, pero que sólo podían legalizarse mediante cambios en la normativa urbanística (ejemplos expuestos en ENPC, 1989).

— Creación y composición de una Comisión de seguimiento, que integre a los organismos implicados, a los técnicos y a representantes de los usuarios (residentes, comerciantes, promotores, conductores, etc.).

— Equipo técnico mínimo, plazo, presupuesto, año horizonte a utilizar, etc.

B. *Recogida de información.* El proyecto debe partir de un conocimiento exhaustivo del funcionamiento y características del área, parte del cual será necesario obtener mediante encuestas y entrevistas. Debe incluir, al menos:

— Definición física actualizada y servicios afectados.

— Datos de tráfico rodado: IMD, variaciones temporales, IHP, composición del tráfico, origen y destino, movimientos en las intersecciones, velocidad, comportamiento de los conductores, líneas y paradas de autobuses, etc.

— Datos de la utilización de la vía y su entorno por peatones, que incluyan: itinerarios, pasos, puntos de generación, atracción o concentración, variaciones temporales, etc.

— Actividad en los bordes de la vía: usos del suelo y de la edificación, con localización de aquellos generadores de tráfico rodado o de peatones (comercio, escuelas, fábricas, etc.) y de aquéllos con especiales exigencias ambientales (hospitales, escuelas, áreas residenciales, etc.).

— Determinaciones urbanísticas y otras ordenanzas que afecten al área.

— Estudio de accidentes: tipología, localización, causas, gravedad, frecuencia, etc.

— Estudio del estacionamiento.

— Análisis de la edificación: tipología, accesos, altura, fondo, aislamientos, etc.

— Análisis estético-paisajístico, con la valoración de la vía por los usuarios.

— Papel de la vía en la red y en la estructura urbana.

C. *División de la vía en tramos* con problemática homogénea, susceptibles de tratamiento unitario. Esta división debe basarse en puntos significativos del recorrido, como intersecciones o edificios de interés, que puedan servir de referencia para la identificación visual de los tramos por los conductores.

D. *Definición de objetivos por tramos*, a decidir tras un debate de las conclusiones de la información por la Comisión de seguimiento, que incluiría:

— Objetivos y funciones prioritarias en cada tramo, así como su papel en el conjunto de la travesía.

— Relación o secuencia entre tramos, con señalamiento de puntos o zonas de transición.

— Velocidad de circulación, tipo de regulación, movimientos permitidos y prohibidos y otros parámetros de diseño viario.

— Espacio urbano y edificios a potenciar por el proyecto.

E. *Elaboración y discusión de alternativas por tramos*, que puede incluir:

— Plano de definición física de la travesía.

— Establecimiento de los ritmos, secuencias y transiciones entre diversas secciones.

— Definición de intersecciones y pasos de peatones.

— Técnicas de regulación de la velocidad a aplicar, en su caso.

— Técnicas de expresión visual de las funciones de cada tramo para hacerlas legibles por los conductores.

— Criterios para la determinación de usos admisibles.

— Criterios sobre localización y diseño de accesos a propiedades.

— Criterios sobre acondicionamiento, materiales, etc.

F. *Debate público de alternativas* o de la alternativa elegida entre los usuarios, con exposición y presentación de trabajos, discusiones por grupos de intereses, etc.

G. *Elaboración y aprobación del proyecto.* Con independencia de los contenidos obligados por la figura de planeamiento que desarrolle, este proyecto debería además contener:

— Definición física de la vía y su entorno.

- Normativa urbanística para el área.
- Proyecto de construcción de la vía y de urbanización del área, incluyendo el acondicionamiento, la señalización, materiales, jardinería, etc.
- Secuencias o fases constructivas.
- Participación financiera de las instituciones implicadas.
- Regulación de la circulación y el estacionamiento.
- Mantenimiento.

### 5.3. *Campo de aplicación*

El procedimiento descrito es, en principio, adecuado para todos los proyectos de carreteras que atraviesan áreas urbanizadas, con independencia de su densidad, morfología, usos, etc.

No obstante, la escasa articulación existente en España entre administraciones, la falta de tradición pluridisciplinar en el proyecto de carreteras y la propia complejidad de los procedimientos para aprobación de planes urbanísticos hacen que, por el momento, el esfuerzo que requieren estos proyectos de diseño integrado sólo sea justificable en ciertas ocasiones.

Puede decirse que los proyectos de diseño integrado tienen su campo de aplicación más específico y resultan más operativos allí donde los métodos tradicionales se han mostrado incapaces de resolver los conflictos existentes y donde, simultáneamente, se dan algunas condiciones que permitan su desarrollo.

Los proyectos de diseño integrado resultan más útiles, por tanto:

- Con altas densidades residenciales o comerciales en el entorno atravesado por la carretera.
- Con volúmenes de tráfico superiores a 3.000 vehículos diarios e inferiores a 10.000-12.000, para soluciones a nivel, y con soluciones desniveladas (soterramiento, normalmente) para volúmenes superiores.
- En situaciones topográficamente comprometidas o con dificultades de obtención de suelo.

Como condiciones pueden señalarse:

- Existencia de conflictos y disfunciones tanto para el tráfico rodado como para la vida urbana.
- Existencia de grupos de usuarios organizados o de iniciativas ciudadanas para resolver el conflicto.
- Actitud positiva y abierta de los políticos y técnicos municipales, así como de la autoridad de carreteras.

## 6. *A modo de conclusión*

La construcción de un espacio suburbano coherente, que logre integrar sin conflictos las necesarias vías de tráfico de paso con las áreas urbanizadas, no puede ya concebirse desde los métodos tradicionales de proyecto de carreteras. Exige una renovación que tome en cuenta el entorno, como dato y objeto del proyecto, y amplíe la consideración de las funciones que cumplen las infraestructuras viarias.

Aunque las tres aproximaciones presentadas pueden suponer un avance respecto a los métodos tradicionales, es evidente que únicamente el diseño integrado puede responder plenamente a la resolución de un problema que es, al mismo tiempo, viario y urbanístico. Sin embargo, ello exige cambios importantes en los hábitos administrativos, políticos y técnicos españoles.

Exige, en efecto, una actitud positiva y una preparación de las distintas administraciones para colaborar en proyectos conjuntos. Ello implica una cierta flexibilidad organizativa, que per-

mita la asignación de personas y recursos a dichos proyectos, que acorte plazos y simplifique procedimientos, para no hacer interminables los procesos, etc.

Exige también cambios en las actitudes de los políticos elegidos a nivel local, regional o estatal que les anime a compartir responsabilidades con otros niveles y orientaciones políticas, a utilizar la negociación como instrumento de resolución de conflictos y la concertación como sistema de trabajo entre administraciones.

Exige, finalmente, cambios en la formación y actitudes de los técnicos de carreteras, que les ayuden a superar la visión corporativa de las competencias profesionales y animen a la colaboración multiprofesional, que cuestionen la estrecha visión del entorno como algo ajeno al proyecto, etc.

Todo ello no es fácil. Pero la agudeza de los problemas presentes, el creciente debate en medios profesionales y la publicación de trabajos tentativos sobre el tema por parte de algunas administraciones<sup>12</sup> parece actuar en favor de dicha renovación.

De lograrse, se habrá dado un paso importante para afrontar con más eficacia la integración entre carreteras y entornos suburbanos y se habrá contribuido a la superación de la tradicional separación entre urbanismo y transporte existente en España. □

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- CETUR-ADTS (1990): *Congress Internationale Vivre et Circuler en Ville*, CETUR-ADTS, París, 1990.
- CETUR (1983): *Voies en entrée d'agglomération. Voies en périphérie de ville. Note de Synthèse*, CETUR, Bagneux, Francia.
- CETUR (1978): *Le bruit dans l'exploitation des routes urbaines. Les dossiers du CETUR. Thème: le bruit routier*, CETUR, Bagneux, Francia.
- CETUR (1978): *Carrefours urbains. Conception et aménagement*, Guide CETUR, Bagneux, Francia.
- DE LA HOZ, C., y POZUETA, J. (1991): *Diseño de carreteras en áreas suburbanas*, Consejería de Política Territorial de la Comunidad de Madrid, Dirección General de Transportes, Madrid.
- DE LA HOZ, C., y POZUETA, J. (1989): *Recomendaciones para el diseño de glorietas en carreteras suburbanas*, Consejería de Política Territorial de la Comunidad de Madrid, Dirección General de Transportes, Madrid.
- DIRECTORATE OF PUBLIC ROADS (DPR, 1985): *Road System and Road Standard. Proposal for Revision of Road Design Policy Manuals*, Public Roads Administration, Norway.
- ENPC (1989): *Voie et Ville: L'Urbanisation aux abords des grands viareries urbaines*, Jornada organizada por l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 29 de noviembre, 1989, París.
- INSTITUTION OF HIGHWAY AND TRANSPORTATION AND DEPARTEMENT OF TRANSPORT (DT, 1987): *Roads and Traffic in Urban Areas*, HMSO, Londres.
- INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (ITE, 1988): *The Effectiveness of High-Occupancy vehicle Facilities*, Institute of Transportation Engineers, Washington D. C.
- MOPU (1989): *Guías metodológicas para la elaboración de estudios de impacto ambiental. 1. Carreteras y ferrocarriles*, MOPU, Madrid.
- MOPU (1986): *Recomendaciones para el proyecto de enlaces*, MOPU-Dirección General de Carreteras, Madrid.
- MOPU (1987): *Recomendaciones para el proyecto de intersecciones*, MOPU-Dirección General de Carreteras, Madrid.
- MOPU (1989): *Recomendaciones sobre glorietas*, MOPU-Dirección General de Carreteras, Madrid.
- MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DU LOGEMENT, DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE ET DES TRANSPORTS (MELATT, 1991): *Instruction sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Voies Rapides Urbaines (ICTAVRU)*, CETUR, Bagneux, Francia.
- MINISTERE DE L'URBANISME, DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS (MULT, 1986): *Les traversées et déviations d'agglomération*, Cycle d'études «Sécurité et infrastructures routières», Thème V. Direction des Routes, Ministère de l'Urbanisme, du Logement et des Transports, París.
- OCDE (1989): *Environnement et infrastructures de transport. Table ronde*, OCDE.
- OCDE (1986): *Contre le bruit*, OCDE, París.
- PIARC (1987): *XVIIth World Road Congress: Roads in Urban Areas*, Bruselas, 13-19 de septiembre. Permanent International Association of Road Congresses (PIARC), Bruselas (ponencias por países).
- SANCHEZ BLANCO, V. (1984): *Manual de diseño antirruido en carreteras*, Comité Nacional Español de la AIPCR, Madrid.
- SANZ SA, J. M. (1990): *El ruido*, MOPU, Madrid.
- SASERAS, J. (1990): «L'Aménagement des traversées d'agglomération: un acte d'urbanisme. La pratique des Pyrénées Orientales», en *Congrès Internationale Vivre et Circuler en Ville*, CETUR-ADTS, París, 1990.
- SETRA (1987): *P'TITAGOR. Une méthodologie pour l'étude des traversées des petites agglomérations en application des principes de lisibilité de la route*, SETRA, Bagneux, Francia.

<sup>12</sup> Además del trabajo ya mencionado de la Dirección General de Transportes de la Comunidad de Madrid, la Dirección General de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas ha elaborado varios documentos al respecto.

- SETRA (1986): *Conceptions des déviations d'agglomération. Prise en compte de la sécurité*, SETRA, Bagnaux, Francia.
- SETRA (1984): *Securité dans les traversées de petites agglomerations: Elements de reflexión*, SETRA, Bagnaux, Francia.
- SETRA (1986): *Aménagement des carrefours sur routes interurbaines a 2 x 2 voies. Note d'Information*, SETRA, Bagnaux, Francia.
- TIELEMANS, P. (1990): «Reaménagement de routes principales belges dans la traversées d'agglomération», en *Congrès Internationales Vivre et Circuler en Ville*, CETUR-ADTS, Bagnaux, Francia.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB, 1981): *Highway Noise Barriers*, Transportation Research Board, Washington D. C.
- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB, 1975): *Bus Use of Highways. Planning and Design Guidelines*, Transportation Research Board, Washington D. C.
- UNION DES PROFESSIONNELS SUISSES DE LA ROUTE (VSS, 1985): *Norme Suisse*, VSS, Zurich.



\* **Julio Pozueta Echavarri** es Doctor Ingeniero de Caminos, Profesor Titular de Urbanística y Ordenación del Territorio en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.