



La revista de los  
Ingenieros de Caminos,  
Cañales y Puertos

**3540** FEBRERO 2013

REVISTA DE  
OBRAS PÚBLICAS

# ROP

MONOGRÁFICO CARRETERAS

Carreteras, territorio y utopía moderna  
José Ramón Navarro Vera

La conexión infinita  
César Lanza Suárez

## Otra mirada a la carretera

Carlos Nárdiz Ortiz







## Otra mirada a la carretera

Este primer número monográfico de la ROP es fruto directo, sin solución de continuidad, de los últimos trabajos realizados en Ingeniería y Territorio preparando una edición que tenía justamente por nombre “Otra mirada a la carretera”, y cuyos autores había de coordinar Carlos Nárdiz, como así ha sido en el ejemplar que tienen ustedes entre las manos. Es pertinente informar, por una y última vez, que en lo sucesivo, y hasta nueva orden, el espíritu de lo que entre muchos hacíamos en Ingeniería y Territorio, habitará el cuerpo de los monográficos de la ROP. Para los lectores, IT ha desaparecido de muerte súbita y sin enfermedad previa. Para los que la hacíamos siempre estará mal enterrada. Dicho esto, me gustaría que en el futuro pudiéramos decir que en nuestro caso se cumplió de la mejor manera el adagio siciliano del Gatopardo “que todo cambie para que todo siga igual”, y que como habría sugerido el gran Descartes, adaptémonos a las formas imperantes, si ello nos ha de permitir seguir pensando libremente.

Y este número, es un ejemplo particularmente significativo de ese espíritu que intentaremos mantener en las páginas de estos monográficos cuasi bimestrales.

Pocos temas de nuestra profesión han sido en las últimas décadas tan banalizados, tan reducidos a la mínima expresión intelectual, a la mínima expresión de la definición geométrica, gregaria de unas normas excesivas por lo mínimas, y del análisis funcional más grosero, como “la carretera”.

Evidentemente, esos antecedentes hacían de la carretera un objeto ideal para la reflexión radical y crítica. Y créanme que así ha sucedido. Entre sus manos, o en la pantalla frente a sus ojos, tienen una admirable colección de reflexiones y contribuciones, que consiguen convertir el pensar “la carretera” en un pensar

el mundo que habitamos, el mundo que somos y que vamos siendo en función de lo que hacemos sobre él.

La carretera como metáfora y reflejo del hombre sobre la tierra, que es mucho más lo que somos que no donde estamos.

Así, delicioso César Lanza, que queriendo mostrar la condición topológica de la carretera, nos muestra la condición topológica del ser humano, lo que para un lingüista estructuralista es obvio. Clase magistral que acaba con “El final de la utopía”, en el sentido inverso al de Marcuse, es decir, la verdad compleja es difícil de aplicar al mundo de los hombres, aunque bien definida matemáticamente. Marcuse, al que alude Damián Sala en un artículo lleno de optimismo poético, casi de fe poética. José Ramón Navarro ahonda también desde una reflexión postmarxista en el final negativo de la utopía “hemos ganado la realidad, hemos perdido el sueño”. Y después un ramillete de muy interesantes contribuciones metodológicas, de las que no puedo dejar de destacar la siempre valiente y acertada crítica de Manolo Herce a los medios y los fines con los que el ingeniero es obligado a enfrentarse a la planificación, el proyecto y la ejecución de las carreteras. Y frente a los que, por supuesto, hay que rebelarse.

Con este nivel de pensamiento al servicio de la ingeniería, más pronto que tarde el mundo sería mejor para las personas.

Bravo por los autores, les garantizo que no hay un artículo que no merezca la pena leer. Nos hemos puesto el listón muy alto. Que dure.

**Ramiro Aurín**

Coordinador de números monográficos

# SUMARIO

**La revista decana de la  
prensa española no diaria**

**Director**

Antonio Papell

**Coordinador de números  
monográficos**

Ramiro Aurín

**Redactores Jefe**

Paula Muñoz (reportajes)  
Raquel Cubero (información)  
Juan A. Sánchez (noticias)

**Coordinador**

Jesús Benito

**Fotografía**

Juan Carlos Gárgoles

**Publicidad**

MM Mass Media  
Hermosilla 64 6ºB  
T. 91 432 08 39

**Imprime**

Gráficas 82

**Depósito legal**

M-156-1958

**ISSN**

0034-8619

**ISSN electrónico**

1695-4408

**ROP en internet**

ropdigital.ciccp.es

**Suscripciones**

ropdigital.ciccp.es/suscripcion.php  
suscripcionesrop@ciccp.es  
T. 91 308 19 88

**Edita**

Colegio de Ingenieros de  
Caminos, Canales y Puertos  
Calle Almagro 42  
28010 - Madrid

**www.ciccp.es**

- 
- 7 **Otra mirada a la carretera. La relación con el territorio atravesado o construido**  
Carlos Nárdiz Ortiz
- 
- 21 **Carreteras para una movilidad equitativa**  
Manuel Herce Vallejo
- 
- 31 **Carreteras, territorio y utopía**  
José Ramón Navarro Vera
- 
- 41 **La conexión infinita**  
César Lanza Suárez
- 
- 51 **La recuperación del patrimonio de las carreteras históricas**  
José María Coronado Tordesillas  
Rita Ruiz Fernández  
Francisco Javier Rodríguez Lázaro



---

**59** **Las carreteras y la planificación territorial**  
Francesc Magrinyà Torner

---

**65** **Integración del transporte público en las carreteras de acceso a las ciudades**  
Jesús Rubio Alférez

---

**73** **El camino y la claridad del paisaje**  
Damián Álvarez Sala

---

**81** **Mirar desde el cielo**  
Jorge Bernabeu Larena

**Consejo de Administración**

**Presidente**

Miguel Aguiló Alonso

**Vocales**

Juan A. Santamera Sánchez  
José Manuel Loureda Mantiñán  
José Javier Díez Roncero  
Rocío Báguena Rodríguez  
Juan Guillamón Álvarez  
Luis Berga Casafont  
Roque Gistau Gistau  
Benjamín Suárez Arroyo  
José Antonio Revilla Cortezón  
Francisco Martín Carrasco



**Foto de portada**  
Autovía A-92  
Gloria Rodríguez (2001)



**-10% de DESCUENTO**

**EN HOTELES ELBA**

**MOTRIL - GRANADA**

ELBA MOTRIL BEACH & BUSINESS HOTEL \*\*\*\*

---

**ESTEPONA-MÁLAGA**

GRAN HOTEL ELBA ESTEPONA & THALASSO SPA \*\*\*\*\*

---

**COSTA BALLENA, ROTA - CÁDIZ**

GRAN HOTEL ELBA COSTA BALLENA \*\*\*\*

**-10% de DESCUENTO**

**EN HOSPES HOTELES (CADENA DE LUJO)**

**ALICANTE**  
HOSPES AMÉRIGO \*\*\*\*\*

---

**CÓRDOBA**  
HOSPES PALACIO DEL BAILÍO \*\*\*\*\*

---

**PUIGCERDÁ (GIRONA)**  
HOSPES VILLA PAULITA \*\*\*\*\*

---

**GRANADA**  
HOSPES PALACIO DE LOS PATOS \*\*\*\*\*

---

**MADRID**  
HOSPES MADRID \*\*\*\*\*

---

**SEVILLA**  
HOSPES LAS CASAS REY DE BAEZA \*\*\*\*\*

---

**VALENCIA**  
HOSPES PALAU DE LA MAR \*\*\*\*\*

desde **599€** **5% de DESCUENTO acumulable**

**¡TASAS DE EMBARQUE INCLUIDAS!**

**CRUCERO**  
**Salida: 21 Marzo**

Compañía: **NORWEGIAN CRUISE LINE**

Buque: **NORWEGIAN SPIRIT**

Crucero: **ISLAS CANARIAS Y MADEIRA**

Puerto de Embarque: **BARCELONA**

Duración: **10 días / 9 noches**

Categoría: **👑👑👑**

Itinerario: **Barcelona - Funchal (Madeira) - Santa Cruz de Tenerife - Arrecife - Málaga - Barcelona**

Precios por persona basados en ocupación doble en régimen de Pensión Completa. Cuota de servicio (12\$ por persona y día) y gastos de gestión (9€ por reserva) no incluidos.

**-5% de DESCUENTO\***

\* En el resto de productos de nuestra mayorista exclusiva Tourmundial. Consulta condiciones.

**INFORMACIÓN Y RESERVAS:**  
Cooperativa de Caminos  
• C/ Almagro, 8 y 42  
Tel.: 91 308 39 93 • Fax: 91 308 54 51  
E-mail: cooperativacaminos@viajeseci.es

**VIAJES**

**El Corte Inglés**  
C.I.C. MA. 59

# Otra mirada a la carretera

## La relación con el territorio atravesado o construido



**Carlos Nárdiz Ortiz**

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

### Resumen

La mirada tradicional de los ingenieros de Caminos, Canales y Puertos hacia las carreteras, con normas que llevamos aplicando desde las primeras décadas del siglo XX para las carreteras de nuevo trazado, tanto en territorios rurales como en urbanos, fue puesta ya en discusión en las últimas décadas del siglo anterior, en donde la relación con el territorio atravesado o construido por las propias carreteras, se convertirá progresivamente en el elemento esencial de proyecto, incluidas las propias obras de fábrica.

Profundizar en las relaciones entre las carreteras y el territorio atravesado, con sus condicionantes funcionales (integrando otros medios de transporte diferentes del automóvil) y paisajísticos (desde dentro y desde fuera de la carretera) como una oportunidad para recuperar paisajes urbanos o rurales, sigue siendo una asignatura pendiente en nuestros proyectos de carreteras, por lo que este artículo y este número monográfico de la revista intentan avanzar en experiencias fuera y dentro de España, teniendo en cuenta que en el escenario actual, de fuerte reducción de las inversiones, los ciudadanos demandarán más que nunca obras necesarias y bien hechas.

### Palabras clave

Carretera, paisaje, estética, territorio

La experiencia actual de lo ocurrido desde las dos primeras décadas del siglo anterior, en el que se pusieron las bases de un nuevo modelo de carretera, las autopistas, que sustituyeron a las primeras carreteras modernas de la segunda mitad del XVIII y del siglo XIX es que, como refleja este número de la revista, existen múltiples miradas hacia las carreteras. Sin embargo, desde el acercamiento de los ingenieros de Caminos a las carreteras, todas ellas confluyen en una: la relación con el territorio atravesado o construido (Fig. 1).

### **A different view of the road**

#### *The relationship with the surrounding or built-up area*

### Abstract

*The traditional focus of civil engineers with regards to roads, under the standards and codes applied ever since the early 20th century for new roads in both rural and urban areas, has been subject to some debate since the latter part of the last century and where the relationship between the area bisected or formed by the road has gradually been seen as an essential element of the project, including the engineering works themselves.*

*Modern-day road projects still require a more profound relationship between the roads and the bisected areas, encompassing all factors of both functional nature (incorporating other means of transport apart from the motor vehicle) and with respect to the landscape (from both within and outside the road). With this in mind, the present article and this monographic edition of the journal wish to draw on the experiences from both home and abroad, in the light of the current financial climate with heavy reductions in investment and with increasing demands by the public for necessary and well-built roadworks.*

### Keywords

*Road, landscape, aesthetics, territory*

*From the experience gained since the early 1900's, in which the foundations were laid for a new road model, that of motorways, which were to replace the first modern roads of the late 18th and 19th century, roads have been subject to all manner of focuses, as is reflected in this edition of the journal. However, ever since civil engineers first became involved in road building, these focuses have all converged into one: the relation with the bisected or built up area (Fig. 1).*

*The traditional focus, based on road design and construction standards and codes internationally in force for almost a century now (though not introduced in Spain until the 1960's on account of diminished traffic*



**Fig. 1. Camino Real de Os Nogais a Piedrafita entre Castaños. Tramo de la primera carretera moderna de acceso a Galicia en la segunda mitad del XVIII / Camino Real from As Nogais to Piedrafita. A section of the first modern road to Galicia, built in the second of the 18th century**

La mirada tradicional, que viene de normas de proyecto y construcción de carreteras de nuevo trazado que llevamos aplicando casi un siglo (aunque aquí en España el crecimiento del tráfico solo las demandase a partir de los años 60 del siglo XX), y que han supuesto mejoras técnicas indudables en las obras de fábrica, los movimientos de tierras y los trazados, que siguen formando el grueso de las enseñanzas con las que los ingenieros de Caminos nos enfrentamos al proyecto y a la construcción de las carreteras, ha considerado esa relación con el territorio (más allá de los condicionantes orográficos) como un obstáculo a las exigencias geométricas de la carretera.

De forma creciente, sin embargo, y de forma más clara a partir de los años 60 en Europa (con el precedente americano de las críticas de Munford al programa interestatal de carreteras), fueron surgiendo cada vez más voces contra el acercamiento tradicional de los ingenieros a las carreteras, hasta el punto de que en los proyectos de carreteras urbanas, o de carreteras que atraviesan paisajes singulares, el reclamo por parte de la Administración de otros profesionales que planteasen alternativas al proyecto con una mirada más compleja de lo que significan para el territorio atravesado o construido, ha sido creciente.

En este número, de forma intencionada, escriben fundamentalmente ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, buscando una reflexión interna desde la propia profesión. Existen indudablemente otras miradas, como bien ha reflejado el cine, la literatura, la pintura o la escultura desde comienzos del siglo XX. Entre ellas, habría que incluir también la de los urbanistas, que ante la sorpresa que les produjeron las carreteras es-

demand), and which have unquestionably brought about technical improvements in road engineering works, earth movements and road layout, and which continues to form the main body of science with which civil engineers approach the design and construction of roads, has tended to consider this relationship with the surrounding territory (over and above the restraints imposed by the terrain) as an obstacle to the geometric requirements of the road.

However, this traditional approach to roads by engineers has been subject to ever increasing criticism as from the 1960's in Europe (following the precedent set by Munford on questioning the US interstate highway programme) to the extent that the authorities increasingly require other professionals to present alternatives to urban road projects or roads passing through scenic landscapes, with a more encompassing view with respect to the surrounding or built-up territory.

This edition of the journal is intentionally and primarily composed of articles by civil engineers seeking an inner reflection from the standpoint of their own profession. There are undoubtedly other focuses, as has been well chartered in film, literature, painting or in sculpture ever since the start of the 20th century. Among these we have to include that of town planners who, in response to the shock caused by specialised roads built for and at the service of the motor vehicle, made proposals for new models of cities to transform the centres or organise the growing suburban sprawl, in the same manner as with the railway one century earlier.

All these focuses are necessary, including those of the road users themselves or those whose lives it affects, whether by passing through a rural landscape or in the vicinity of their homes. The engineer designing and building these roads has to give due consideration to all these concerns and traditional standards and parameters, as evidenced by this special edition, are no longer sufficient for new road or road modification projects which have to face new challenges to meet the demands of the public, and not exclusively related to increases in capacity and speed.

Under the current situation, with the majority of all necessary motorways and highways already built and with financial and space restraints that have put paid to the previous tendency to construct new roads, moves are now being made towards a new focus, seeking the greater efficiency of the existing road network, particularly at the approaches to cities, which favour other forms of transport in addition to the private vehicle. The essential role taken by roads in the construction of territory makes it necessary to balance out the functional dimension of the road with the ensuing effects that these have on the surrounding or developed area (Fig. 2).

From the perspective of the landscape, the bisected territory forms part of the road landscape, which uncovers new urban or rural landscapes,

pecializadas construidas al servicio del automóvil, realizaron propuestas de nuevos modelos de ciudad para transformar el centro, o para ordenar los crecimientos suburbanos de las periferias, como en el siglo anterior había ocurrido con el ferrocarril.

Todas ellas son necesarias, incluidas las de los usuarios de las carreteras, o las de aquellos que las perciben por atravesar los paisajes rurales o los tejados de sus viviendas. En todas ellas tendría que pensar el ingeniero que las proyecta y construye, en donde las normas y los parámetros tradicionales como se pone de manifiesto en este número, ya no son suficientes para enfrentarse con el proyecto de transformación de las carreteras existentes o de carreteras de nuevo trazado que tienen que hacer frente a nuevos retos más integradores de las demandas de los ciudadanos, no relacionados exclusivamente con el aumento de la capacidad y la velocidad.

En el escenario actual, construidas la mayor parte de las autopistas y autovías necesarias, y con limitaciones económicas y espaciales para continuar con el escenario tendencial en el que habíamos entrado en la construcción de carreteras de nuevo trazado, se está produciendo una nueva mirada hacia la búsqueda de la eficiencia de la red existente, en especial en los accesos a las ciudades, que favorezca otras formas de transporte diferentes del vehículo privado. El papel trascendental que tienen por otra parte las carreteras en la construcción del territorio, obliga a que la dimensión funcional de las carreteras se equilibre con los efectos que tienen sobre el territorio que atraviesan o construyen (Fig. 2).

Desde el punto de vista paisajístico, el territorio atravesado forma parte del paisaje de las carreteras que descubren nuevos paisajes urbanos o rurales, tanto a los que las recorren (como siempre ha ocurrido con las carreteras tradicionales y de nuevo trazado) como a los que se relacionan con sus obras de fábrica, desmontes, terraplenes, y túneles. En este sentido, a la oportunidad de descubrir nuevos paisajes a través de su recorrido, el problema paisajístico se relaciona en el caso de las autopistas y autovías, con el esfuerzo por integrar el trazado de las mismas (adaptado a las exigencias geométricas de las rasantes y las secciones de las carreteras), en las formas naturales y artificiales del territorio atravesado. En el caso de las carreteras tradicionales, el papel que han tenido en la construcción del territorio adaptadas a las formas geográficas, les otorga hoy una dimensión paisajística, de tal forma que algunas de las carreteras construidas en los siglos XVIII y XIX merecen hoy formar parte del patrimonio cultural, con la necesidad de intervenir sobre las mismas para su recuperación.

*both in terms of the surroundings (as has always been the case with traditional roads and new routes) and with respect to the related engineering works; such as cuttings, embankments and tunnels. In this respect, and notwithstanding this opportunity to disclose new landscapes throughout the route, the main landscaping problem, in the case of motorways and highways, is related to the efforts made to integrate the road within its surroundings (adapted to the geometric restraints of the gradients and sections of the road), in the natural and artificial forms of the bisected territory. In the case of traditional roads, the role these have had in the construction of territory and their adaptation to their geographical surroundings, grant them a landscaping dimension, to such an extent that several of the roads built in the 18th and 19th centuries now deserve to form part of our cultural heritage, with the ensuing need for intervention to ensure their recovery.*

*In urban and suburban landscapes, the lineal and specialized character of roads built after the 1960's in the approaches to town and cities, and the traffic carried by the same, have created landscaped, functional, social, environmental and urban borders together with the built-up areas, river banks and the coastline. This has since given rise to projects to transform these road areas and gain public space for the city. The integration of these borders and the transformation of the nature of these specialized roads into more open roadways permitting both public transport and pedestrian movement within the city imply a large-scale change in terms of road intervention and various examples of this may be seen in this country.*

*Finally, there has been a resurgence in walking, rambling and hiking and where the old 18th and 19th century roads, abandoned railway lines, historic and rural paths or recovered areas on the river banks and shorelines of cities, allow us to interact with the landscape in a different way from that of motorised transport (and including that of non-motorised transport such as the bicycle). This interaction with the*



**Fig. 2. Autopista atravesando los Alpes entre Viena y Venecia / Motorway crossing the Alps between Vienna and Venice**

En paisajes urbanos y suburbanos, el carácter lineal y especializado de las carreteras que se construyeron a partir de los años 60 en el acceso a las ciudades, con el tráfico que las atraviesan, ha determinado bordes paisajísticos, funcionales, sociales, ambientales y urbanísticos con las tramas edificadas y con las márgenes fluviales y litorales, que han dado lugar a proyectos de transformación de estas vías, de las que se ha beneficiado el espacio público de la ciudad. La integración de estos bordes, transformando el carácter de las vías especializadas, en vías más transversales que soporten también el transporte público y los recorridos a pie en las ciudades, está suponiendo un cambio de escala de las intervenciones viarias, de las que se pueden poner algunos ejemplos también en nuestro país.

Finalmente, estamos asistiendo a una revalorización de la actividad de caminar, en la que las carreteras de los siglos XVIII o XIX, las vías de ferrocarril abandonadas, los caminos históricos y rurales o los espacios recuperados en los bordes fluviales y litorales de las ciudades, nos relacionan con el paisaje de una forma distinta a los medios de transporte motorizados (e incluso los no motorizados como la bicicleta). Esta relación paisajística que se tiene con el territorio recorrido a pie, aparece unida a la revalorización y protección de los caminos históricos (vías romanas, caminos medievales, caminos de Santiago, caminos de la Mesta) y carreteras históricas con un interés patrimonial y paisajístico que implica nuevos retos al proyecto de las carreteras de nuevo trazado, como tratamos en el I Congreso de Carreteras, Cultura y Territorio, que celebramos en A Coruña en marzo de 2010, al que hacen referencia algunos artículos de este número de la Revista.

### La relación con los territorios rurales<sup>1</sup>

La búsqueda de la independencia de las formas geográficas, es consustancial hoy tanto a la construcción de nuevas vías especializadas (autovías y autopistas), como a las nuevas líneas de ferrocarril. Los razonamientos que justifican los nuevos trazados son, en apariencia, estrictamente funcionales, para mejorar las velocidades y los tiempos de viaje entre ciudades, o de estas con sus puertos y aeropuertos. Pero la respuesta, que se produce con nuevos viaductos y túneles, tiene una componente simbólica que se relaciona con el esfuerzo de cada generación por superar los límites con los que no pudieron enfrentarse generaciones anteriores.

Frente a las limitaciones de los trazados adaptados a las formas geográficas de las carreteras tradicionales, la independencia de las mismas es uno de los rasgos que caracte-



**Fig. 3. Viaducto Millau en la Autopista de Montpellier a Clermont-Ferrant / Millau Viaduct on the Montpellier to Clermont-Ferrant Autoroute**

*landscape obtained when passing through a particular area on foot goes hand in hand with the reappraisal and protection of historic routes (Roman roads, Mediaeval roads, the Camino de Santiago network of ancient pilgrimage routes, and drovers' roads) and historic roads of cultural and scenic value that imply new challenges to the design of new road routes, as discussed in the I Congreso de Carreteras, Cultura y Territorio (1st International Congress on Roads, Culture and Territory) held in A Coruña in March 2010 and referred to by several articles of this edition of the Journal.*

### The relation with rural areas<sup>1</sup>

*The search for independence from geographical restraints goes hand in hand today with both the construction of new specialised roads (motorways and highways) and new railway lines. The reasoning behind these new routes are supposedly strictly functional; and, namely, to improve the speeds and travel times between cities, or between these and their ports and airports, but the resulting solution with their new bridges and tunnels has a symbolic element related to the efforts of each generation to meet the unsurpassed challenges of their forebears.*

*As opposed to the limitation of traditional routes adapted to the geographical terrain, modern-day roads are characterised by a freedom from any such restraints. Recent examples of these types of road in Europe may be seen in the Pont de Normandie (near Le Havre), a road bridge spanning the river Seine built in the mid-90's and linking the A-29 autoroute and formed by a 865 m central cable-stayed section; the Millau viaduct, which made it possible to abandon the old road set at the bottom of the valley near the town of Millau and allowed the passage of the new A-75 autoroute, through the construction of a seven-pier viaduct (two of which over 230 m high) and six 342 m long cable-stayed spans: the Oresund Bridge between Denmark and Sweden, built in the late 90's to connect two countries separated by sea, and in a similar vein we may also refer to viaducts such as the 12.3 km long Vasco de Gama bridge in Lisbon, over the mouth of the river Tagus.*

rizan hoy a las nuevas carreteras. Como ejemplos recientes en Europa, podríamos poner los del Puente de Normandie (próximo a Le Havre) construido a mediados de los años 90 para dar continuidad a la autopista francesa A-29, sobre el estuario del Sena, con un tramo central atirantado de 865 m de largo; el viaducto de Millau, que permitió abandonar el paso de la anterior carretera por el fondo del valle en el que se localiza la villa de igual nombre para el paso de la A-75, con siete pilonos (dos con más de 230 m de altura) y seis vanos principales atirantados de 342 m de largo; el puente de Oresund entre Dinamarca y Suecia, construido a finales de los 90 para unir dos países separados por el mar, y en el mismo sentido podríamos citar viaductos como el Puente de Vasco de Gama en Lisboa, sobre la desembocadura del Tajo, de 12,3 km de longitud.

La dimensión paisajística de estas obras singulares que superan los elementos geográficos, se explica por sí misma, tratándose sin duda de obras de ingeniería en las que se fuerzan los tipos estructurales de puentes atirantados (como hace ya casi un siglo se forzó la de la de los puentes colgantes), o la capacidad de perforación de los túneles para superar los condicionamientos geográficos. Frente a los túneles que solo enseñan las bocas de entrada y salida en las laderas de las montañas que atraviesan, los puentes y viaductos se convierten ellos mismos en los elementos centrales del paisaje que atraviesan, hasta el punto que en los nuevos puentes franceses singulares, se dispone un área de servicio en la entrada o salida de los mismos, para su visita. El caso más extremo es el del Viaducto Millau, que aparte de ser visitable desde la proximidad de sus estribos (como ocurre también en el de Normandie, recorrible también hasta las márgenes del Sena) se convierte en un símbolo turístico, que se asocia a la revitalización turística de la villa en el fondo del valle por la que pasaba la anterior carretera (Fig. 3).

A la forma de acercarnos al paisaje dinámico de las carreteras desde una actitud creativa me refería en un artículo en la Revista de Obras Públicas (febrero 2007)<sup>2</sup> en el que señalaba las limitaciones de los estudios paisajísticos y de impacto ambiental actuales, por aproximarnos al territorio de una forma estática, reivindicando la componente de proyecto, con el apoyo de las técnicas de simulación de trazados, para proyectar no solo desde las características de las carreteras, sino desde las características del territorio, en el que aparte de las características físicas, geográficas y ambientales, a las que se deberían adaptar los trazados con la mínima agresión a la naturaleza como defendía Carlos Fernández Casado, está la

*The landscape dimension of these spectacular constructions that overcome geographical restraints is plain to see, these being engineering works that push the structural boundaries of cable-stayed bridges (much in the same way as occurred with suspension bridges almost one century ago), or the boring capacity of tunnels to overcome the geographic conditions. As opposed to those tunnels that only reveal their entrances and exits in the sides of mountains, bridges and viaducts become the central element of the landscape they cross, to the extent where these spectacular new French bridges provide service areas at the entrance or exit of these bridges that serve as a visiting centres. The most extreme case is that of the Millau Viaduct, which in addition to offering a visitor centre close to its abutments (as is also the case with the Normandie Bridge, and where the bridge may be visited up to the banks of the Seine) has since become a tourist landmark, associated with revitalised tourism in the town set at the bottom of the valley where the old road passed (Fig. 3).*

*In order to approach the dynamic landscape of roads from a creative angle, I wish to refer to an article published in this Revista de Obras Públicas (February 2007)<sup>2</sup>, which highlighted the limitations of current landscape and environmental impact studies, on account that these approached the territory in a static way. The article reclaimed the design component, with the assistance of route simulation techniques, to allow a design not only with respect to the road characteristics, but also in terms of the nature of the territory, and where in addition to the physical, geographical and environmental characteristics, to which the route should be adjusted with the minimum natural impact, as defended by Carlos Fernández Casado, it were also necessary to consider the cultural heritage of the constructed territory, and where the territorial bases for the project (extending far beyond the boundaries of the road) then allows the consideration of new roads, not as an imposition, but as a new scale (not only in terms of accessibility) and as part of the historic process in the construction of the territory.*

*Road design manuals such as "Flexibility in Highway Design" refer to aspects that are considered important with regards to territory (conservation of places or landscapes of archaeological interest, respect for the remains of historic roads, conservation of natural land forms and farmlands, positioning of the road for scenic purposes, etc.), though it is necessary to go further and to seek out authors such as José María Coronado, in his thesis on "Evolución de la relación entre carreteras y territorio: criterios territoriales de trazado" [Development of the relation between roads and territory: territorial route criteria"] (Ciudad Real, 2003, unpublished) and to the IAURIF document "Geometrie de la route et relation au site" (Tricaud, P.M. & Chanteloup, G. 2000) to find references to the morphological condition in road routing within the concept of the "trame foncière", which refer to concepts that have been introduced in the area of town planning in interventions in the city and the territory.*

herencia cultural del territorio construido, en donde el soporte territorial del proyecto (que se extiende mucho más allá de los bordes de las carreteras), nos permite entender las nuevas carreteras, no como una imposición, sino como una nueva escala (no solo en las transformaciones de la accesibilidad) sino en el proceso histórico de la construcción del territorio.

Los manuales europeos de proyecto de carreteras como el “Flexibility in Highway Design” hacen referencia a lo que se considera importante en relación al territorio (conservación de lugares o paisajes con un interés arqueológico, respeto a los restos de las carreteras históricas, conservación de las formas naturales del suelo y de las formas agrícolas, localización de la carretera para proporcionar vistas, etc.), pero hay que irse, como descubrió José María Coronado en su tesis sobre “Evolución de la relación entre carreteras y territorio: criterios territoriales de trazado” (Ciudad Real, 2003, inédita), al documento del IAURIF denominado “Geometrie de la route et relation au site” (Tricaud, P.M. y Chanteloup, G. 2000) para encontrar una referencia al condicionante morfológico en el trazado de las carreteras dentro del concepto de la “trame foncière”, que nos remite a conceptos que en el campo urbano se han introducido en las intervenciones en la ciudad y el territorio.

En el concepto de “trame foncière” aparece unida la forma del terreno natural, al que se deben de adaptar las características geométricas de la carretera (con una escala más próxima a las formas del terreno que la geográfica), en la que se incluye la forma de los valles, de las laderas, de los meandros de los ríos o de las direcciones de crecimiento de los núcleos de población. La otra variable a la que se refiere como criterio de proyecto es la imagen del territorio rural (en el urbano o rurbano los problemas son distintos), lo que lleva a un planteamiento de defensa del patrimonio histórico construido en torno a los caminos y carreteras, aparte de la propia traza de los mismos con su adaptación a las formas geográficas, como un patrimonio territorial, en el que la actuación de una vía de nuevo trazado debe ser sensible (más allá de la restitución de la continuidad funcional en sus soluciones de cruce) a este patrimonio construido.

En aquellos territorios complejos desde el punto de vista de las formas históricas de ocupación del territorio, como el caso de Galicia, con una densa trama de núcleos rurales (en Galicia se conservan la mitad de los núcleos de población reconocidos en España, más de 30.000) el problema del paso de las nuevas carreteras por estas tramas históricas, no solo se refiere a las

*The concept of “trame foncière” refers to the adaptation of the geometrical characteristics of a road (on a scale closer to the form of the land than the geographical arrangement) to the natural lie of the land, and including the form of valleys, hillsides, the meanders of rivers or the directions of expansion in villages, towns and cities. The other variable considered as a design criteria is the image of the rural territory (in urban or semi-rural areas, the problems are different), which then implies the defence of historic heritage built alongside paths and roads, in addition to the layout of the same and their adaptation to the geographical arrangement, all in terms of territorial heritage in which the introduction of any new road arrangement should (in addition to respecting functional continuity at all crossing points) respect this constructed heritage.*

*In complex territories in terms of historic land occupation, such as Galicia, with a dense network of rural towns and villages (half of Spain’s recognised towns and villages are located in Galicia, with over 30,000), the problem posed by the crossing of these historic routes by new roads, does not just refer to the discontinuity that this may cause in the existing road network (requiring numerous over and underpasses that affect the landscape of the newly routed road), but also to the social structure, based on relations between towns and parish centres, which is modified as a result of the overlaying of a new route on existing rural routes. From the seventies onwards, this was one of the main reasons for the rejection of the Atlantic motorway route, and more recently in the 90’s and on the construction of highways to Galicia from the central plateau of Spain, the continuous breaks in transverse accessibility led to design modifications to help solve this problem from a functional point of view and even led to the paralysation of recent stretches of highway by the local population, in protest against the imposition of new routes that did away with the existing territorial structure. However, it is also the case that this structure had already been partially modified by the passage of 18th and 19th century roads and, particularly so in the 20th century, by the high concentration of smallholdings.*

*It comes as no surprise in this respect that several new French autoroutes such as the A-85 between Angers-Tours and Vierzon, have shown us the example to be followed, first by the consideration of the forms of the territory, where the intervention of a French landscape-architect such as Bernard Lassus led to the treatment of cuttings and embankments as a result of three-dimensional studies, in search of rounded forms (as opposed to the cuttings made purely in terms of soil stability) and leading to the blending of the modified topography at the edges of the motorway with the surrounding landscape<sup>3</sup>. This same consideration was extended to the rest areas and to road crossings to give continuity to the paths or roads crossing the motorway, and these routes blended in with the landscape come in stark contrast to other routes where the overuse and severity of very high cuttings, stabilized*

discontinuidades que pueden provocar en la red de caminos existentes (para lo que son necesarios numerosos pasos superiores e inferiores que afectan al paisaje de las vías de nuevo trazado), sino a la estructura social, apoyada en las relaciones entre los núcleos y los centros de las parroquias, que resulta modificada como consecuencia de la superposición de un nuevo trazado en las tramas rurales. A partir de los años 70, este fue uno de los elementos en los que se apoyó el rechazo al trazado de la Autopista del Atlántico, y más recientemente en los 90 con la construcción de las autovías a Galicia desde la Meseta, las continuas roturas de la accesibilidad transversal provocaron proyectos modificados para hacer frente desde el punto de vista funcional a esa transversalidad, incluso con la propia paralización de tramos de autovías recientes por parte de los vecinos, en contra de la superposición de trazados que arrasaban con la estructura territorial anterior. Es verdad, que esta estructura había sido ya en parte modificada por el paso de las carreteras del siglo XVIII y XIX, y en el siglo XX especialmente por la concentración parcelaria.

No es extraño en este sentido, que algunas nuevas autopistas francesas como la A-85 entre Angers-Tours y Vierzon, nos señalen el ejemplo a seguir, primero a través de una consideración de las formas del territorio, en donde la intervención de un paisajista francés como Bernard Lassus supuso el tratamiento de los desmontes y terraplenes como resultado de estudios tridimensionales, buscando formas redondeadas (frente a los cortes establecidos por consideraciones de estabilidad de terrenos) de modo que se produjesen transiciones continuas entre la topografía modificada de los bordes de la autopista y el paisaje del entorno<sup>3</sup>. Este mismo planteamiento lo han llevado a las áreas de descanso, o a los cruces para dar continuidad a los caminos o carreteras transversales a la autopista, de tal manera que algo que se nota con nitidez cuando uno pasa de estos trazados construidos con el paisaje, a otros trazados en los que se abusa de los cortes de los desmontes con grandes alturas, estabilizados además con bancales, con muros o con gunitados, es la agresividad que las malas soluciones que la autopista provoca a los que la recorren, produciendo incluso una desvalorización del propio paisaje percibido cuando se recorre la nueva carretera. El cuidado por el tratamiento de los desmontes (más allá de las soluciones clásicas de tratamientos de taludes desde el punto de vista estructural) con la nueva carretera pensada en tres dimensiones, aparece como una necesidad en el trazado de las nuevas carreteras. A mayores, en esta autopista vemos la forma como se ha estudiado la vegetación del entorno y las nuevas plantaciones en los bordes de la carretera, en donde se busca con orientaciones



**Fig. 4. Autopista A-85 en Francia entre Angers-Tours y Vierzon / A-85  
Autoroute in France, between Angers-Tours and Vierzon**

*by terracing, walls or shotcrete, creates an impact on those travelling the new motorway and diminishes their appreciation of the landscape. The care taken with earthworks (over and above the classic solutions of slope treatment from a structural point of view) for a new road, based on three-dimensional studies, appears as an absolute necessity in the layout of new roads. On this motorway we may see the way in which the surrounding vegetation has been studied and the new plantations on the roadsides, and where these plantations have been set out perpendicular to the line of the motorway to lead the eyes of the driver towards the more distant landscapes (Fig. 4).*

*Very high road cuttings are the result of poor design solutions with respect to the selection of the grade of the road and the incorrect positioning of the road section with regards to the valley and mountain slopes (with route selection towards the interior of the slopes to save on engineering works): or the excessive use of terracing and engineering works to support the slopes (frequently unforeseen in the initial design on account of insufficient geological and geotechnical studies) as opposed to alternative tunnel or false tunnel solutions.*

*The selection of the grade of the road in relation to the geographical forms is an essential element of any road project, as this defines the height and independence with respect to the supported land, and is inevitably related to the need for specific works to overcome the geographic conditions and which the Spanish Ministry of Development guidelines<sup>4</sup> attempt to restrict. The raising of the road above the surrounding land (as opposed to the adaptation to the same in traditional roads, due to the limitations of road engineering works and the means of transport) may convert the road into a vantage point over the coastal or mountain landscape, reinforced by the landscape itself in movement, which minimises the appreciation of the forms of the surrounding landscape, including the smaller cuttings. This is undoubtedly the most expensive solution and harks back to the utopic, enlightened projects of the second half of the 18th century, which defended the placing of new roads crossing the country on mountain ridges. Between*

de plantaciones perpendiculares de trazado de la autopista, jugar con las propias vistas del conductor, orientándolas hacia los paisajes más alejados (Fig. 4).

Los desmontes de gran altura son la consecuencia de malas soluciones de proyecto, desde el punto de vista de la elección de la rasante de la carretera, del emplazamiento inadecuado de su sección respecto a las laderas de los valles y montañas (con soluciones de trazado hacia el interior de las laderas para ahorrar obras de fábrica); o de la utilización abusiva de soluciones de bancales y obras de fábrica para sostenimiento de las laderas (no previstas muchas veces en el propio proyecto inicial por los defectuosos estudios geológicos y geotécnicos) frente a las soluciones alternativas tipo túnel o falso túnel.

La elección de la rasante en relación a las formas geográficas es el elemento central de cualquier proyecto de carretera, al definir la altura y la independencia respecto al terreno soportado, que indudablemente se relaciona con la necesidad de obras singulares para el paso de los condicionantes geográficos y que la instrucción del Ministerio de Fomento<sup>4</sup> intenta limitar. La altura sobre el terreno atravesado (frente a la adaptación al mismo de las carreteras tradicionales, por las limitaciones de las obras de fábrica y de los medios de transporte) puede convertir a la carretera en una atalaya sobre el paisaje litoral o de montaña, reforzada por el propio paisaje en movimiento, que minimice asimismo las afecciones a las formas de los paisajes del entorno, incluidas las menores alturas de desmonte. Es, sin duda, la solución más costosa, que remite a proyectos utópicos ilustrados de la segunda mitad del XVIII, que defendían atravesar el país con las nuevas carreteras apoyadas en las crestas de las montañas. Entre la utopía y la realidad hay soluciones intermedias, como la utilizada ya hace más de una década (y en estos momentos desdoblándose) del trazado de la autovía del Cantábrico entre Luarca-Cadavedo, para alejarse de las limitaciones de trazado de la anterior carretera, y que obtuvo por su trazado el premio Puente de Alcántara.

Igualmente, en el paso de los valles con pendientes suaves de transición con las laderas de las montañas que los bordean, la alternativa mejor es adaptar la rasante a “las bocaribeiras” (nombre con el que denominaba Otero Pedrayo la transición entre los terrenos agrícolas o cultos de los valles, con los terrenos incultos o de montaña, por las que además discurren los caminos antiguos), cuya altura sobre el valle ofrece además una buena vista del paisaje desde la carretera. Cuando la afección visual de este trazado es importante desde las poblaciones de los valles, afectando incluso a paisajes litorales,



**Fig. 5. Paso de la Autovía del Noroeste por el Valle de Valcarce / The Northwest Motorway passing through the Valle de Valcarce**

*this utopia and the reality, there are intermediate solutions such as that used over a decade ago (and currently expanded) on the section of the Cantabrico Motorway between Luarca-Cadavedo, to avoid the limitations of the old road route and which obtained the Puente de Alcántara prize for the route selection.*

*Similarly, in the crossing of valleys with smooth transitional slopes with the sides of the surrounding mountains, the best alternative is to adapt the road grade to the hillside or “las bocaribeiras” (the name given by Otero Pedrayo to describe the transition between the farmlands or cultivated areas in the valley and the unfarmed or mountain areas, and where the old roads were located) and where the height over the valley also provides a good view of the landscape from the road. When the visual appearance of this road section may clearly be seen from the towns in the valleys, and even affects the coastal landscape, the best solution is to hide the road under tunnels in the sharply sloping sections, or under knolls of the land itself (or those created by earthworks), and working the grade to adapt it to the unfarmed lands near the foot of the valley. An example of this may be seen on the same Cantabrico Motorway at the San Vicente de la Barquera ringroad section, on clearing the protected area of the estuary floor (Fig. 5)*

*Carriageways set at different heights or walls and viaducts to make the road section independent from the mountain sides have also been used in certain mountain landscapes (with careful design and treatment of both the wall facings and the underside of the viaduct decking), as opposed to more intransigent solutions, based on the lower costs of earthworks, or the embedding of the sections in the mountain sides. In this case, the tunnel or false tunnel is the evident alternative, and where the cost may be potentially lower, when considering the supplementary costs of engineering works to stabilize the slopes or the delays caused by public protests (as was the case with the Madroa tunnel in Vigo)<sup>5</sup> or landslips*

lo mejor es ocultar la traza bajo túneles en los tramos de fuerte pendiente, o bajo las motas del propio terreno (o resultantes de las excavaciones previas), jugando con la rasante para adaptarla a los terrenos próximos al fondo del valle que no tienen un aprovechamiento agrícola. Un ejemplo sería también la propia autovía del Cantábrico en la circunvalación de San Vicente de la Barquera, una vez superado el fondo de la ría al tratarse de un espacio protegido (Fig. 5).

Las calzadas a distinto nivel o los muros y viaductos para independizar la sección de las laderas de las montañas, han sido soluciones también utilizadas en determinados paisajes de montaña (con el tratamiento y el cuidado de proyecto tanto de los frentes de los muros como del intradós del tablero de los viaductos), frente a las soluciones forzadas, apoyadas en los menores costes de los movimientos de tierras, o de la incrustación de las secciones en las laderas de la montaña. En este caso, indudablemente, la alternativa es el túnel o falso túnel, cuyo coste, si se consideran los costes suplementarios de las obras de fábrica para la estabilización de las laderas, o los retrasos en su ejecución por protestas vecinales (como por ejemplo el túnel de la Madroa en Vigo)<sup>5</sup> o por deslizamientos de las laderas (como en el paso de la A-6 por el valle del Valcarcel en la Porteliña) resultantes de las malas soluciones de proyecto, puede ser menor, aparte de las enormes heridas que dejan en el paisaje. La consideración de los costes ambientales y paisajísticos, junto con los económicos derivados de los retrasos de las obras (que afectan también al ahorro de tiempo de viaje y a la reducción de la accidentabilidad), debería tener mayor peso cuando se atraviesan paisajes de montañas en carreteras de nuevo trazado.

### Relación con los territorios urbanos

Los problemas de integración de los viarios de acceso o de circunvalación de las ciudades con las tramas urbanas edificadas, dentro de las ciudades o en sus periferias, se vienen planteando desde los años 60<sup>6</sup>. Proyectar las carreteras de acceso a la ciudad (no de forma sectorial, como la experiencia de las redes arteriales de los años 60 y 70, que generaron conflictos importantes en la época, que se trasladaron incluso a los 80) en relación a los entornos urbanos o rururbanos atravesados, es tener en cuenta su papel en la construcción de la ciudad metropolitana actual.

Sin embargo, lo que caracteriza hoy algunas intervenciones recientes, no son las soluciones que se utilizaron en los años 80 para integrar el paso de nuevas vías en los barrios del entorno (tipo la Avenida de la Ilustración en Madrid, o la Ronda

*(as in the section of the A-6 motorway passing through the Valcarcel valley at Porteliña) resulting from poor design solutions, in addition to the enormous scarring of the landscape. Greater emphasis should be given to the consideration of environmental and landscaping costs, together with the economic costs caused by work stoppages (that affect both reductions in travel time and in the accident rate) in new roads crossing mountain landscapes.*

### Relation with urban territories

*The problems of integration of city access roads or bypasses with roads in built-up areas within the city or on the outskirts, has been around since the 60's<sup>6</sup>. The design of city approach roads (not in the sectorial form evidenced by the arterial networks of the 60's and 70's, which caused serious conflict at the time and, on occasions, extended on to the 80's) with regards to the urban or semi-urban areas through which they pass, must be seen in the context of their role in constructing the modern-day metropolitan city.*

*However, what characterises many of the recent interventions today is not so much the solutions that were employed in the 80's to incorporate new roads within the surrounding districts (such as the Avenida de la Ilustración in Madrid or the Ronda de Dalt in Barcelona), but, instead, solutions that totally or partially lowered and covered existing routes (whether fast approach roads to the city or railway tracks), in order to free-up public space for the city or outer-lying districts that were previously subjected to the environmental and scenic effects caused by the proximity of these routes.*



**Fig. 6. Intervención en un tramo central de la ronda litoral a Barcelona (El Moll da Fusta) / Intervention on a central section of the Barcelona coastal bypass (El Moll da Fusta)**

de Dalt en Barcelona), sino las soluciones que entierran totalmente o parcialmente los viarios anteriores (sean vías rápidas de entrada a la ciudad o vías de ferrocarril), para recuperar espacio público para la ciudad o los barrios del entorno, sometidos anteriormente a los efectos ambientales y paisajísticos de la proximidad de las vías.

El problema tampoco es nuevo y tiene precedentes en las intervenciones que se han venido haciendo desde los años 80 como la Rocade L2 en Marsella, e incluso en la propia intervención de la misma época en un tramo central de la ronda litoral en Barcelona (el Moll de la Fusta), y que hoy, en el propio Barcelona, se manifiesta en la transformación del tramo final de la Ronda Litoral (próximo al cruce con la Diagonal) o en la transformación también del tramo final de la Gran Vía desde el cruce de las Glorias Catalanas. En el caso de Madrid, el proyecto más emblemático, por los problemas funcionales y la polémica de la financiación de sus costes de construcción, ha sido el enterramiento de un tramo central de la M-30, para la recuperación de los bordes del Manzanares como un parque público, que da a su vez continuidad a otras operaciones de enterramiento de las playas de vías existentes en el borde de la ciudad, como fue el pasillo verde ferroviario (Fig. 6).

Por su interés y la escala de estas intervenciones, haremos aquí referencia a los proyectos de intervención en la Gran Vía y en la M-30. El modelo en el que se mueven estas intervenciones como antes decíamos, es la Rocade L2 en Marsella, al que hay que añadir el enterramiento de la autopista urbana, que desde 1959 atravesaba el centro urbano de Boston (el Big Dig), y que con otras carreteras proyectadas de este tipo se convertirán en el centro de las críticas de Munford a finales también de la década de los 50 a los ingenieros que las proyectaban.

El proyecto de transformación de la Gran Vía en Barcelona desde el nudo de las Glorias hasta el Parque del Besós, transformando el carácter anterior de autovía de entrada a la ciudad (la C-31) con sus bordes edificadas, en un parque lineal frente a los edificios compuesto por una sucesión de plazas a ambos lados de las vías de tráfico, por las cuales discurre en una de las márgenes el tranvía en ambas direcciones, es un proyecto sugerente que ha implicado el soterramiento parcial de la autovía, para ganar espacio público frente a los edificios existentes e integrar en el espacio anteriormente ocupado por vías de tráfico laterales a las mismas, el propio transporte público en tranvía, aprovechando incluso la otra margen para la disposición de un estacionamiento subterráneo (Fig. 7).



**Fig. 7. Intervención de la Gran Vía en Barcelona / Intervention in the Gran Vía in Barcelona**

*The problem is by no means new and may be traced back to interventions carried out in the 80's such as the Rocade L2 in Marseille, and in the works carried out in the same period on a central section of the coastal bypass (the Moll de la Fusta), and which today, in Barcelona itself, is seen in the transformation of the final section of the Coastal Bypass (close to the intersection with la Diagonal) or in the transformation of the final section of the Gran Vía from the crossroads with the Glorias Catalanas. In the case of Madrid the most emblematic project, in terms of the functional problems caused and the controversy over its construction costs, was the conversion of a central section of the M-30 ring road into a subway in order to recover the area on the banks of the river Manzanares as a public park, which then gave rise to other operations to cover up the rail yards on the edge of the city and the ensuing creation of a railway greenway (Fig. 6).*

*Due to the interest and scale of these interventions, we shall make further reference here to the Gran Vía and M-30 projects. The model used as the basis for these interventions was, as we have mentioned, the Rocade L2 in Marseille, and in this respect we should also mention in passing the tunnel conversion (known as the Big Dig) of the raised urban expressway that had crossed the centre of Boston since 1959. The designers of this road, together with other road projects of similar nature, having become the focus of particular criticism by Munford at the end of the 50's.*

*The project to transform the Gran Vía in Barcelona from the Glorias Catalanas intersection to the Parque del Besós, is an attractive project which has transformed the previous character of the main road entering the city (the C-31) with its built-up borders, into a lineal park set between the buildings and composed of a series of plazas both sides of the traffic lanes, with tram tracks set on one side of the same. The project required the partial tunnelling of the highway in order to gain public space in front of existing buildings. Tramlines were incorporated in the area previously occupied by the roads running adjacent to the highway, and the area*



**Fig. 8. Recuperación del espacio público del entorno de la Gran Vía en Barcelona / Recovery of the public space in the vicinity of the Gran Vía in Barcelona**

Frente al planteamiento anterior de la autovía, con sus fuertes intensidades de tráfico de entrada a Barcelona, el tráfico metropolitano y de larga distancia aparece ahora semienterrado, limitando las afecciones ambientales sobre el entorno (en especial los ruidos) mediante unos voladizos de 3,5 m que se prolongan en unas pantallas metálicas, que junto con las sucesivas plazas de los bordes se han convertido en la imagen de la intervención. El tranvía además, que discurre con doble dirección por una de las márgenes (la derecha en dirección salida de la ciudad), dispone de cuatro paradas intercaladas a las que se accede de forma transversal desde las plazas. El planteamiento anterior monofuncional de tráfico de la autopista, que seguía el trazado de la Gran Vía dibujada por Cerdá como eje del Ensanche de la ciudad, hasta los límites del río Besós, se ha convertido en este proyecto, cuyas obras fueron terminadas en 2007, en un planteamiento de la organización del tráfico en niveles (siguiendo la intervención del Moll de la Fusta en los 80), dejando el tramo central al tráfico propio de la autovía, mientras que en los laterales, en un nivel inferior y por una de las márgenes se sitúa el tranvía, y en un nivel superior el tráfico de servicio a las propias edificaciones, incluido el estacionamiento en superficie. Paralelamente a la integración de los recorridos transversales para el tráfico rodado privado y público, se ha producido la recuperación de los recorridos transversales, en este caso con pasos elevados sobre la autovía desde el nivel de las vías de servicio<sup>7</sup> (Fig. 8).

Es precisamente la apuesta por la transversalidad de estas vías anteriormente especializadas, que atraviesan entornos urbanos, que va desde el transporte privado, al público, y a los recorridos peatonales longitudinales y transversales que se extienden por las plazas o espacios verdes que dan frente

gained on the other side was employed for the construction of an underground car park (Fig. 7).

In stark contrast to the previous road arrangement with large volumes of traffic entering the city of Barcelona, the metropolitan and long-distance traffic is now partially covered, and the environmental effects on the area (particularly in terms of noise pollution) have been mitigated by 3.5 m long cantilevers that end in metal screens, which together with the successive squares set either side have become a symbol of the works. The tramline, which runs in both directions on one of the sides (the right-hand side when leaving the city), has four stops that are approached from the squares. The previous single function arrangement of the highway traffic, that followed the line of the Gran Vía, designed by Cerdá as the axis for the expansion of the city, up to the banks of the river Besós, has been transformed by this project, completed in 2007, into a tiered traffic arrangement (following the intervention on the Moll de la Fusta in the 80's), leaving the central section to highway traffic, while on one of the sides and at a lower level there is a tramline, and on both sides and at an upper level the service roads to the buildings and open-air parking areas. The incorporation of crossing areas for public and private transport has led to the recovery of transversal routes, these being formed by overpasses leading on from the service lanes<sup>7</sup> (Fig. 8).

It is precisely this wager for the permeability of previously arterial routes passing through urban environments, and ranging from public to private transport and longitudinal and transverse pedestrian ways leading on from the squares or gardened areas in front of the buildings, that has led to a change in road culture and where the levels of traffic organization both in plan and elevation, form a fundamental part of the integration of the roadway within the surrounding landscape (Fig. 9).

The project to transform the M-30 ring road in Madrid was the subject of great controversy due to its prospective cost (of over four thousand million euros) when it was first announced as a key project by the Mayor of Madrid, Alberto Rúa Gallardón, after winning the 2003 municipal elections. The initial idea had already been raised in the 80's and coincided with petitions to transform the completed M-30 ring road into an boulevard similar to that carried out on the Avenida de la Ilustración. However, this initial idea was unfeasible on account of the heavy volume of traffic on the eastern section of the ring road built in the 70's and following the Abroñigal river bed, and on the southern and western sections passing alongside both sides of the river Manzanares<sup>8</sup> (Fig. 10).

In terms of infrastructure the project included the cut and cover of some 6 km of the existing ring road between the Paseo del Marqués de Monistrol, the Puente de Praga and the South Intersection, to free up



**Fig. 9. Recuperación de las márgenes de Puente de Segovia / Recovery of the banks of the Puente de Segovia**

a las edificaciones, lo que supone un cambio de cultura viaria, en la que los niveles con los que se organiza el tráfico en planta y en alzado, son una parte fundamental en la integración de la vía en el paisaje del entorno (Fig. 9).

El proyecto de transformación de la M-30 en Madrid fue objeto de una gran polémica por su coste (superior a los cuatro mil millones de euros), cuando el alcalde de Madrid, Alberto Ruiz-Gallardón, decidió acometerlo, una vez ganadas las elecciones municipales del 2003, como su gran obra emblemática. La idea inicial ya se había planteado en los años 80, coincidentes con las reivindicaciones por transformar el cierre de la M-30 en un boulevard del tipo del realizado con la Avenida de la Ilustración, pero que era inviable por la fuerte carga de tráfico en el tramo este construido en los años 70, que seguía el arroyo de Abroñigal, y en los tramos sur y oeste que seguían por ambos lados las márgenes del Manzanares<sup>8</sup> (Fig. 10).

El proyecto tiene una parte infraestructural de soterramiento de un tramo de unos 6 km, entre el paseo del Marqués de Monistrol, el Puente de Praga y el Nudo Sur, para liberar las márgenes del río Manzanares de la autovía anterior, incluidas las actuaciones sobre la Avenida de Portugal, que se completa con actuaciones de transformación de los nudos, y soterramiento parcial (con el *bypass* sur) del tramo de la M-30 este, que ocupó el cauce del arroyo de Abroñigal. Al mismo tiempo han tenido gran importancia los nuevos colectores construidos con las obras por las márgenes del río Manzanares (en sustitución de los anteriores que se colapsaban con las lluvias), en los que se han dispuesto nuevos tanques de tormentas para la limpieza del río.

*the banks of the River Manzanares. The project included construction works on the Avenida de Portugal and was completed by the transformation of intersections and the partial cover (together with the south bypass) of the section of the M-30 east that occupied the Abroñigal riverbed. The work was further enhanced by new drainage installations built on the banks of the river Manzanares (to replace the old system that constantly overflowed with the rain), and where new stormwater tanks were installed to clean the river.*

*The project also incorporates a plan for public space to justify the infrastructure works, this involving the conversion of the banks of the river Manzanares into a linear park, with areas crossing over the river and which are now available for public use. This work has enabled the recovery of the area around the Segovia and Toledo bridges together with the channelling of the river. However, the unfinished earthworks on the banks, which still bear the recent marks of machinery, serve to demonstrate the exhaustive, construction and budgetary efforts made to meet political time scales. For further emphasis, billboards have been raised with the prospective future image of the completed linear park, named as the "Madrid Rio" by the group of architects successfully tendering in a design competition for the project.*

*In all reality and in addition to financial concerns, the debate raised by these works centres on the use of the same, not only in functional terms (as seen in the previous study), but also in environmental, landscape and town planning terms. These aspects are difficult to measure in these particular works to integrate the river within the city, but have served as the main reasons for those supporting the project. However, it is precisely for this reason that the feasibility studies, which supposedly consider all the variables justifying the works, should be made prior to any political decision to undertake the same.*



**Fig. 10. Parque Lineal en torno al Manzanares / Linear park alongside the Manzanares**

El proyecto tiene también una parte de proyecto de espacio público que justificará la actuación infraestructural, que es la conversión de las márgenes del Manzanares en un parque lineal, con parcelas que cruzan entre ambas márgenes del río, y que hoy ya se pueden recorrer y que ha permitido la recuperación del entorno de los puentes de Segovia y Toledo con la canalización del río, y las tierras de las márgenes que todavía sin acondicionar denotan el paso reciente de las máquinas, muestra el esfuerzo agotador, constructivo y presupuestario, para cumplir con los plazos políticos. A mayores, se muestran carteles de la imagen futura del acondicionamiento para parque lineal, del concurso de ideas que con el nombre “Madrid Río” ganó un equipo de arquitectos.

En realidad, el debate que plantea esta actuación, aparte del financiero, es el de la utilidad de la misma, ya no solo medida en términos funcionales (como hace el estudio anterior), sino también en términos ambientales, paisajísticos y urbanísticos, de integración del río en la ciudad, aspectos difíciles de medir, pero en los que la actuación ha encontrado sus principales defensores, por la que los estudios previos de viabilidad que consideren todas las variables que justifiquen las obras, deberían ser anteriores a las decisiones políticas para acometerlos.

Es en la misma línea del proyecto anterior, en el que se viene produciendo en las ciudades desde los años 80 el debate sobre la demolición de pasos elevados (Atocha, y recientemente Cuatro Caminos en Madrid) que permiten recuperar espacios urbanos, en los que las infraestructuras construidas entonces para dar continuidad al tráfico entran en conflicto con el paisaje urbano. Este debate, que tiene muchas ramificaciones, y en el que se da una respuesta distinta a los planteamientos funcionales (soluciones enterradas o en superficie, frente a las elevadas) y que vienen desde las críticas que ya desde finales de los 50 se hacían en términos negativos a las soluciones viarias planteadas solo en términos funcionales y no de integración en la ciudad, está recibiendo nuevas lecturas que no implican necesariamente la demolición, como en la actuación que plantea Solá Morales sobre la autopista (la sopraelevata) que cruza el litoral de la ciudad de Génova<sup>9</sup> y que ha terminado de interiorizarse en el paisaje de la ciudad, como ocurrió también con actuaciones ligadas a los ferrocarriles o a las carreteras en el siglo XIX. Habría, por tanto, que plantear en este sentido, que no todo debe ser demolido y enterrado, y los cambios de movilidad que permiten nuevas vías periféricas, liberando de tráfico rodado a las vías anteriores, son también una oportunidad para actuar sobre viarios que en su momento tenían una gran carga de agresividad, no



**Fig. 11. Paso elevado en Génova ‘La sobreelevata’ / Overpass in Genoa “La sobreelevata”.**

*It is along the same lines of this project that plans were raised in the 80's to demolish flyovers in inner cities (such as the case of the Atocha flyover and more recently the overpass at Cuatro Caminos in Madrid) in order to recover urban spaces in those areas where traffic infrastructures had entered into conflict with the urban landscape. The debate concerning these types of plans has many ramifications and seeks a different response to existing functional arrangements (using underground or ground level solutions as opposed to overpasses). This controversy, which has existed ever since the late 50's when criticism was first directed at the road solutions in place, was initially raised purely in functional terms and not with respect to integration in the city, but this has since moved on and there are now new approaches that do not necessarily imply demolition. This was the approach taken by the architect and city planner, Solá Morales with respect to the motorway (la sopraelevata) that passes along the coastline at the city of Genoa<sup>9</sup> and which has finally been incorporated within the city, as was also the case with certain actions associated with the railway or roads in the 19th century. As a result, it is then necessary to consider that not everything should be demolished or set underground and the changes in mobility that allow new outer routes and clear earlier routes of traffic, are also an opportunity to act on the more contentious roads, not so much in terms of the infrastructures, but in terms of the volume of traffic these carry, and which allow alternative solutions and their potential integration as part of the modern-day urban landscape, and not purely to resort to the solutions of the past (Figs. 11 and 12).*

*These roads include approach roads or main routes running through cities, where the integration of means of public transport (buses and trams) in association with the reorganization of private transport and the reurbanization of roads (converting them back to urban avenues) also serve as an opportunity for cities to integrate the outerlying districts built up alongside these roads within the city itself. **ROP***



**Fig. 12. Integración del transporte público en autobús en el acceso a Nantes / Integration of public transport (buses) in the approach to Nantes**

tanto por las infraestructuras, sino por las cargas de tráfico que soportaban, pero que admiten soluciones alternativas desde la integración, como parte del paisaje urbano moderno actual, y por tanto no recurriendo siempre a soluciones del pasado (Figs. 11 y 12).

Entre estos viarios, aparecen las carreteras de acceso a las ciudades o las travesías urbanas, en las que la integración de los medios de transporte públicos (autobuses y tranvías) ligados a la reordenación del tráfico privado y la reurbanización de las carreteras (reconvirtiéndolos en avenidas urbanas), son una oportunidad también en muchas ciudades para integrar los barrios periféricos crecidos en torno a las carreteras en el centro de las mismas. **ROP**

#### Notes

(1) This subject is dealt with in more depth in the 2nd Congress on Landscape and Infrastructure organized by the Centre of Studies and Landscapes, the Public Works and Transport Department of the Andalusian Regional Council and the Asociación Española de la Carretera/Spanish Road Association. See Minutes 2010.

(2) "Obras de Ingeniería y creación de Paisajes". Carlos Nárdiz Ortiz. *Revista de Obras Públicas*. February 2007. p. 19 to 32.

(3) See "World of Environmental Design Eleven. Obra Reciente". Arco Editorial. Barcelona 1998.

(4) "Instrucción sobre las necesidades específicas para la mejora de la eficiencia de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos". Ministerio de Fomento. (B.O.E. 23 December 2010).

(5) NÁRDIZ, Carlos; HERNÁNDEZ, Santiago; PÉREZ ALBERTI, Augusto; ESPAÑOL, Ignacio "De la trinchera al falso túnel. El paso de la Autopista del Atlántico por el Monte de A Madroa en Vigo". *Revista de Obras Públicas*. Nº3374. March 1998. p. 7-19.

(6) This subject has been dealt with on other occasions "El viario de acceso y el paisaje de la ciudad: I Jornada Internacional de Paisajismo". 1991. Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P. Santiago de Compostela "Las carreteras de acceso y el paisaje de la ciudades". I Jornada sobre Paisajismo en Carreteras". 2003. Generalitat de Catalunya.

(7) See FERNÁNDEZ PER, A. y ARPA, J. "The Public Chance. Nuevos Paisajes Urbanos. New Urban Landscapes". 2008. Vitoria-Gasteiz.

(8) See "Madrid M-30. El Proyecto de transformación urbana". Ayuntamiento de Madrid 2007.

(9) See DE SOLA MORALES, M. "De cosas urbanas" 2008. Ed. Gustavo Gili. Barcelona. Generalitat de Catalunya.

#### Notas

(1) Este tema lo traté de una forma más amplia en el 2º Congreso Paisaje e Infraestructuras organizado por el Centro de Estudios y Paisajes, la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía, y la Asociación Española de la Carretera. Ver libro de Actas 2010.

(2) "Obras de Ingeniería y creación de Paisajes". Carlos Nárdiz Ortiz. ROP. Febrero 2007.

(3) Ver "World of Environmental Design Eleven. Obra Reciente". Arco Editorial. Barcelona 1998.

(4) "Instrucción sobre las necesidades específicas para la mejora de la eficiencia de las obras públicas de infraestructuras ferroviarias, carreteras y aeropuertos". Ministerio de Fomento. (B.O.E. 23 de diciembre de 2010).

(5) Este tema lo he tratado en otras ocasiones "El viario de acceso y el paisaje de la ciudad: I Jornada Internacional de Paisajismo". 1991. Colegio de Ingenieros de Caminos, C. y P. Santiago de Compostela "Las carreteras de acceso y el paisaje de la ciudades". I Jornada sobre Paisajismo en Carreteras". 2003. Generalitat de Catalunya.

(6) Ver FERNÁNDEZ PER, A. y ARPA, J. "The Public Chance. Nuevos Paisajes Urbanos. New Urban Landscapes". 2008. Vitoria-Gasteiz.

(7) Ver "Madrid M-30. El Proyecto de transformación urbana". Ayuntamiento de Madrid 2007.

(8) Ver DE SOLA MORALES, M. "De cosas urbanas" 2008. Ed. Gustavo Gili. Barcelona.

# Carreteras para una movilidad equitativa



**Manuel Herce Vallejo**

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

## Resumen

Los requerimientos de un nuevo modelo de movilidad más sostenible en términos ambientales y sociales llevan a la necesidad de redefinir el papel de las carreteras que afluyen a las ciudades. De ser ejes de alimentación a estas han de pasar en el futuro a servir de acceso a los sistemas de transporte colectivo que penetren en la ciudad.

Eso supone un cambio conceptual importante en los parámetros de diseño de carreteras hasta hoy centrados en las nociones de velocidad y capacidad. Se cita en el artículo, para apoyar la reflexión, la experiencia de algunos países anglosajones que comienzan a diseñar las carreteras para su uso por muy diferentes tipos de usuarios, en baja velocidad y con atención especial a evitar accidentes en la convivencia entre modos de transporte.

## Palabras clave

Parámetros diseño carreteras, ciudad dispersa, movilidad, cambio modelo territorial, nuevos requerimientos de trazado

## Abstract

*The need for a new and more sustainable model of mobility in environmental and social terms requires the redefinition of the role of approach roads to cities. In the future, these approaches should change from being mere feeder roads and serve as access to collective transport systems entering the city.*

*This implies sweeping changes in the concept of road design parameters, currently focused on speed and capacity factors. By way of reflection, this article refers to the experience of a number of English-speaking countries that have begun to design roads for use by very different types of users, geared towards low speed and with particular attention to accident prevention in the coexistence of different means of transport.*

## Keywords

*Sustainable mobility, transport and outskirts, road design parameters*

## Carreteras, territorio y medio: la dificultad de encaje de unos parámetros emanados solo de la velocidad y capacidad

Las infraestructuras, en general, y las carreteras, en particular, son los principales factores de organización del territorio. Ellas son las que abren el espacio a su uso por las actividades humanas, y sobre ellas descansa una de las principales causas del crecimiento urbano, que es la extensión de la plusvalía generada por la transformación del espacio rural en espacio urbano.

No puede pretenderse, pues, que su construcción sea una mera respuesta neutra a la demanda de transporte y comunicación. Porque es su construcción la que genera expectativas económicas, que se acaban traduciendo en localización de actividades de muy distinta índole. La oferta de accesibilidad, generada por las características topológicas y morfológicas de la red de transportes, es el principal factor de organización del territorio, y, en consecuencia, predetermina las necesidades de demanda de transporte a las que finalmente sirve.

Como también resulta sorprendente que se pretenda analizarla solo desde la perspectiva del paisaje generado por y sobre una carretera, como si se tratara de un problema formal o compositivo. El tema importante, el que anula los otros dos, es reflexionar sobre la finalidad actual de la construcción de infraestructuras, y sobre si el modelo con que se construyen es el adecuado a las necesidades a las que se enfrenta nuestra sociedad en un momento de profunda transformación de su modelo económico y de relaciones sociales.

En cualquier caso, en este artículo se pretende poner el acento en la contradicción que subyace en continuar destacando en la construcción de carreteras aspectos ligados a la velocidad y a una capacidad de las mismas apoyada

EVOLUCIÓN DE LOS PARÁMETROS NORMATIVOS DE DISEÑO DE VIAS RAPIDAS

		INSTRUCCIÓN CARRETERAS				TRAZADO AUTOPISTAS				INSTRUCCIÓN CARRETERAS			
		31-11C		1984		Norma Campi		1976		31-11C		1985	
VELOCIDAD ESPECIFICA PROYECTO		80	100	120		80	100	120	140	80	100	120	140
T PLANTA	R mín.	250	450	800		400	600	800	1 200	680	850	1 200	1 600
	Ract mín					240	300	360	420	240	300	360	420
	Ract máx					1 800	2 000	2 400	2 800	1 782	1 924	2 280	2 580
DISTANCIAS VISIBILIDAD	D parada	120	180	850						120	180	250	320
	D adelantam.	500	600	800						555	645	888	840
T ALZADO	Ramp máxima					6%	5%	4%	3%	5%	4%	4%	3%
	Pend máxima					7%	6%	5%	4%	6%	5%	5%	4%
	Kiv convexo	3 500	5 500	15 000		3 500	6 000	12 000	13 000	6 700	9 600	18 600	33 800
	Kiv cóncavo	2 500	4 800	6 000		2 500	3 500	5 000	7 000	4 100	5 000	7 300	10 000
D TRANSVERSAL	Ancho carril	3,50	3,50	3,75		3,50	3,50	3,75	3,75	3,50	3,50	3,50	3,50
	Arcén derecho					2,50	2,50	2,50	3,00	2,50	2,50	2,50	2,50
	Arcén izquierdo					1,00	1,00	1,00	1,50	1,00	1,00	1,00	1,50
	Peraltes (%)					7,0%	5,0%	3,7%	3,2%	8,0%	7,0%	7,0%	5,7%

Fig. 1. Evolución de los parámetros de diseño de carreteras en las sucesivas Instrucciones españolas

en supuestos de velocidad máxima de diseño. El tema es conflictivo porque supone poner en cuestión certezas en las que se ha apoyado hasta ahora la profesión de la ingeniería de Caminos en el diseño y proyecto de ese tipo de infraestructuras.

Pero merece la pena enfrentar este desafío, en un afán (posiblemente vano) de llevar esta preocupación a los Gestores de Carreteras de la Administración del Estado Central y Autonómica y, en menor medida, porque hace tiempo que vienen ensayando otros modelos, a gestores de la Administración Local (Diputaciones y Ayuntamientos).

El acierto en la construcción de un territorio por y sobre la carretera, su paisaje que dicen algunos, depende de su adaptación al medio donde se insiere; lo que quiere decir a la morfología de ese territorio (orografía, topografía del corredor, recursos naturales, etc.), a las características del sistema de asentamientos urbanos que afecta y deforma, y a los requerimientos de uso de esa infraestructura que le plantea la sociedad a la que sirve.

Pues bien, tan importantes premisas están poco presentes en una práctica profesional que, más allá de las rotundas afirmaciones contenidas en sus proyectos y estudios de impacto, las ignora prácticamente, en un afán desmedido

de aplicar estrictamente los parámetros especificados en las Instrucciones de Carreteras, sean cuales fueran sus consecuencias: actitud que solo sería entendible desde una fe ciega en esas normativas, que no ponga en cuestión el origen de esos parámetros y las motivaciones que los generaron.

La mera observación de la evolución de las Instrucciones de Carreteras en nuestro país, permite detectar cómo, para una misma velocidad de proyecto, se han incrementado las exigencias de trazado en planta (radios mínimos), acuerdos verticales (pendientes y parámetros de las parábolas de acuerdo), inclinaciones transversales (peraltes), "narices" de incorporación y salida, y en menor grado ancho de carriles (que han vuelto a un máximo de 3,5 m) y de arcenes en determinados supuestos (Fig. 1).

Todo ello es consecuencia de la enorme mejora en las condiciones económicas y tecnológicas de un país que se ha modernizado a marchas forzadas, y es de reconocer que en esa exigencia creciente subyace una preocupación por la eficacia, el incremento del transporte por carretera, y la seguridad vial.

El problema es que, simultáneamente a esas mejoras, se ha generado una práctica profesional acrítica. De esta ma-

nera, muchos de los proyectos de carreteras se elaboran sobre estudios informativos que limitan sus alternativas a corredores preconcebidos, a los que incluso se ciñen los levantamientos topográficos precisos, y a estudios de evaluación y de impactos meramente justificativos de opciones tomadas de antemano, a menudo basados en risibles análisis multicriterio y matrices de impacto.

La tecnología de proyecto de carreteras nos ha llevado a un punto en el que, una vez introducido un corredor y los parámetros de diseño, el propio *software* del programa de diseño encadena automáticamente todas las respuestas (proyecta por nosotros); en la certeza de que la tecnología de construcción permite prácticamente toda alteración topográfica, o la elusión de sus dificultades, sin casi ninguna restricción.

No se critica la tecnología que nos ha dotado de herramientas de mejora de las intervenciones. Pero sí hay que señalar la falta de sentido crítico en los proyectistas, a menudo “aterrorizados” por directores de proyecto o funcionarios receptores de estos que, cual modernos inquisidores, se obsesionan en encontrar los “fallos de concepción” del proyecto, el incumplimiento de la Norma.

Y el problema fundamental es que es difícil encajar el espacio del automóvil, con su dinámica geometría, en los requerimientos de la forma urbana, de otros posibles usuarios o simplemente de una topografía que se resiente profundamente de su alteración (Fig. 2).

Esta dificultad motivó una exacerbada polémica (que vivió directamente el autor de este artículo) en la redacción de los proyectos de las Rondas de Barcelona, concebida como autovía segregada pero urbana, y de aquella discusión se han extraído los ejemplos que se muestran sobre los parámetros que fue preciso alterar para encajar la vía en la ciudad, sin que sufriera una merma la capacidad y seguridad de la vía.

En las imágenes adjuntas, se muestra cómo se decidió el “incumplimiento u olvido” de algunos de ellos, como el ancho de los carriles y la existencia de arcenes (que incrementaban no solo la plataforma sino que afectaban al orden en la vía), las rampas y longitudes de acceso que afectaban a la geometría de amplios trechos de la fachada urbana de la ciudad, los tipos de barreras de separación de tránsitos, y otros elementos de señalización y urbanización que chocaban con los requerimientos del medio urbano en que se inscribía la vía.

El resultado es conocido, y hay que reconocer que, a pesar de las reticencias iniciales de las Administraciones de Carreteras en la aceptación de muchas de esas propuestas, la construcción de las Rondas de Barcelona influyó en su actitud al enfrentar el mismo problema en otras situaciones futuras, y se han vuelto mucho más flexibles en la discusión de proyectos cuando afectan a ámbitos urbanos consolidados.

Incluso el Ministerio de Fomento ha editado unas Recomendaciones para Carreteras Urbanas, que reducen algunos

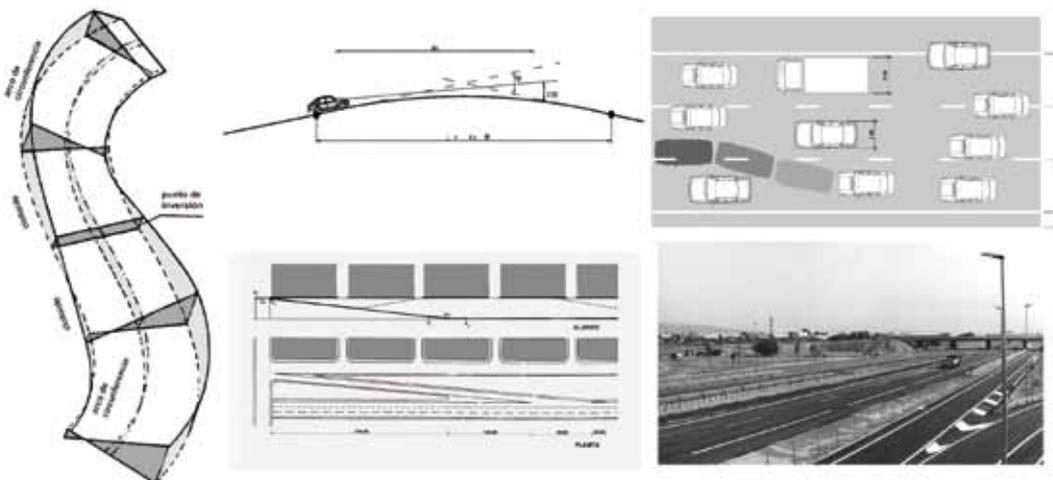


Fig. 2. La lógica de la carretera y reflexión efectuada en el seno del IMPU de Barcelona sobre los efectos de la distancia de visibilidad, la longitud de “narices” de aceleración la pendiente de las rampas y el ancho de acceso (1987-88)

de esos parámetros y algunas comunidades autónomas han adaptado sus normas en estos supuestos o producido “Libros de Estilo”; aunque, todo hay que decirlo, parecen por desgracia más preocupados a menudo por el color de los elementos que por la forma organizativa a conseguir a partir de los elementos compositivos.

Pero el problema no está, o no solo, en la reducción de algunos parámetros en determinados supuestos. El problema es más de fondo: ¿están los prototipos de carreteras adaptados a los nuevos requerimientos de una movilidad metropolitana más equitativa, de menor consumo energético y menos impacto ambiental?

**Algunas reflexiones sobre la velocidad y la seguridad. La inadecuación de los métodos de enfoque y dimensionado del espacio viario**

Una relativamente reciente disposición del Gobierno de Cataluña limitando a 80 km/hora la velocidad en las grandes vías metropolitanas nos sirve como introducción al tema: la medida ha sido adoptada en cumplimiento de las recomendaciones europeas sobre limitación de emisiones del transporte por carretera, pero es innegable que se está traduciendo no solo en mayor seguridad viaria y, contra lo que muchos opinaban, no ha traído consigo reducción en la capacidad de las vías, que funcionan con análogas intensidades y con más orden.

Desde el mero anuncio de la adopción de esa medida se desató una absurda polémica, con alarmistas reticencias no solo del lobby del automóvil, sino, lo que es más sorprendente, de catedráticos de transporte y de gestores de carreteras del mismo Gobierno que la adoptaba, olvidando estas viejas enseñanzas como que estas tienen la misma capacidad para dos velocidades diferentes (¿por qué entonces adoptar siempre la más alta de ellas?) y que el ingente esfuerzo de adaptación de carreteras, desdoblamientos y construcción de autovías, realizado, en diferentes grados, por todas las Administraciones no se ha traducido en que estas sean más seguras (como se muestra en datos comparativos de las propias memorias del Ministerio de Fomento) (Tabla y Fig. 3).

Porque la principal causa de la inseguridad es la velocidad, como lo han puesto de relieve las políticas de “Visión ZERO de la seguridad” aplicadas por muchos países y a las que luego nos referiremos.

Datos Ministerio Fomento 2008	Intensidad (Vh-Km.)	Accidentes con víctimas	Ratio
Autopistas peaje	22.263	1.669	0.0525
Autovías	26.733	7.536	0,2890
Suma conjunto	48.996	9.205	0,1878
Resto carreteras	36.676	6.148	0,1672

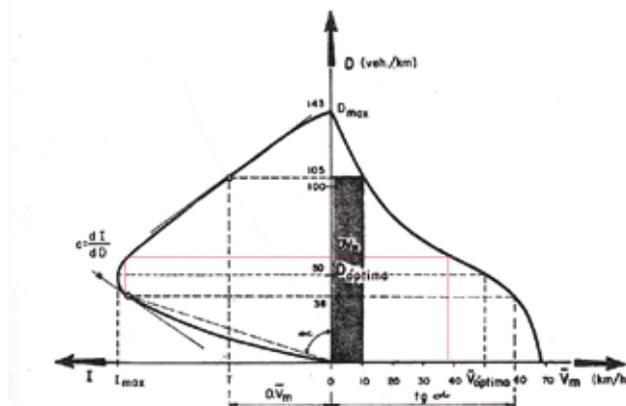


Fig. 3. La misma capacidad para dos velocidades (A. Valdés: Ingeniería de tráfico.1968)

Un segundo orden de cosas, íntimamente relacionado con el anterior, tiene que ver con algo tan aceptado, poco críticamente en nuestra profesión, como son los métodos de análisis del dimensionado de la red viaria. No merece la pena, por haber sido ya ampliamente denostados, entrar en el detalle de la filosofía que subyace en los denominados “modelos de tráfico o de los cuatro pasos” de aproximación al problema, que, a pesar de la fuerte crítica conceptual y de resultados recibida, siguen siendo de casi habitual uso en la decisión de construcción y mejora de nuestras carreteras. En cualquier caso, baste señalar que el resultado de su aplicación ha llevado al aumento de la congestión urbana, y al agravamiento de los problemas que pretendía resolver.

Porque en realidad se basan en una filosofía de respuesta a una demanda potencial de viajes sobre cuyo comportamiento espacial no solo no se actúa sino que se incrementa por el doble motivo de incitar a la producción de actividades sobre el eje mejorado (provocando más necesidad de viajes motorizados) e incitar al uso del vehículo privado, al que da

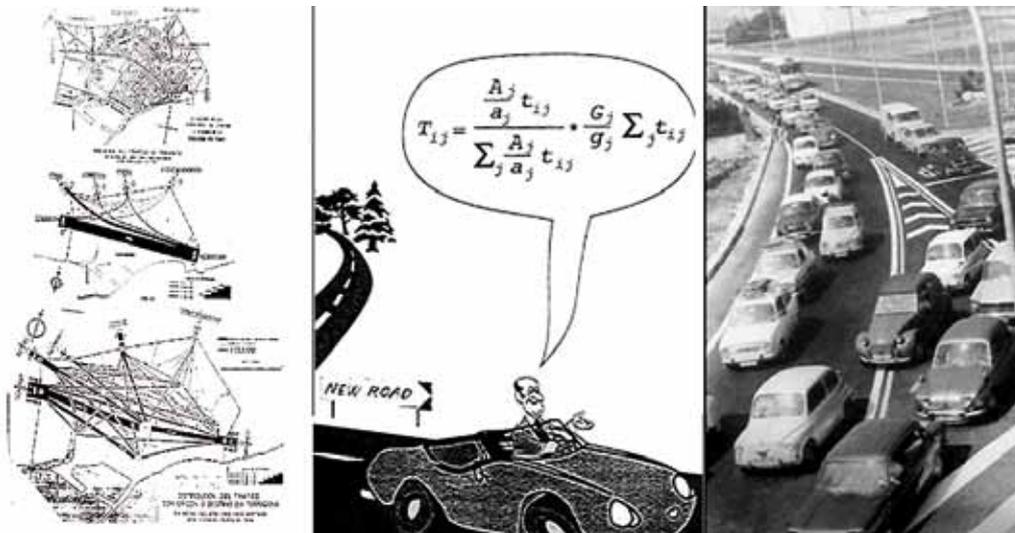


Fig. 4. Los modelos de demanda y la actitud del ingeniero frente a la congestión

facilidades (olvidando el efecto que tiene la congestión de redistribuir en otras partes de la red e, incluso, de disuadir del uso del automóvil) (Fig. 4).

Además, esos métodos se suelen utilizar para justificar nuevas grandes arterias, o incrementar la capacidad de las de gran intensidad de uso, lo que no parece constituir una solución en la actual coyuntura de las áreas urbanas, sometidas a cambios importantes en sus desplazamientos cotidianos. Conviene dejar constancia de que todos los estudios recientes sobre grandes metrópolis españolas y europeas muestran la creciente importancia de los viajes con origen o destino que cambian a lo largo de la semana, de los viajes multidestino por motivos de trabajo o gestiones, y puntas de uso de esas arterias los fines de semana, incluso con recorridos alterados en función de la congestión.

Les muestro un gráfico que pone de manifiesto qué ocurriría en un cuerpo humano si toda la sangre distribuida por el sistema venoso se pretendiera recogerla en una sola arteria. Creo que sus efectos invitan a la reflexión (Fig. 5).

**El territorio creado por la proliferación de accesos, las variantes y los nuevos ejes viarios**

Hace ya quince años, el que suscribe leyó su tesis doctoral dedicada a los efectos de la construcción de variantes de carreteras sobre el crecimiento y organización urbana de unas cuarenta ciudades medias españolas. En ella se mostró, de forma bastante inequívoca, cómo esas obras, pensadas exclusivamente desde la óptica de la congestión viaria, habían tenido una influencia en las ciudades mucho mayor que sus Planes de Ordenación Urbana, porque son ellas las que crean expectativas de crecimiento en el te-

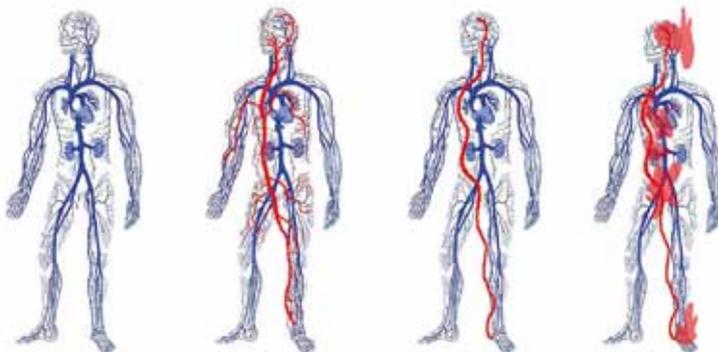


Fig. 5. Metáfora sobre un cuerpo que concentrara toda la sangre en una sola arteria (cedido por M. Larrosa, arquitecto)



Fig. 6. Chiste de El Roto, El País, 2009



Fig. 7. Los efectos urbanísticos de la variante de Vitoria y la construcción de una nueva variante (Tesis doctoral M. Herce, 1994)

territorio que abren a la urbanización; obvia consecuencia del incremento de accesibilidad, como ironiza el excelente chiste de El Roto que también se muestra (Fig. 6).

Al desbordamiento frecuente de la nueva variante por la extensión de la ciudad han respondido los Organismos de carreteras con nuevas variantes o con un alejamiento mayor de la ciudad; a lo que ha respondido el crecimiento urbano con una mayor dispersión y fragmentación, agravada sobre los accesos de una carretera que ha pretendido defenderse cerrando sus bordes, segregando su acceso al territorio circundante (Fig. 7).

La actual dispersión y fragmentación de las ciudades tiene mucho que ver con ello. ¿Se explicarían Vds. de otra manera las ciudades fantasmas aparecidas al sur de Madrid a 50 km, lejos de núcleos urbanos importantes y a cuyos promotores se pretende achacar todas las culpas de los efectos territoriales del boom inmobiliario, cuando tan solo lo han aprovechado como buitres coyunturales?

Porque como bien puso de manifiesto el economista francés R. Meyer en la década de los años setenta, el precio del suelo urbano se conforma desde la periferia hacia el centro, y no al revés como nos explicó la teoría clásica. La lógica de la pronta apropiación de la plusvalía urbana, motor indudable del sistema capitalista, hace que al abrir un nuevo territorio con un eje de transporte, al conectarlo al resto de actividades urbanas, se cree una enorme expectativa económica (una “burbuja de valor”) que crea a su vez ondas de incremento de precio del suelo no solo a lo largo del eje sino fundamentalmente hacia el centro de la ciudad (Fig. 8).

Es muy expresivo al respecto el enorme crecimiento de 25.000 a 54.000 ha urbanizadas habido en el Área Metropolitana de Barcelona en tres décadas, que a pesar de

haberse dado la mayoría en la periferia de la misma ha venido acompañado por el doble de crecimiento del precio medio del suelo en la ciudad central que en esa periferia.

Así pues, hablar de construcción de carreteras es hablar de creación y transformación del territorio de lo urbano. Y, por tanto, no puede pretenderse que los métodos con que se conciben y los parámetros con que se diseñan respondan a una lógica propia, desligada de esas consideraciones; como tampoco puede pretenderse que el modelo de dispersión territorial de la ciudad o la crisis inmobiliaria sean problemas de orden urbanístico o de política de vivienda.

### Los desafíos de una movilidad metropolitana más equitativa

El modelo socio-económico al que estamos abocados es otro muy diferente al que nos ha guiado durante los años de euforia por la existencia de energía abundante y barata.

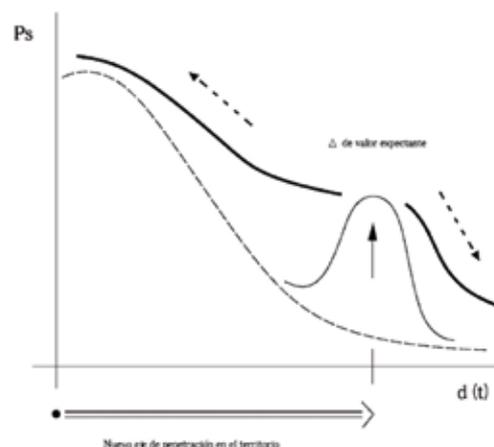


Fig. 8. La generación del valor del suelo desde la periferia y su transmisión por ondas hacia el centro (R. Meyer, 1967)

Pero el desafío principal reside en conseguir que la transición de modelos no afecte solo o principalmente a los menos ricos. Por eso es más preciso hablar de movilidad equitativa más que de movilidad sostenible, que tiene connotaciones más de tipo ambiental.

En la movilidad reside la capacidad de los ciudadanos de relacionarse, de trabajar, de formarse e informarse y, en general, de todo aquello que la ciudad le ofrece; en ese sentido en la realización del derecho a comunicarse y a moverse, reside gran parte de su condición de ciudadano (Fig. 9).

Gran parte de los municipios europeos, y entre ellos españoles, han comenzado a desarrollar políticas de movilidad sostenible tendentes a garantizar el ejercicio de ese derecho para todas las formas de movilidad.

Las soluciones no son sencillas y son ampliamente conocidas como para extenderse en ellas. En todo caso cabe destacar que casi todas, o las más importantes, pasan por la integración de diferentes modos, por el apoyo al transporte colectivo y a los desplazamientos no mecanizados en la ciudad.

Pero el desafío está en la periferia, allí donde nuestro modelo de urbanización ha desplazado a las clases sociales menos pudientes y donde no será posible implantar sistemas de transporte masivo salvo en corredores de alta densidad

de ocupación. Es ahí donde el automóvil, eléctrico o no, ha de continuar jugando un papel fundamental.

Confiar la movilidad de la periferia dispersa al vehículo privado implica un cambio de modelo profundo en nuestras políticas sobre las infraestructuras de transporte, que supone dejar de pensar en ellas como alimentadoras directas de la ciudad para pasar a alimentar los sistemas de transporte masivo y garantizar los desplazamientos seguros, y normalmente de itinerario múltiple, en la periferia dispersa.

El cuadro de J.M. Sanejouand (1972) que se acompaña, manipulado en cuanto afecta a la situación futura, permite expresar gráficamente este cambio de modelo de redes territoriales.

Y, pese a quien pese, ese cambio de modelo afecta al tipo de carreteras que precisa ese territorio y a todos los niveles de Administración implicados en ello (Fig. 10).

No se puede seguir hablando de sostenibilidad, de cambio de modelo económico, de equidad en los servicios públicos, atrincherándose en las técnicas consagradas o esperando soluciones fáciles (nuevas fuentes de energía o vehículos más eficaces) o poco equitativas en términos sociales (peajes urbanos y tasas de uso de infraestructuras que expulsaran del sistema a los menos favorecidos).

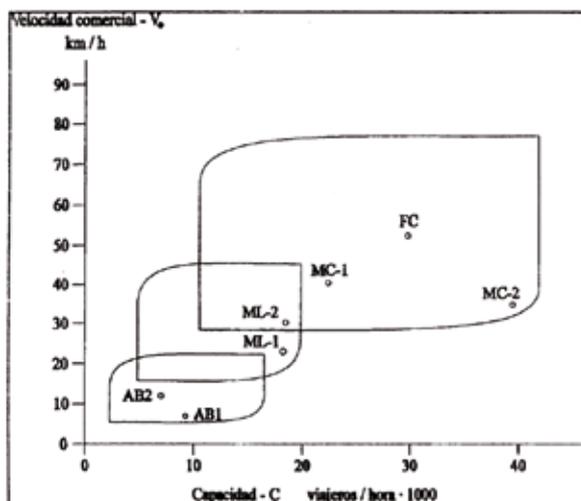


Fig. 9. La lógica de la combinación de diferentes modos de transporte según territorios y densidades



Fig. 10. «El territoire de la vallée de Seine» Sanejouant (Pinacothèque de Paris), como expresión de la movilidad actual y adaptación del autor como ejemplo del sistema de movilidad futura

### La necesaria revisión de los criterios de diseño de las carreteras

Nuestras Áreas Metropolitanas requerirán de carreteras de muy diversos tipos: de gran capacidad (no solo para vehículos privados), de conexión de un territorio disperso, de acceso a las poblaciones e incluso de penetración en espacios de interés ambiental.

Y, también carreteras adaptadas a muy diferentes formas de movilidad y requerimientos funcionales: carriles exclusivos de vehículos colectivos de gran capacidad, itinerarios protegidos de bicicletas y peatones, coches circulando con seguridad (reñida con la velocidad), distribución (creciente) de mercancías en vehículos apropiados, etc.

Algunos países han comenzado ya ese cambio de actitud en la concepción de las carreteras. La política de seguri-

dad ZERO accidentes aplicada en la actualidad en Suecia y Australia, y extendida a otros países europeos, comenzó por poner de relieve que la principal causa de aquellos era la velocidad, pero las medidas introducidas para limitarla han acabado por significar un verdadero vuelco conceptual. Se resumen esas políticas en la figura adjunta, pero lo que tiene sentido es analizar algunos de los tipos de intervención que se están aplicando (Fig. 11).

Por ejemplo, se ha puesto la prioridad no en el desdoblamiento de la carretera, sino en aprovechar la plataforma para, reduciendo arcones en muchos casos, introducir separadores físicos de circulaciones en la calzada. En las carreteras de velocidad máxima 50, se han introducido estrechamientos a un solo carril en los accesos a ciudades, con preavisos luminosos, reductores de velocidad y vallado de protección de los peatones. Y así tantas otras cosas.



Fig. 11. Las políticas de seguridad Z aplicadas en Suecia, Australia y otros países europeos

Puede aducirse que la verdadera relevancia de estas medidas se da en las carreteras secundarias: pero no es estrictamente así. Porque lo que de verdad no tiene sentido es introducir limitaciones de velocidad en ejes viarios que están dimensionados para poder circular casi al doble, sin cambiar estos criterios de dimensionado.

Todo el sistema viario ha de ser objeto de revisión crítica, lo que quiere decir que en cada caso serán unos u otros los parámetros a reconsiderar. Es obvio que el reparto competencial existente en nuestro país hace que las carreteras de la Administración Local sean las más afectadas, precisamente aquella que tiene menos recursos: pero no es de recibo que la Administración Central se limite prácticamente a autovías y la Administración Autonómica sea casi un mero remedo de esta práctica, como se muestra en la tabla siguiente:

Km de Red	Autopistas	Autovías	Carreteras	Resto	TOTAL
Estado	2.493	7.633	634	14.630	25.390
Comunidades	347	2.296	696	67.596	70.935
Diputaciones	157	581	276	67.672	68.686
<b>TOTAL</b>	<b>2.997</b>	<b>10.510</b>	<b>1.606</b>	<b>149.898</b>	<b>165.011</b>

Entre los parámetros a señalar como los más críticos, toma especial relevancia el ancho de los carriles (cuyas dimensiones actuales permiten todo tipo de maniobras de zigzag para adelantar), los arcones continuos (convertidos a menudo en carriles de aceleración en la proximidad de intersecciones), las rotondas de tan grandes dimensiones que se convierten en ramales de carretera donde se pierde la percepción de las incorporaciones, la forma compleja de los enlaces que obliga a tomas de decisión sucesivas en pocos segundos (con continuas maniobras ilegales de cambio de carril ante el miedo de equivocarse), e incluso el valor combinado de radios y peraltes en muchos supuestos.

Es este el tema que requiere de una discusión en profundidad, la carretera del siglo XXI no puede ser la carretera de la última mitad del XX. Si sus requerimientos territoriales y funcionales han cambiado y han de cambiar sus parámetros de diseño.

Hace algo más de dos décadas se planteó la polémica de introducir las glorietas o rotondas como solución de intersecciones, y fueron enormes las reticencias de una profesión “obsesionada” por los enlaces direccionales; y sin embargo se han generalizado hoy en día, con tal intensidad de aplicación que, aunque en muchos casos no sean adecuadas a la resolución del problema, es la primera solución a la que recurre el proyectista. ¿Será más difícil discutir serena pero seriamente sobre el modelo de carretera que exige un futuro más sostenible en términos ambientales y más equitativo en términos sociales? **ROP**

#### Referencias.

- Ascher, F: Los nuevos principios del Urbanismo: Alianza Editorial, Madrid, 2004
- AaVv: La movilidad urbana. Revista Ingeniería y Territorio, nº 86. Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Barcelona, 2009
- Comisión Europea: SUPREME (Mejores prácticas en Seguridad vial), C.E. Bruselas, 2007 [http://ec.europa.eu/transport/supreme/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/transport/supreme/index_en.htm)
- Dupuy, G: Les territoires de l'automobile. Anthropos Económica, París, 1995
- Herce Vallejo, M: L'Espai urbà de la mobilitat. EdicionsUPC, Barcelona 2006
- Herce Vallejo, M: Sobre la movilidad urbana: propuestas para recuperar un derecho ciudadano, Reverté, Madrid, 2009
- Herce Vallejo, M: Las formas del crecimiento urbano y las variantes de carreteras. Tesis doctoral (1995), Universitat Politècnica de Catalunya ([www.tdx.cat/TDX-0316109-105623](http://www.tdx.cat/TDX-0316109-105623))
- Veltz, P: Mondialisation, villes et territoires. Presses Universitaires, París, 2005

# FORMACIÓN TÉCNICA ONLINE

## Especializada para ingenieros de caminos

En EADIC



1. Escuchamos todas tus necesidades
2. Te ofrecemos soluciones óptimas...
3. ...Y en las mejores condiciones para ti

planes formativos a medida

asesoramiento profesional gratuito

cursos de corta duración

prácticas en empresa del sector

cursos superiores de experto

descuentos para colegiados

programas superiores universitarios

pago aplazado sin intereses

## Infórmate Ahora

área de estudios y empleo de EADIC

+34 91 393 03 19 // [info@eadic.com](mailto:info@eadic.com) // [www.eadic.com](http://www.eadic.com)

Menciona este anuncio al contactar con nosotros y consigue descuentos especiales  
**hasta el 15 de marzo de 2013**

20% de descuento en Programas superiores  
35% de descuento en Cursos y Planes formativos

# Carreteras, territorio y utopía moderna



## José Ramón Navarro Vera

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos.  
Catedrático de Urbanística. Universidad de Alicante.

### Resumen

A pesar de la crisis económica, los años treinta del siglo XX fueron una época de grandes sueños utópicos: los deseos colectivos confluyeron con la esperanza en una tecnología emancipadora. En este clima de utopías de masas el automóvil y la carretera tuvieron un protagonismo especial. Este artículo pretende ser una aportación crítica a ese periodo histórico, a sus fundamentos, a sus principales actores, y a sus realizaciones; pero también a su final, marcado por una inversión de sus ideales utópicos iniciales.

### Palabras clave

Carreteras, utopía, modernidad, ciudad, territorio

### Abstract

*The 1930's were a time of great utopic dreams despite the economic recession and where collective aspirations converged with hopes for emancipating technology. In this climate of mass utopia, the automobile and the road took on special significance. This article attempts to provide a critical review of the foundations, protagonists and accomplishments of this historic period; though one ultimately marked by a reversal of their initial utopic ideals.*

### Keywords

Motorways, utopia, modernity, city, urban sprawl

“Una de las paradojas modernas es el hecho de que la industrialización moderna, que durante los últimos cien años había sembrado de basura la tierra, agotado las ciudades, hiriendo todo cuanto tocaba, ahora nos ofrece el fruto de su madurez, convertida en poderosa herramienta, técnica racionalizada, precisión, trabajo en equipo. Durante años se ha dicho que la máquina esclaviza al individuo, sin embargo ahora lo libera”. Norman Bel Geddes (1940) (Fig. 1).



Fig. 1. Viaducto en Washington Heights. Hugh Ferriss. 1939

“La construcción de la utopía de masas fue el sueño del siglo XX. Fue la fuerza ideológica impulsora de la modernización industrial tanto en la forma capitalista como en la socialista. El sueño fue, en sí mismo, un inmenso poder material que transformó el mundo natural, confiriendo a los objetos elaborados

industrialmente así como a los entornos edificados un deseo político y colectivo. Mientras que los sueños nocturnos de los individuos expresan deseos frustrados por el orden social y a los que se le ha hecho retroceder hacia formas regresivas de la infancia, este sueño colectivo se ha atrevido a imaginar un mundo social aliado con la felicidad personal, prometido a los adultos que su realización estaría en armonía con la superación de la escasez". Susan Buck-Moss (2004) (Fig. 2).

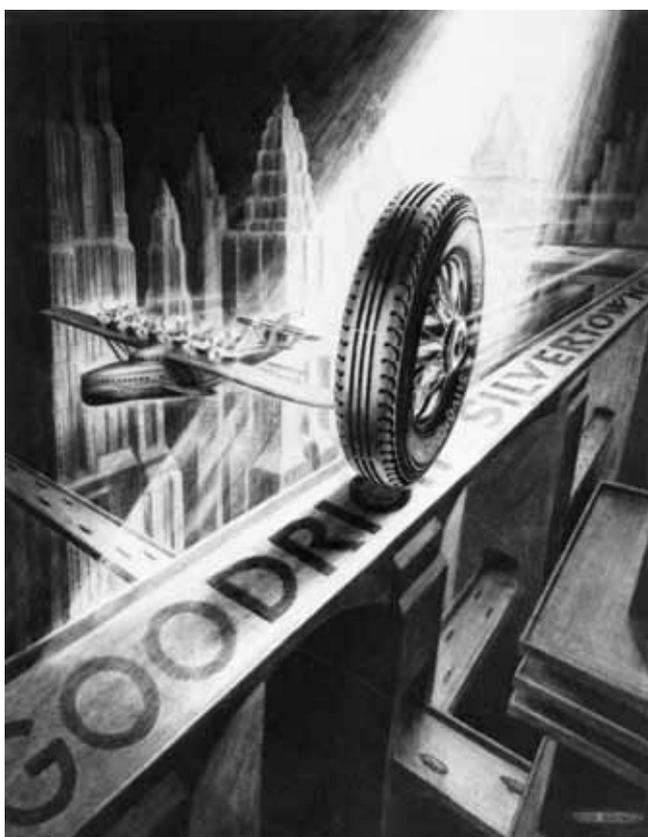


Fig. 2. Goodrich Silverstown Tires (Anuncio). José Arentz. 1935

La noción de utopía se ha convertido en una especie de "cajón de sastre" donde los autores amontonan desde movimientos milenaristas a escritos políticos, pasando por discursos ideológicos o narraciones que nos sitúan en lugares imaginarios, cuya estela podemos seguir desde la antigüedad clásica hasta la primera mitad del siglo XX, y que tienen en común mostrarnos o prometernos un futuro liberado de ataduras y sufrimientos infligidos tanto por la naturaleza como por otros hombres.

El proyecto ideal emancipador de la modernidad se dirige en diferentes direcciones, pero con un rasgo común: la esperanza en un futuro en el que se asocian deseos colectivos con el poder material de la tecnología, que encontramos en realidades políticas tan dispares como los Estados Unidos de América, la Alemania nazi o la Rusia soviética.

En rigor, y siguiendo a Karl Mannheim, un proyecto solo se podría calificar de utópico cuando la nueva sociedad que postula exige previamente "romper los vínculos con el orden existente" como ocurrió en Rusia y Alemania durante el periodo de entreguerras. En los Estados Unidos, en la misma época, también podemos encontrar una fe utópica en una democracia ideal. Frank Lloyd Wright sostenía que el desarrollo tecnológico y el de la democracia caminaban juntos, hasta el punto que Broadacre, su modelo de ciudad-territorio ideal, eran "la forma plástica de una democracia original". En la Feria Mundial de Nueva York de 1939, una de las atracciones más visitadas fue la Periesfera, un edificio esférico que albergaba la maqueta de una metrópoli ideal bautizada como Democracy.

La confianza en la ciencia y en la técnica como condición o consecuencia del nuevo orden utópico no es nueva, pues ya la encontramos desde "La Nueva Atlántida" de Bacon, y "La ciudad del Sol" de Campanella a "Looking Forward" de Bellamy. Sin embargo, para los utopistas y visionarios del periodo de entreguerras, la técnica ha alcanzado tal grado de madurez que ya se está en condiciones de satisfacer los deseos emancipadores de la humanidad. Norman Bel Geddes en "Magic Motorways" (1940) aseguraba que en 1960 se podría implantar el sistema de super-autopistas automáticas concebidas por él; sin embargo, apuntaba que esa fecha "había sido arbitrariamente fijada [...] porque podría ser construido hoy [...] La ingeniería moderna es capaz de esa magnífica realización".

En el año 1967, Herbert Marcuse impartió en la ciudad de Berlín una conferencia, que publicada con el significativo título de "El Final de la Utopía", fue uno de los referentes para los estudiantes en rebeldía del 68. En ese texto sostiene que la técnica contemporánea había alcanzado tal grado de desarrollo que, liberada de la contaminación capitalista, se convertiría en un poderoso instrumento que nos aseguraría un futuro más humano y más justo para la humanidad. Una posición similar la encontramos en la misma época en la Internacional Situacionista liderada por Guy Debord.

No se puede cambiar una sociedad sin cambiar el espacio en que se desarrollará la vida de sus integrantes; por eso, en los textos y narraciones utópicas, suelen ser muy minuciosas las descripciones urbanas y territoriales, aunque no se suelen reflejar iconográficamente. Sin embargo, la utopía de la modernidad se apoya en un poderoso imaginario constituido por una profusión de imágenes. Como escribía el citado Bel Geddes, autor de la gigantesca maqueta del pabellón Futurama de la Feria de Nueva York de 1939 (Fig. 3): “Las masas populares no pueden encontrar una solución a un problema hasta que se les muestre el camino... Uno de los mejores caminos es el de construir una propuesta comprensible para todos haciéndola visible, dramatizándola”.

Si la utopía de la modernidad era de masas y estaba enraizada en la técnica, no es de extrañar que el coche sea un icono moderno, en el que se funde la movilidad con el fortalecimiento de la libertad individual como componente esencial que propicia y defiende el proyecto moderno de raíz liberal. Este artículo pretende ser una breve exploración del carácter utópico de un elemento básico de la movilidad: la carretera y su papel en la construcción de una ciudad y un territorio ideal. Y cómo ese sueño devino pesadilla.

### Las exposiciones universales

La Exposición Universal de 1851 en Londres fue el escape de la gran utopía del capitalismo global en un mundo cada vez más unificado por la tecnología, la división del

trabajo y el auge del comercio. El Crystal Palace de Paxton transmitía un significado a medio camino entre el Paraíso y una catedral. A partir de la feria londinense, las diferentes exposiciones de esta clase que se fueron sucediendo hasta bien entrado el siglo XX estuvieron destinadas a mostrar el poder y la belleza de la tecnología (Fig. 4).

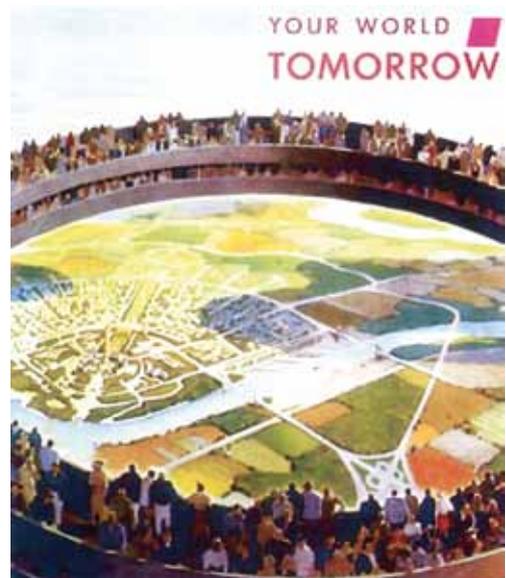


Fig. 4. Póster del pabellón Periesfera con la maqueta de la ciudad ideal Democracy. Feria de Nueva York, 1939



Fig. 3. Pabellón Futurama, de General Motors. Feria de Nueva York, 1939

Los Estados Unidos, a finales del siglo XIX, eran un país en el que su todavía escasa población apenas se extendía más allá de las franjas litorales del Atlántico y del Pacífico, quedando inmensas extensiones de tierras vírgenes que durante el siglo XIX se convirtieron en mito; y como dice M. Sorkin, aunque los proyectos utópicos surgen en Europa, las principales experiencias de esta clase se desarrollaron en América que “se convirtió en el lienzo blanco de los experimentos utópicos” (Fig. 5).

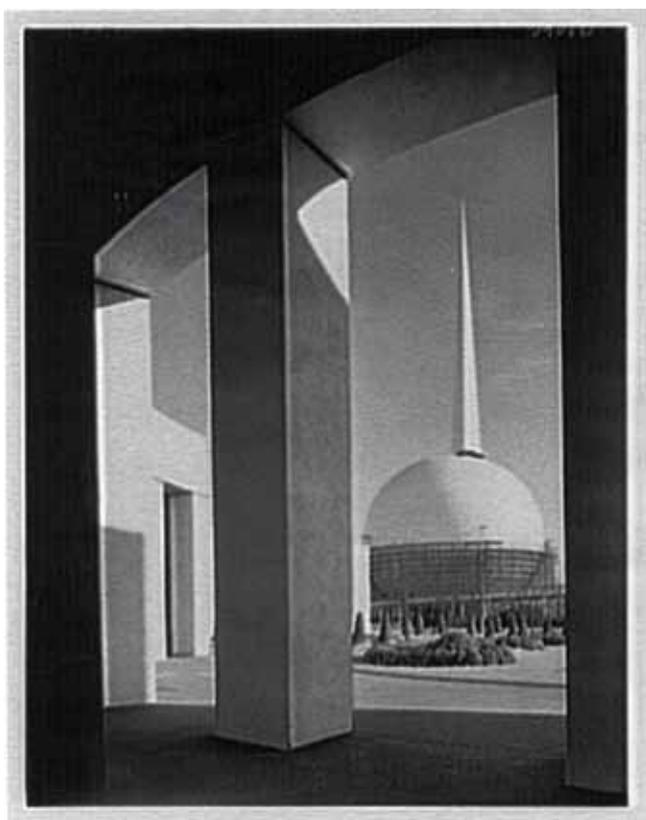


Fig. 5. Periesfera. Feria de Nueva York, 1939

En 1939, en un país todavía recuperándose de la Gran Depresión, y cuando Europa se preparaba para el segundo conflicto mundial, se inauguró la Feria Mundial de Nueva York bajo el lema “Construyendo el Mundo del Mañana”, un mundo en el que las transformaciones espaciales estarán a la vanguardia del mundo que allí se vislumbraba. En la feria se presentaron tres grandes maquetas de otras tantas ciudades. La citada Democracity, proyectada con un diseño que recordaba a los trazados radiales de la ciudad ideal re-

nacentista, o al proyecto de Weinbrenner para Karlsruhe de 1797. En el Pabellón de General Electric se presentó la City of Light, un diorama que representaba el área metropolitana de Nueva York. Pero la estrella de la feria fue el pabellón Futurama, patrocinado por General Motors, donde bajo el lema “Highways and Horizons” se exponía la enorme maqueta del territorio americano del futuro, proyectada por Bel Geddes, que los visitantes –más de cinco millones pasaron por el pabellón– recorrían simulando un viaje aéreo. La publicidad de este pabellón prometía: “Disfrute de un emocionante recorrido escénico por el futuro, un viaje a través de millas de paisaje [...] con ciudades, ríos y lagos, valles y montañas, bosques y fértiles campos ejecutados con perfecto detalle. Por ese paisaje corren las superautopistas del futuro, con tráfico controlado por radio, con intersecciones seguras e iluminación automática”.

En la Feria de Nueva York de 1939 se encuentran ya los rasgos del nuevo mundo que iba a surgir tras la guerra. Entre otros:

- La hegemonía del mercado sobre la política. La Feria de Nueva York fue un gran escaparate de las grandes empresas americanas del automóvil y de la electricidad y electrónica, General Motors, Ford, Chrysler, General Electric, Consolidated Edison, ATT. (Fig. 6)
- El poder de la ciencia y la técnica para resolver los problemas de la sociedad sin necesidad de recurrir a la política.
- Las contradicciones entre técnica y naturaleza serían resueltas por los expertos.
- Como ha escrito D. E. Nye, la visita a la Feria de Nueva York constituyó la primera gran experiencia colectiva de lo sublime tecnológico, produciendo emociones análogas a la religiosa, encontrando un escape hacia un futuro mejor para unos ciudadanos que comenzaban a salir del duro periodo de la Depresión.

#### “Magic Motorways”

“El automóvil ha hecho grandes cosas por la gente... A través de la historia, el hombre ha realizado repetidos esfuerzos para ir más lejos y para comunicarse con otros hombres con más facilidad y rapidez, y esos esfuerzos han alcanzado el clímax de su éxito en el siglo XX. Este incremento de la libertad de movimiento ha hecho posible una vida más rica y plena de la gente de nuestro tiempo. Un flujo libre de movimiento de personas y mercancías a través de nuestra nación

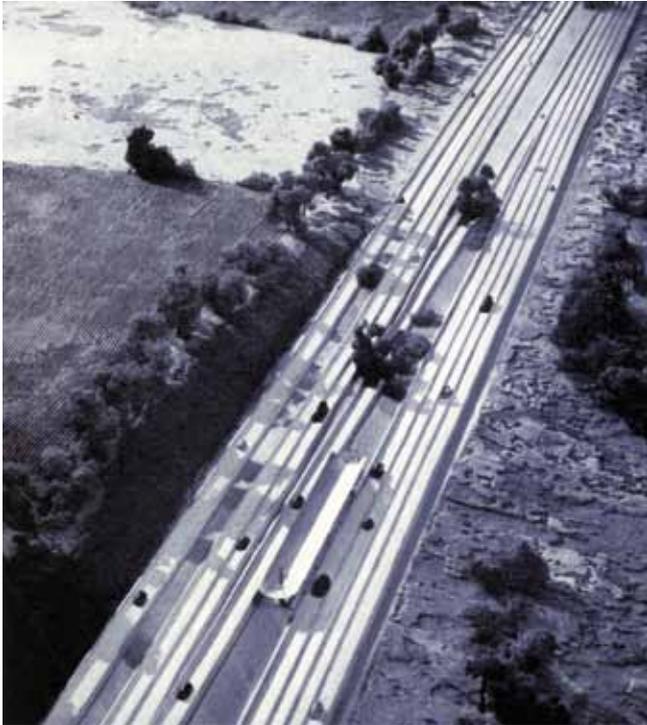


Fig. 6. "Magic Motorways". Detalle de una autopista de la maqueta Highways and Horizons del Pabellón de General Motors

es un requerimiento de la vida moderna y de la prosperidad." Esta cita de Norman Bel Geddes está extraída de su libro "Magic Motorways" publicado en 1940 en donde desarrolla las ideas que se materializaron en la maqueta del pabellón Futurama de la feria de Nueva York de 1939 y que pone de relieve el significado que su autor atribuía al coche.

En 1940 circulaban más de 30 millones de coches en los Estados Unidos, y según Geddes, los problemas que impedían una mayor eficiencia de ese medio de transporte radicaban en la ausencia de una planificación de carreteras a gran escala y en la baja calidad de diseño de las mismas que no satisfacían lo que para él eran cuatro condiciones básicas: seguridad, confort, velocidad y economía.

Bel Geddes estaba obsesionado por la seguridad del tráfico, concluyendo que esta solo se aseguraría radicalmente eliminando al máximo el factor humano de la conducción. Si el ferrocarril y la aviación están dotados de medios electrónicos y mecánicos de control automático, por qué, se preguntaba, no se pueden implantar sistemas análogos para el tráfico de coches. La solución que preconiza supone una noción de

seguridad que se resolvería a través de una vinculación estrecha por medios electrónicos entre vehículo y carretera. De alguna manera, lo que proponía fue un antecedente de lo que hoy comienza a denominarse "carreteras inteligentes" (Fig. 7).

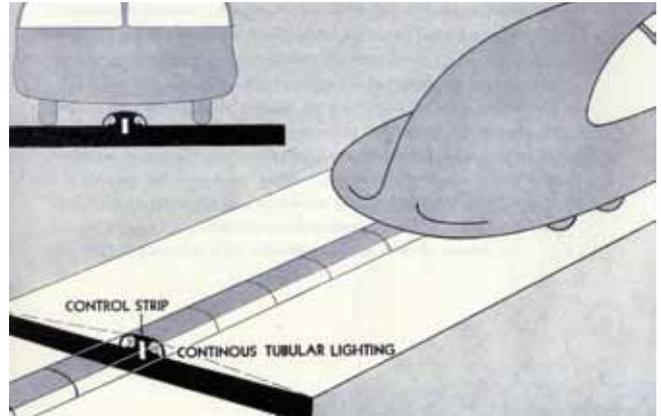


Fig. 7. "Magic Motorways". Disposición de la conducción automática en el carril de la autopista

En su propuesta los vehículos circularían sobre una guía longitudinal situada en el eje de cada carril –que estarían físicamente separados– desde donde se enviarían impulsos electromagnéticos al coche desde estaciones de control situadas cada cinco millas. De ese modo, se garantizaría la velocidad constante o el cambio a alguna de las tres previstas de 50, 75 y 100 millas por hora, así como la separación entre los vehículos (Fig. 8).



Fig. 8. "Magic Motorways". Detalle de la maqueta Highways and Horizons. Tramo de autopista con una de las estaciones de control por radio de la conducción

Como en la mejor tradición utópica fundada en la técnica, Geddes no entra en ningún tipo de detalle ni explicación de cuáles serían las características y el funcionamiento de sus carreteras controladas automáticamente. Es su impertrurbable fe en la técnica lo que justifica la propuesta. Por el contrario, sí se extiende en los aspectos que considera esenciales del trazado y diseño de las vías, como intersecciones, necesidad de *bypass* en las poblaciones como alternativa a las travesías, segregación del tráfico por velocidades y carriles específicos, y puentes de varios niveles (Fig. 9).



Fig. 9. *Highways and Horizons*. Puente de autopista de varios niveles

Algunas de estas ideas, como él mismo reconocía, desarrollan y mejoran otras que ya se estaban ensayando. De hecho, “*Magic Motorways*” también se puede leer como un trabajo de historia del transporte en los Estados Unidos durante los primeros 40 años del siglo XX.

Bel Geddes era un entusiasta del *planning*. Frente a las políticas de carreteras dirigidas a resolver problemas puntuales, en su libro propone un gran plan de autopistas que cubra la totalidad del país: “Si no planeamos hoy, pagaremos mañana. Hacemos frente a una ineludible elección entre planeamiento y caos[...] El planeamiento inteligente es el único medio por el que el individuo puede desarrollar todo su potencial de oportunidades” (Fig. 10).

Propone un National Motorway Plan que conectaría todas las ciudades de población superior a 100.000 habitantes y permitiría, aseguraba, reducir el viaje en coche de costa a costa a un día cuando, en la época, se empleaba en torno a una semana, si todo iba bien. Para evitar la congestión,



Fig. 10. *Highways and Horizons*. Propuesta de Bel Geddes para red de autopistas en los Estados Unidos

proponía que las *super-highways* conectaran las ciudades sin atravesarlas, recogiendo la noción de *townless highways* (carreteras sin ciudades) que Benton MacKaye había propuesto en 1930 como vías rápidas interregionales discurriendo por las periferias metropolitanas, conectadas a redes de acceso y distribución a los centros urbanos y articulando un sistema de parques metropolitanos en la tradición de los *parkways* que integraban el parque con el trazado y diseño de la carretera (Fig. 11).

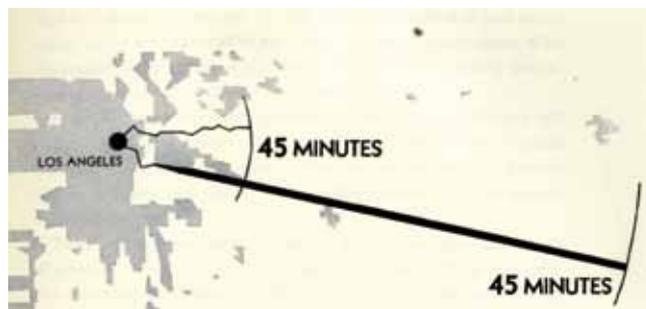


Fig. 11. “*Magic Motorways*”. Aumento del radio de influencia de Los Ángeles inducido por el aumento de velocidad del sistema de autopistas automáticas, según Bel Geddes

MacKaye fue uno de los fundadores en los años veinte de la Regional Planning Association of America (RPAA) junto a Lewis Mumford, Clarence Stein y Stuart Chase que propugnaban la limitación del uso del coche en las ciudades. Por el contrario, Geddes defendía que el coche sí tenía cabida

en la ciudad con una adecuada planificación. Una de las estrategias urbanas que propone es la de canalizar jerárquicamente el tráfico por velocidades, así como segregar el tráfico de peatones elevándolo por encima del de los vehículos, como había propuesto Hilberseimer en su “Ciudad Vertical” (1924): “Nuestras extendidas y confusas ciudades deben de ser transformadas[...]. El coste será grande, y sin embargo en Chicago los ingenieros han demostrado que la construcción de autopistas urbanas elevadas tiene un coste más bajo que ensanchar las calles existentes [...]. La esperanza para el futuro está en nuestra determinación de reconstruir y rediseñar nuestras ciudades para impedir los problemas acumulados como consecuencia de la ausencia de planeamiento”.

### Broadacre City

El sistema de superautopistas propuesto en “Magic Motorways”, escribe Geddes, producirá una descentralización de las actividades en el territorio, concentrando el empleo en las ciudades y dispersando la población en el territorio, eliminando los efectos negativos de la concentración de la población “sobre la salud, la inteligencia y la moral del pueblo” (Fig. 12).

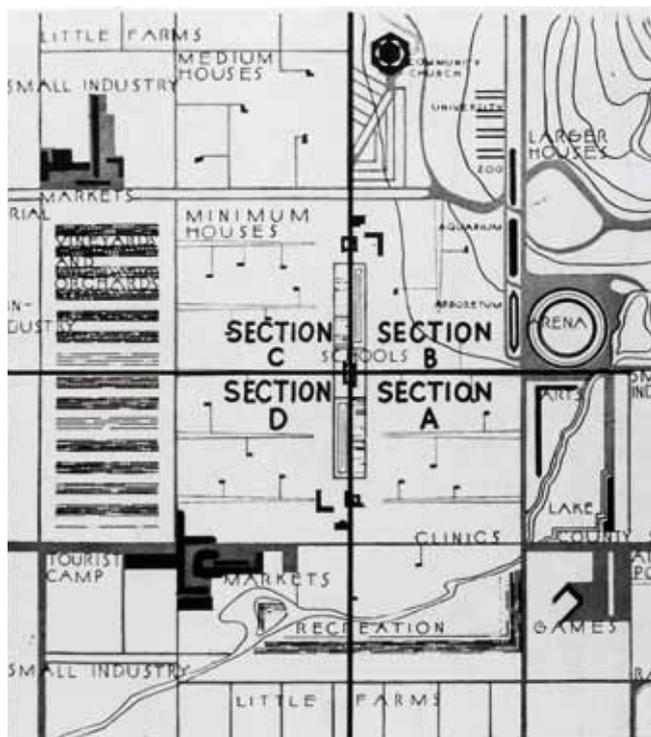


Fig. 12. Broadacre. Planta. Frank Lloyd Wright

El fenómeno de la dispersión residencial se atribuye, entre otros, a factores derivados de la oferta, tanto de la movilidad en medios privados como de la inmobiliaria, que aún siendo ciertos, no hay que olvidar que subyacen otros componentes de índole cultural que, en el caso americano, están enraizados en la tradición “jeffersoniana” del propietario rural autónomo. Este es, según Robert Fishman, uno de los principios ideológicos y culturales de Broadacre City, la ciudad ideal proyectada por Frank Lloyd Wright cuya cuidada maqueta fue presentada en el Rockefeller Center de Nueva York en 1935, aunque el conjunto del plan de la ciudad se exponía en el libro “The Disappearing City” publicado por Wright en 1932. Broadacre es un proyecto de una ciudad-territorio fuertemente descentralizada: cada familia tendrá derecho a un acre (0,4 ha) de suelo conectados a los empleos y otras actividades mediante una red de autopistas.

Broadacre no es una vuelta nostálgica a la vida rural, es la visión de Wright de la era del maquinismo. Mientras que la Ciudad Jardín de Howard proyectaba un territorio a escala del ferrocarril, y en lo local a la del peatón y la bicicleta, Broadacre es un modelo de territorio a escala del coche.

Para Wright, los grandes centros urbanos estaban “en vías de desaparición”. En la era del teléfono y del automóvil las grandes ciudades estaban condenadas porque estos medios de comunicación habían suprimido las distancias y ya no era necesario ni económico mantener concentraciones de población y empleo, sus funciones podían ser distribuidas con mayor eficiencia en unidades descentralizadas extendidas por todo el país. En tres o cuatro generaciones, afirmaba,



Fig. 13. Broadacre. Frank Lloyd Wright

Broadacre City podrá haber suplantado a todas las ciudades de la nación (Fig. 13).

Broadacre City comparte con el territorio ideal de “Magic Motorways” uno de los ingredientes diferenciadores de la utopía del siglo XX, que según Fishman, radica en la convicción de que un individuo dotado de imaginación puede cambiar el mundo: “La ciudad ideal es un género reservado al francotirador que progresa sobre el delgado hilo tendido entre la ausencia completa de poder real y la potencia de lo imaginario[...]. La revolución por la que ellos luchaban era la de la racionalidad humana [...]. Nos proponían un futuro de reconciliación y construcción donde el hombre dotado de imaginación creativa debe de jugar un papel crucial”.

“La Imaginación al Poder”, uno de los más famosos graffittis de las paredes del barrio Latino en mayo del 68, podría haber sido suscrito perfectamente más de veinte años antes por estos urbanistas e ingenieros utópicos.

La noción de “lo orgánico” es central en el pensamiento de Wright y remite, más que a una analogía con lo natural, a una relación de armonía y equilibrio entre lo artificial y lo natural y entre la parte y el todo. Es una posición fundada en el pensamiento de filósofos y poetas como Emerson o Whitman, que impregna el pensamiento de estos utopistas americanos. No es casualidad que “Magic Motorways” termine con un fragmento del poema de Whitman, “Canto del Camino Público”: “Llevar edificios y calles contigo, vayas donde vayas; recoger de los cerebros de los hombres, sus mentes a medida que las encuentras; recoger el amor de sus corazones; llevar por el camino a tus amantes junto a ti, aunque luego los dejes detrás; conocer el propio universo como si fuese un camino, o varios caminos, o caminos para las almas viajeras”.

### El final de la utopía

“Los más brillantes proyectos de utopía de masas han dado paso a una historia de desastres [...]. El sueño de la abundancia industrial ha permitido la construcción de sistemas mundiales que explotan el trabajo humano y el hábitat natural. el sueño de una cultura para las masas ha creado toda una serie de efectos fantasmagóricos que hacen más estética la violencia de la modernidad y anestesian a sus víctimas”, decía Susan Back-Moss.

¿Qué papel e influencia tuvieron los proyectos ideales que se han expuesto?, ¿qué quedó de las lógicas y racionalidad



Fig. 14. Highways and Horizons. Detalle del modelo de ciudad propuesto por Bel Geddes

de sus contenidos?: su destino no fue un mundo nuevo y emancipado gracias a la técnica, como preconizaba Marcuse, sino que el sueño utópico devino distopía. La utopía fue reemplazada por una ideología legitimadora de los nuevos poderes económicos y profesionales en ascenso (Fig. 14).

Desde finales de los años treinta y comienzos de los cuarenta se fueron sucediendo en los Estados Unidos diferentes *reports* gubernamentales como el Toll Roads and free Roads (1939) o el titulado Interregional Highways (1944) dirigidos al establecimiento de un plan federal de construcción de carreteras y autopistas. En este último informe ya se prescribía que “las nuevas autopistas urbanas deberán penetrar lo más cerca posible del área central de negocios”. Estas propuestas cristalizaron tras la guerra en la Federal-Aid Highways and Highways Revenue Acts que establecía la construcción de 41.000 millas de autopistas incluyendo 6.000 millas de autopistas urbanas. La responsabilidad de trazado y diseño

de las nuevas vías rápidas correspondía al State Highway Department, pero en el texto del acta no se hacía ninguna mención al planeamiento regional o al urbano. La consecuencia fue que el planeamiento de carreteras sustituyó al territorial y al urbano.

La política federal de carreteras significó el ascenso de los ingenieros de Caminos con una imagen de profesión disciplinada y rigurosa a lo que no fue ajena la constitución del Federal Bureau of Roads en 1921 y la del Highway Research Board un año antes. Los ingenieros de Caminos americanos recibieron un fuerte apoyo de grupos económicos privados ligados a las empresas de coches, de construcción, de equipo pesado, de caucho, y al empleo en las nuevas manufacturas automovilísticas y empresas constructoras.

La política de construcción masiva de autopistas impulsó la transformación del territorio metropolitano dando lugar a un nuevo tipo de suburbio de baja densidad en la periferia de las ciudades tras la Segunda Guerra Mundial. En la formación de este *sprawl* confluyeron, no solo las facilidades de acceso en vehículo privado, sino también las facilidades para la compra de viviendas unido al bajo precio de los carburantes.

El fenómeno de la suburbanización había comenzado en las ciudades americanas a finales del siglo XIX, apoyado en una extensa red de transporte público ferroviario. Los Ángeles, en la actualidad paradigma de una ciudad-región a escala del coche, durante los primeros años del siglo pasado desarrolló su territorio según un patrón de agrupamiento de población en torno a las paradas del ferrocarril. A partir de los años veinte, la irrupción del automóvil cambió radicalmente el escenario territorial americano, acelerándose tras la guerra, de tal modo que a principios de los cincuenta prácticamente la mitad de la población de las grandes ciudades vivía en los suburbios.

La RPAA fue muy crítica con la política federal de carreteras, prediciendo los efectos negativos que su construcción iba a producir en el medio urbano y el natural. Uno de sus líderes, Lewis Mumford, advertía que “tan descomunal programa de carreteras podría cancelar la propia área de libertades que el automóvil privado ha prometido proporcionarles”.

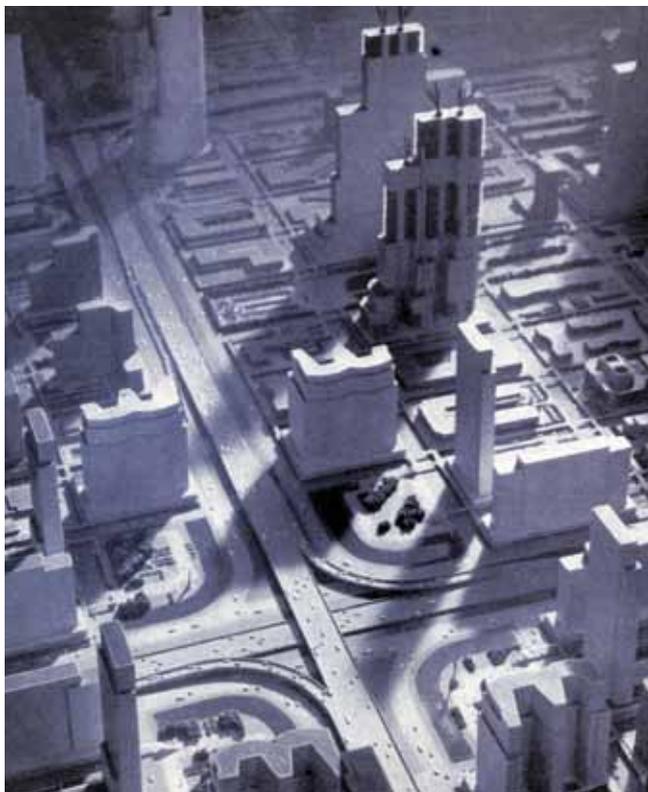
Los regionalistas proponían una descentralización territorial en la que confluyesen los ideales de la naturaleza y de la co-

munidad, pero discutían que la política de carreteras diera la espalda al planeamiento urbano y regional, único marco, según su ideario, en que aquellos valores podrían prosperar. No rechazaban el coche, pero proponían la hegemonía del transporte público en las ciudades: “La noción de que el automóvil particular puede llegar a suplantar al transporte masivo solo puede ser mantenida por los que desean que desaparezca la ciudad misma, y con ella la compleja y multiforme civilización que la ciudad hizo posible”.

La RPAA era heredera de la tradición “pastoral”, una modalidad de pensamiento de rasgos utópicos cimentado en el pensamiento de Emerson y Thoreau, quienes veían a la naturaleza como una fuente de virtudes morales, aunque no rechazaba el progreso siempre que fuese armónico y equilibrado con el medio natural. La noción de *planning* de la RPAA exigía, no solo que la naturaleza fuese respetada, sino que constituyese un elemento a introducir en la ordenación del territorio.

Los argumentos críticos de los regionalistas a la política de carreteras se podrían resumir en los siguientes puntos:

- La inexistencia de organismos e instituciones públicas de planeamiento y control regional y metropolitano al que debe estar supeditada la construcción de viarios.
- El acceso a las ciudades desde la autopista debería hacerse prioritariamente en transporte público: “Los diseñadores de las grandes carreteras tienen que reconocer que estas arterias no deben perforar los delicados tejidos de nuestras ciudades, sino que la sangre que por ellas circula debe entrar en cada ciudad mediante una elaborada red de capilares”.
- Reducir el tamaño de los enormes coches e introducir los vehículos eléctricos: “Necesitamos un vehículo que sea más compacto y tenga más espacio interior libre, que esté movido por la electricidad producida por una poderosa pila aún no inventada, es decir, lo contrario de los enormes coches abrumadores”.
- Proponían una tipología de suburbio discontinuo constituido por unidades residenciales densas y complejas de superficie y población limitada (10.000 habitantes). Un modelo que ha sido recuperado en la actualidad por Peter Calthorpe en el modelo territorial denominado TOD (Transit Oriented Development) (Fig. 15).



**Fig. 15. Highways and Horizons. Detalle de una ciudad ideal y la organización del tráfico**

Un acontecimiento dramático que resume el significado de este “final de la utopía” lo encontramos en la construcción de la autopista del Bronx en Nueva York, a mediados de los cincuenta, con un trazado que arrasaba el tejido urbano a su paso, expulsando a decenas de familias residentes. Robert Moses, su controvertido promotor público que había comenzado su carrera política construyendo *parkways* y equipamientos públicos muy populares en la ciudad e impulsando la Exposición Universal de 1939, no tenía empacho en contestar de este modo amenazador a las críticas y opositores a esa autopista urbana: “Cuando actúas en una metrópoli sobreedificada, tienes que abrirte camino con un hacha de carnicero. Simplemente voy a seguir construyendo. Puedes hacer todo lo posible por detenerme”.

El lado oscuro de la modernidad daba la cara. La sospecha que algunas mentes lúcidas arrojaron sobre la modernidad se confirmaba, como Robert Musil que escribía en “El Hombre sin Atributos” (1930-1942): “Hemos conquistado la realidad y perdido el sueño”. **ROP**

#### Referencias

- Back-Moss, S. Mundo Soñado y Catástrofe. La desaparición de la utopía de masas en el Este y en el Oeste. La Balsa de la Medusa. Madrid.2004.
- Bel Geddes, N. Magic Motorways. Randon House. Nueva York. 1940.
- Berman, M. Todo lo sólido se desvanece en el aire. Siglo XXI. Madrid.1988.
- Calthorpe, P. The next American Metropolis. Princeton Architectural Press.1993.
- De Long, David. G. (Edit).Frank Lloyd Wright. La Ciudad Viviente. Skira. Milán.2000.
- Dalby, M. Regional Visionaires and Metropolitan Booster. Kluver. Boston.2002.
- Ellis, C. Interstate Highways, Regional Planning and the Reshaping of Metropolitan América. Revista Plannig Practice and Research. Vol.16.nº3/4. 2001
- Fishman, R. L'Utopie Urbaine au XX Siècle. Pierre Mardaga. Bruselas.1977.
- Gillham, O. The limitless city. A primer on the urban sprawl debate. Washington D.C. Island Press. 2002.
- Mannheim, K. Ideología y Utopía. FCE. México-Madrid.1997.
- Marcuse, H. El Final de la Utopía. Ariel.1968.
- Mumford, L. La Carretera y la Ciudad. Emecé. Buenos Aires-Barcelona. 1969.
- Nye, David E. American Technological Sublime. MIT Press. Cambridge.1994.
- Sorkin, M. (Edit.). Variaciones sobre un Parque Temático. Gustavo Gili. Barcelona. 2004.

# La conexión infinita



**César Lanza Suárez**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Director de Tecnova Ingeniería y Sistemas

## Resumen

La carretera es una construcción a la que el desarrollo ha ido convirtiendo en cosa cotidiana, nada especialmente nuevo o extraordinario se espera de ella más allá de servir con seguridad y eficiencia a un determinado modo de movilidad e ir reduciendo, en la medida de lo posible, sus externalidades desfavorables y, en particular, su impacto ambiental. Pero la carretera, o concretamente la carretera-red, constituye un apasionante objeto polisémico abierto a interpretaciones y estudios que superan los límites disciplinares convencionales de la ingeniería de Caminos y de las ciencias del territorio. Este artículo apunta a la topología, la combinatoria y la moderna teoría de grafos, como fuentes de conocimientos nuevos y apropiados para el análisis de esa singular y gigantesca estructura espacial desplegada sobre el territorio que constituye la carretera-red.

## Palabras clave

Carretera-red, territorio, teoría de grafos, topología, matemática combinatoria

## Abstract

*Road as an engineering artifact has become commonplace. Nobody feels surprised these days for anything that roads can accomplish: an efficient and safe support to car mobility. The most people can expect from them is a thoughtful and environment-friendly design and some mitigation of undesirable externalities. But the road is not just infrastructure since it can be understood from many different ways beyond what we engineers tend to see. Roads or let say the road network can be analyzed too from disciplines other than civil engineering, geography or landscape architecture. This paper advocates the use of the new network science and its underlying disciplines topology, graph theory and combinatorial mathematics as an alternative framework to understand better that giant structure: the road network.*

## Keywords

*Road network, land, graph theory, topology, combinatorial mathematics*

*La forma es lo finito, no lo infinito.  
La forma es la cárcel, la geometría del espíritu.*  
Cristóbal Serra

Quien desee adentrarse en la singularidad del valor<sup>1</sup> de la carretera desde la perspectiva de los estudios del territorio, paradójicamente no deberá perder de vista la variedad de posibilidades de análisis e interpretación que admite este tipo de obra pública, el más extendido y corriente de todas ellas –en el mejor sentido del término, por supuesto. La carretera, expresión de los arquetipos del camino y la vía en la era de la movilidad individual, motorizada y masiva, tiene algo que excita la imaginación del hombre contemporáneo tanto o más de lo que atrae a su razón. Dentro de los artefactos que aporta la ingeniería a la sociedad, la carretera es quizá el que más directamente remite al ideal prometeico de libertad, en este caso la de moverse por el territorio sin cortapisas significativas, sin límites. En tal contexto de idealidad real, la carretera es un ejemplo de construcción que roza el mito, el mundo de lo imaginario. Sartre apelaba a la imaginación en su condición de *fonction irréaliste de la conscience*<sup>2</sup>, dando a entender, sin embargo, que la activación de esa facultad no se produce como consecuencia de una huida desde la realidad material hacia lo etéreo o puramente ficticio, sino como consecuencia del ejercicio de capacidades humanas más apegadas a los hechos: la percepción, la memoria, la asociación de las ideas, la atención a las emociones, etc. Un poco de imaginación y veremos la carretera como una suerte de cordón umbilical que une al hombre con la noción de infinito, porque es precisamente la ausencia de límite lo que mejor sintetiza el mito de la libertad en nuestra civilización occidental.

La propia idea de infinito remite a una especie de plasticidad indefinida en la percepción de las magnitudes principales que circunscriben físicamente la experiencia humana: el tiempo y el espacio. Se piensa que ambas variables, *s* y *t*,

estructuran el sentido de lo real, o más precisamente ayudan a hacer inteligible la realidad acotando las referencias existenciales de la historia y la geografía de cada uno. Aunque como dice Gromov<sup>3</sup>, “*ce n’est pas la nature qui nous impose le temps et l’espace, ce nous qui les imposons à la nature parce que nous les trouvons commodes*”. Es así como el infinito constituye en sí mismo un dilema u objeto imposible, ya que nos envuelve y obliga a la vez a abandonar nuestros propios límites referenciales, nuestra comodidad. Recuerda Ferrater Mora<sup>4</sup> que en el propio sustrato de la idea, durante el período clásico de conceptualización de la filosofía griega, ya se advierten huellas del rechazo, incluso del horror humano hacia el infinito, en gran parte por considerar que la razón es impotente para entenderlo. Esa es según parece la tesis de Spengler, que oponía la tendencia griega y apolínea hacia lo limitado y lo formado a la pulsión apasionada, faústica, hacia el infinito. En el pensamiento matemático, el infinito se da como necesidad; siendo un concepto que puede tenerse por domado o salvaje según los casos, no deja de constituir una incómoda amenaza. Así lo prueba la controvertida hipótesis del continuo, enunciada por Cantor en 1874, cuya indecibilidad dentro de axiomática ZFC se demostró casi un siglo más tarde y pende, cual espada de Damocles, sobre la consistencia lógica de la matemática o viceversa. Dicen que Grothendieck abandonó sus investigaciones, siendo aún un joven genio, precisamente por ese motivo (Fig. 1).



**Fig. 1.** La asociación de la carretera con una cierta idea de “lo infinito” se advierte en muchas obras de arte que la toman como motivo. En este caso, la pintura **Black Moon LN5** del artista californiano **Nicholas Woods**

Si el infinito como noción rebasa la condición humana, “lo infinito” en cambio constituye una categoría que puede llegar a resultar practicable o al menos aproximable por el hombre a través de su propia acción y experiencia. Una construcción que se acerca en ciertas propiedades y efectos a lo infinito es la carretera. La carretera admite miradas y lecturas muy diversas, pues no deja de ser muchas cosas a la vez. Por una parte es lo que conocemos en el sentido funcional y técnico propio de la ingeniería: una banda de rodadura trazada geoméricamente entre dos puntos sobre el territorio, acomodándose de la mejor manera posible a la orografía y a la que acompañan sus obras de paso y demás complicaciones. Pero además la carretera es un objeto multisémico, con tal riqueza de significados que nos trae al pensamiento aquel concepto feliz de *l’universo del senso*, que enunciaba Eco<sup>5</sup> tiempo atrás.

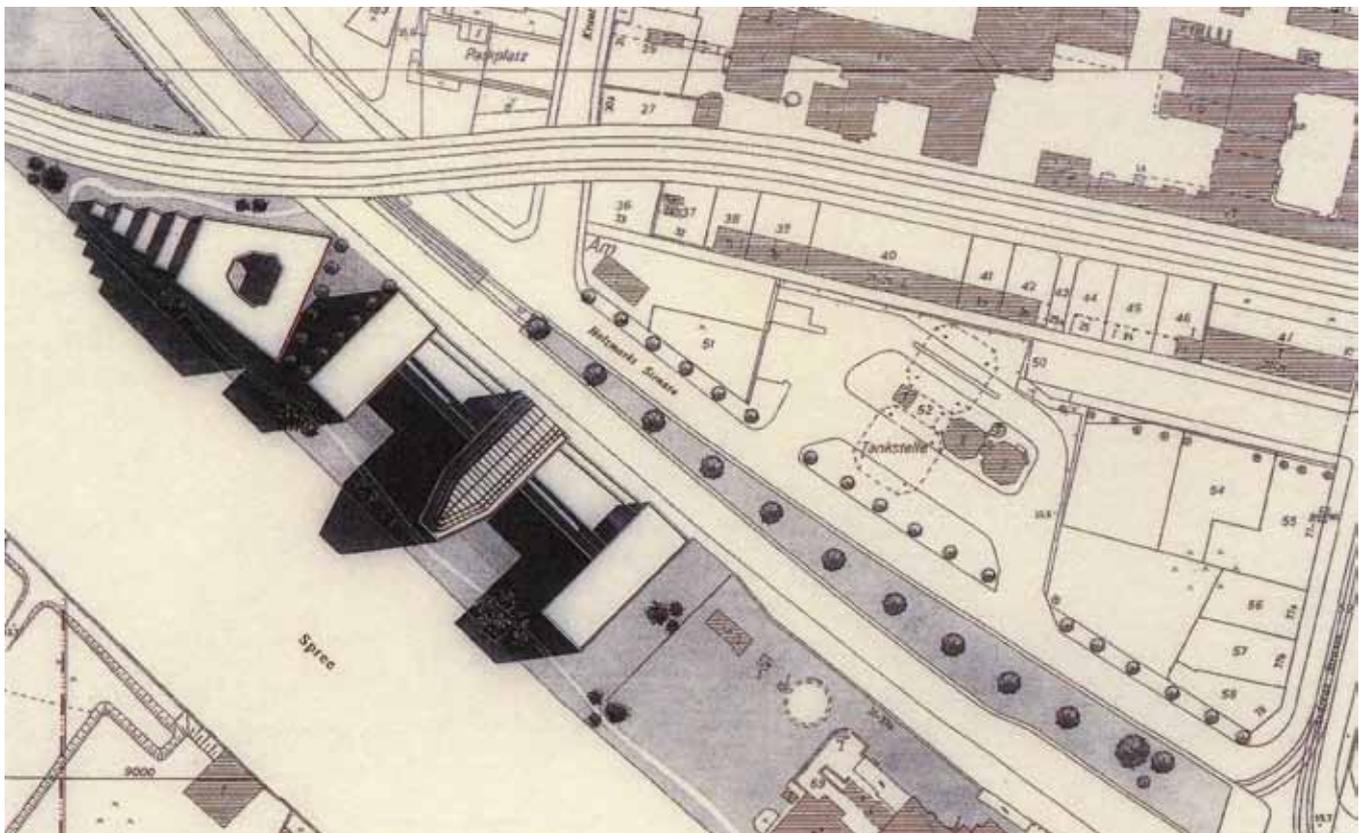
A los efectos que aquí interesan se tratará acerca de la carretera en su formulación estructural y macroscópica como red y no en la condición físico-funcional que considera la ingeniería. La carretera será aquí carretera-red, entendida como malla de vías que crean una gran estructura espacial de arcos y nodos sobre el territorio; un entramado que siendo físicamente finito lleva embebido, sin embargo, en su propia lógica interna el código de algo parecido a lo infinito. La carretera-red desborda cualquier delimitación origen-destino y su dualidad finito-infinito le confiere un valor singular como sistema estructurante del territorio. Desde ese punto de vista, el estudio de la carretera-red se abre a conocimientos que van más allá de las disciplinas clásicas del conocimiento del territorio y la ingeniería de Caminos. Una aproximación prometedora en tal sentido es la que pensamos que puede hacerse desde la topología, la matemática combinatoria y la teoría de grafos, que constituyen la base de la moderna ciencia de las redes. Pero como veremos, esa vía de ataque se encuentra aún en un estado relativamente incipiente y los instrumentos de análisis con que cuenta hoy el estudioso de estos temas ni son muy directos ni demasiado fáciles de aplicar a la compleja realidad del territorio y, en concreto, al papel que dentro de él juega la carretera-red.

### **Topología, ciudad y territorio**

La organización del territorio –y singularmente la urbanización– son actos humanos de ordenación espacial con un fuerte contenido topológico. Frente a la condición natural o primigenia de un determinado enclave cuyas características son puramente fisiográficas, la ordenación crea lugares, es decir espacios organizados y ocupados por el hombre en

base a principios de diseño, intuitivos o programáticos. De esos principios, unos son de naturaleza espacial geométrica, como los de alineación, forma, orientación o tamaño, mientras que otros distintos, como son los de conectividad, adyacencia, compacidad o persistencia –en el sentido de continuidad–, corresponden a propiedades esencialmente topológicas. Ciudad y territorio son espacios humanizados, es decir, lugares compuestos por una gran diversidad de entes, en gran medida creados artificialmente y relacionados entre sí; no deben verse como simples contenedores espaciales. En sus correspondientes escalas geográficas, ciudad y territorio son los lugares de relación y convivencia humanas; se pueden entender como continuos ordenados a partir de la articulación de todas esas partes constituyentes, que a su vez es posible analizar apoyándose en determinados tipos de estructuras u ontologías espaciales (Fig. 2).

El espacio urbano es el espacio humanizado por antonomasia, si bien no el único. A mayor escala geográfica, el territorio transformado por la acción del hombre se puede considerar como una extensión topológica del concepto de ciudad, al menos en algunas de sus propiedades. Entre las ontologías que conforman el territorio destacan singularmente por su ubicuidad las redes, estructuras que poseen –incluso intuitivamente– una marcada significación topológica. El estudio formal de las redes puede emprenderse desde un punto de vista cualitativo a través de sus propiedades intrínsecas, aunque para ello será preciso situarse en un plano distinto al de los hechos metrizable y sus métodos tradicionales de análisis. Además de las redes existen otras estructuras espaciales de indudable interés topológico, entre las que pueden mencionarse las fibras, los haces, las tramas o retículas y los nudos, tipos que también pueden encontrarse no solo como abstracciones o metáforas afortunadas sino



**Fig. 2.** En cualquier pieza del espacio humanizado, sea ciudad o territorio, subyace una topología que le imprime propiedades de significado diferente de las geométricas y seguramente más hondas. La imagen corresponde a un trabajo realizado por el arquitecto Aldo Rossi para el concurso Spree-Ufer en Berlín (1996)

adoptando distintas materializaciones en el contexto físico indicado. El conjunto de esas ontologías, sus propiedades, relaciones y variedades, constituye lo que podemos denominar la “facies topológica” del territorio.

Entenderemos por territorio la suma de los lugares diseñados por el hombre a partir de un ideario en torno a la noción de orden. En lo que se refiere en concreto a sus aspectos espaciales, prevalecen en el territorio dos clases de orden: el orden métrico y el orden topológico. El primero de ellos ha sido estudiado regularmente a lo largo de la historia, al menos desde la primera sistematización axiomática de la geometría (Euclides de Alejandría), tres siglos antes de la era cristiana. Arquitectos, ingenieros, agrimensores y astrónomos han tenido en la métrica euclídea un instrumento de primera importancia para la elaboración de sus teorías y en la realización de sus hechos. La geometría da lugar a representaciones operables de los objetos y de los espacios en torno al hombre, a partir de la formalización de dos categorías centrales: distancia y orientación. Ambas poseen un significado intuitivo, son percibidas por la vista, medibles y representables gráficamente. El orden geométrico se articula a partir de la idea de medida, es decir cuantificación de esas dos magnitudes fundamentales de longitud y ángulo en los espacios euclídeos de dos y tres dimensiones. La medida es una propiedad espacial que se obtiene por comparación, y por ello las relaciones geométricas pueden tratarse desde un punto de vista algebraico como relaciones de orden.

La topología, en cambio, se apoya en una conceptualización distinta del espacio, entendiendo este como un conjunto de entes diferenciados en base a otro tipo de categorías y procesos de transformación. El análisis topológico de los espacios organizados por el hombre desborda las nociones habituales de forma y geometría, y apunta hacia propiedades y relaciones intrínsecas de esos lugares, invariantes no necesariamente metrizables como se verá más adelante. En ese sentido, las interpretaciones topológicas de lo espacial en ciudad y territorio se diferencian conceptual y metodológicamente de los estudios morfológicos y más aún de los geográficos, cuya vocación omnicomprensiva tiende paradójicamente al campo de lo narrativo<sup>6</sup>. Al invocar la topología desde el ámbito disciplinar de los estudios espaciales del medio urbano y del territorio, se enriquece el análisis con conceptos y hechos cuya interpretación desborda las posibilidades de los métodos convencionales, sean cuantitativos o descriptivos.

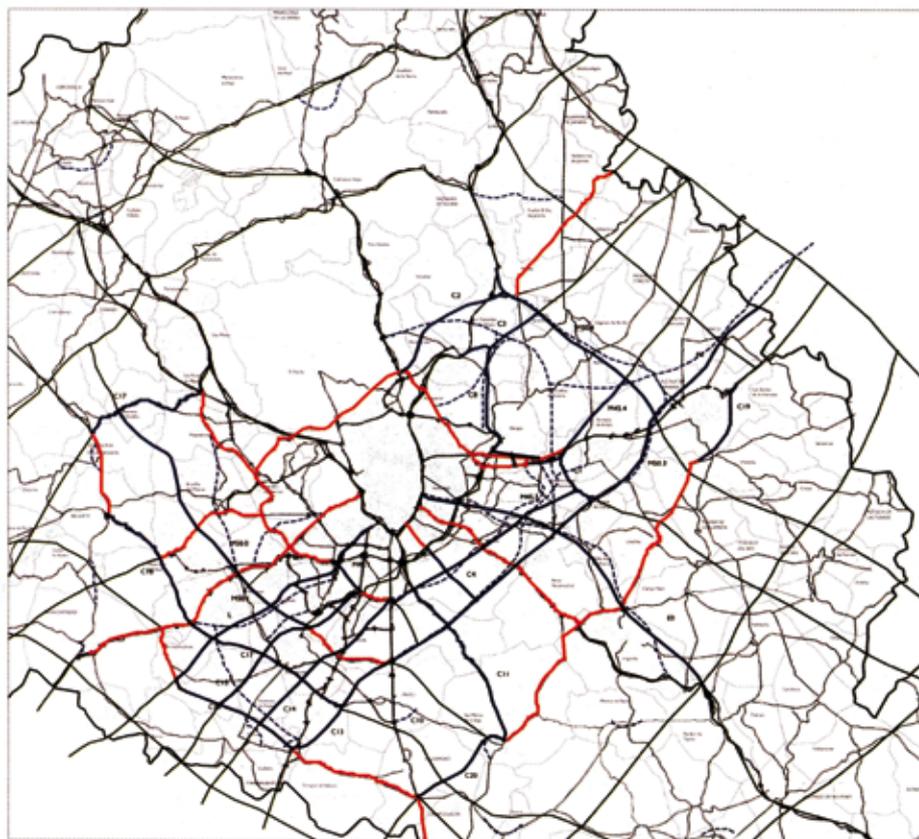
Así como distancia y orientación son conceptos que desempeñan un papel nuclear en el establecimiento del orden métrico espacial, el orden topológico se manifiesta a partir de otras categorías que resultan esenciales para su propósito, entre las que sobresalen las de conectividad, adyacencia y compacidad. Ninguna de ellas posee un significado físico tan inmediato como el de sus homólogas métricas; no son igualmente representables ni pueden tratarse analíticamente de manera similar. Su propia definición se aleja en cierta medida del dominio de lo visual para situarse en un ámbito formal más abstracto: así, la conectividad se refiere a la imposibilidad de descomponer un determinado espacio o conjunto de objetos en subconjuntos disjuntos no vacíos, es decir desconectados entre sí; la adyacencia es una propiedad de los conjuntos abiertos que poseen algún borde común; la compacidad, por su parte, corresponde a la existencia de puntos de acumulación.

La topología se fundamenta esencialmente en relaciones espaciales de equivalencia, mientras que la geometría, como se indica anteriormente, se apoya en relaciones de orden. Los espacios topológicos pueden ser metrizables o no y además sobre un mismo espacio pueden darse varias topologías en concurrencia. La aplicación de los conceptos centrales de la topología al estudio de las propiedades, relaciones y variedades de las estructuras espaciales en ciudad y territorio, requieren una contextualización específica y cierta elaboración *ad-hoc*, como se explica más adelante. Fue el matemático Henri Poincaré quien abordó por vez primera la formalización de la topología como una rama específica del saber, a la que dio en su origen el nombre de *Analysis Situs*<sup>7</sup>. Sucedió aquello en el año 1895, y las palabras del propio fundador de la disciplina son elocuentes al explicar la necesidad de un modo de análisis espacial distinto del geométrico, anunciando una disciplina nueva cuya teoría y métodos eran entonces inexistentes. Por eso, Poincaré sentó las bases de la topología con el fin de estudiar cualitativamente el orden espacial asociado a propiedades y relaciones que trascienden los postulados y desarrollos de la ciencia fundada siglos atrás por Euclides. En sus propias palabras, “[...] *une méthode qui nous ferait connaître les relations qualitatives dans l'espace*”.

La geometría euclídea y sus derivaciones disciplinares han imperado históricamente entre los métodos científicos para el análisis de los hechos espaciales, de la misma manera que los métodos topológicos son aún una rareza, con la excepción parcial y con matices de la algoritmia subyacente a los

denominados sistemas de información geográfica o GIS<sup>8</sup>. El hecho anterior quizá se deba a la posición instrumental tan preponderante que ha alcanzado la geometría dentro de la física clásica, la naturalidad con que conecta el ejercicio de lo cognitivo con lo visual y también a su transversalidad que la hace estar presente un buen número de disciplinas científicas. Por el contrario, la abstracción de la topología, las categorías y conceptos que esta emplea y sus formas más difíciles de expresión operativa, la hacen poco conciliable con la inteligibilidad que requieren el urbanista o el organizador del territorio a la hora de interpretar a simple vista los espacios ordenados por el hombre. Sin embargo, creemos que la topología debe formar parte del bagaje de conocimientos que reclama justamente Miguel Aguiló<sup>9</sup> para “saber ver la ingeniería”, es decir para aprender a mirarla de tal manera que seamos capaces de penetrar con la visión en la estructura de los fenómenos, más allá de lo puramente formal o evidente (Fig. 3).

El análisis topológico de los espacios humanizados no se consigue mediante una aplicación directa y sin más de los principios de esa ciencia a la materialidad del territorio; exige una cierta adecuación disciplinar o acercamiento desde la abstracción matemática a la realidad concreta del medio físico y económico. La topología puede contribuir sustantivamente al estudio de las ontologías espaciales situadas en el dominio de ciudad y territorio en la medida que conecte con el acervo de conocimientos de la urbanística y de la ordenación territorial, con sus tradiciones científicas y culturales. Para ello será preciso enriquecer la investigación topológica con aportaciones cognitivas externas a esa ciencia matemática que hagan sus categorías más cálidas y legibles, modulando su pureza abstracta que es formalmente rigurosa, pero en ciertos aspectos elusiva o incluso hermética. Aportando con ello congruencia al significado del análisis topológico para acomodarlo a las irregularidades e imperfecciones reales que son inherentes, por su propia



**Fig. 3.** El plano muestra gráficamente la potencia del papel estructurante que ejerce la red de carreteras en el territorio, tomando en este caso como ejemplo el Plan Territorial de Madrid del año 1996

naturaleza, al espacio organizado por el ser humano, en particular el territorio y sus estructuras. En tal sentido, la carretera-red, que es la estructura mallada que predomina en la gran escala del espacio humanizado, constituye un interesante ejemplo para poner a prueba la aplicación de tales ideas y conceptos.

### **La carretera-red, expresión de la “facies topológica” del territorio**

La red es manifiestamente uno de los iconos de referencia del siglo XXI, un concepto que sin ser específicamente original de nuestro tiempo ha alcanzado tal importancia en el imaginario público, que hoy día se piensa que nada relevante puede existir al margen de las redes. Desde Internet a las redes sociales, en buena medida inmateriales, pasando por otras que poseen una presencia física mucho más evidente y consolidada como pueden ser las del transporte –de las cuales la carretera constituye una especialidad modal, quizá la más importante– las redes son ya omnipresentes. Y es la conjunción virtuosa que en ellas se produce de conectividad, interacción y más recientemente también “inteligencia” lo que ha ido dando cuerpo y sustancia a una idea que ya se anticipaba en la última década del siglo pasado: la sociedad en red<sup>10</sup>.

El análisis de las redes posee una base matemática en evolución permanente como prueba en los últimos años el crecimiento significativo de la panoplia de instrumentos teóricos, métodos y modelos, algoritmos, técnicas de representación y análisis<sup>11</sup> en manos de los estudiosos de la materia. La variedad de fenómenos interesantes y problemas que plantean las redes es impresionante, tanto en lo que se refiere a sus propiedades estructurales en diferentes escalas o niveles de referencia como en cuanto a los procesos que se dan sobre ellas y los efectos que causan o propagan más allá de su propio confín. Una buena parte de los temas actuales de estudio sobre las redes poseen una naturaleza estrictamente cuantitativa, por ejemplo los de caracterización de sus propiedades estructurales o los de optimización, pero no todos los problemas relevantes admiten ni aconsejan ese tipo de aproximación como se verá. El estudio de las redes complejas posee facetas cualitativas muy importantes en las que influye directamente la teoría moderna de grafos, punto de encuentro de la topología algebraica y la matemática combinatoria. Es precisamente en estas áreas fronterizas del conocimiento donde se producen las contribuciones más originales de los matemáticos, se encuentran las vías más prometedoras y surgen los resultados de mayor belleza en relación con las redes<sup>12</sup>.

Los problemas relacionados con el encaminamiento óptimo a través de redes –el criterio de optimalidad puede ser variable en múltiples sentidos– constituyen un clásico de la teoría elemental de grafos aplicada a la vialidad, que tuvo origen histórico en el conocido episodio de los puentes de Königsberg, mediando en el mismo el gran matemático Leonhard Euler. Su dedicación al rompecabezas conocido como Sieben Brücke von Königsberg concluyó en la demostración de la imposibilidad del deseado tránsito acíclico que permitiese a un viandante cruzar los dos brazos que forma el río Pregel alrededor de la isla de Kneiphof, atravesando cada uno de los siete puentes que en aquellos años había en la ciudad y regresar al punto de partida sin repetir el paso por ninguno de ellos. Euler dio cuenta de sus pesquisas en un informe presentado a la Academia de Ciencias de San Petersburgo en el año 1735 con el título “Solutio problematis ad geometriam situs pertinentis”. Esa fecha se considera la de resolución del primer problema de naturaleza estrictamente topológica que aflora en el universo de la matemática, si bien la topología no existía aún como rama organizada y debidamente fundamentada dentro de esa ciencia. Es también un hito dentro de la aún más reciente teoría de la complejidad computacional, ya que se trata igualmente del primer ejemplo conocido de problema del tipo NP-completo<sup>13</sup>, cuya resolución exige unos recursos informáticos –espacio de memoria y ciclos de procesador– que escalan con su dimensión de manera no acotada polinómicamente (Fig. 4).

Más allá de curiosidades del pasado y conceptos abstractos, resulta interesante advertir cómo el estudio cualitativo de las redes malladas presenta aspectos estructurales en buena medida comunes con independencia de cuál sea su naturaleza física y el dominio concreto de implantación de que se trate: territorio, electricidad, comunicaciones y más recientemente las redes sociales. El ingeniero-arquitecto o viceversa Frei Otto es muy conocido internacionalmente por su reputación en el campo de las estructuras ligeras construidas con mallas de cables, pero al mismo tiempo es un personaje con inquietudes teóricas sobre el significado y efectos de las formas que crea el hombre, en el fondo las razones de su génesis. Otto publicaba hace cuatro años un interesante librito titulado “Occupying and Connecting<sup>14</sup>” en el que extiende sus reflexiones sobre este tipo de estructuras espaciales, las redes malladas, fuera de ámbito de lo resistente para situarlas en el contexto de la ordenación del territorio. En esa obra Frei Otto ha sido capaz de unir lo esencial que da una visión centrada en los aspectos



Fig. 4. Mapa de la ciudad prusiana de Königsberg, de la época en que Euler probó la irresolubilidad del problema del tránsito acíclico a través de los siete puentes tendidos entonces sobre el río Pregel

mecánico-estructurales de las mallas que se investigan en el Instituto de Estructuras Ligeras<sup>15</sup> de Stuttgart con otras perspectivas diferentes sobre el tipo particular de disposiciones espaciales que son las redes; en concreto con la interpretación que de ellas hacen los urbanistas y los planificadores del territorio con quienes el distinguido estructuralista ha trabajado en este caso estrechamente. La experiencia que puede extraerse de este trabajo de colaboración interdisciplinar no es solo válida a efectos del resultado obtenido, sino también en la medida que ilustra las dificultades del proceso de generación de conocimientos nuevos cuando confluyen visiones y especialidades tan diferentes en sus bases teóricas y en la praxis profesional. *“As it is often the case in interdisciplinary research projects, relatively long lead times were needed for various reasons. Different specialist languages, working methods and ways of thinking have to be understood by the partners, accepted or even adapted”*<sup>16</sup> reconoce el propio Otto, subrayando así el interés del reto y también los obstáculos encontrados en ese diálogo nada fácil entre disciplinas en torno al estudio de las propiedades intrínsecas de las mallas (Fig. 5).

El proceso de ocupación del territorio autoperpetúa la transformación del medio por la acción del hombre. El territorio cambia permanentemente a través de una sucesión de actos discretos que se superponen unos a otros, estableciendo un continuo espacio-temporal cuya dinámica es en buena

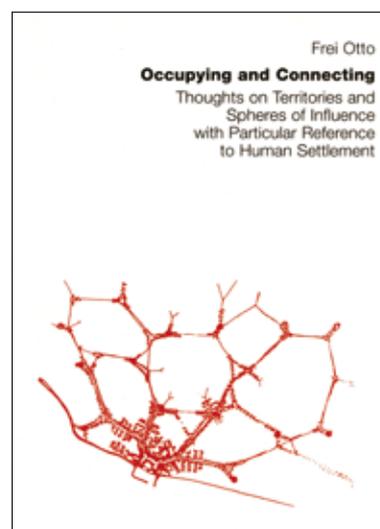


Fig. 5. Portada del libro de Frei Otto titulado: “Occupying and Connecting. Thoughts on Territories and Spheres of Influence with Particular Reference to Human Settlement”

medida consecuencia de los efectos que crean las distintas ontologías espaciales en él implantadas. De todo ello se posee una evidencia basada en la intuición y la constatación empírica; sin embargo el planificador raramente dispone de instrumentos analíticos y métodos adecuados para hacer frente a los hechos que como consecuencia de lo anterior se desencadenan sobre el territorio. Esto último es quizá una de las razones que arrojan duda sobre la eficacia, incluso la misma verosimilitud de la planificación territorial y sus especialidades sectoriales –entre ellas la del transporte– como disciplinas de contenido “científico” en un sentido más o menos positivista del término. También ayuda a explicar la impotencia que desde la propia actividad planificadora se expresa en ocasiones con tanta honestidad como resignación o abierto desencanto<sup>17</sup>.

A nadie sorprenderá reconocer que la carretera-red arrastra o induce la ocupación del territorio, lo cual es debido a que aquella permite localizar usos en su proximidad que se benefician de la propiedad principal que confiere al espacio en bruto: accesibilidad. Tal circunstancia se encuentra desde luego presente en las normas y el corpus doctrinal que rigen los estudios de planificación, el proyecto y la explotación de las vías de la red; igual en lo que se refiere a los instrumentos de planeamiento urbanístico al uso y la heurística de los planificadores. Pero se trata de efectos locales de atracción que pueden preverse con relativa facilidad y regularse me-

diante el simple ejercicio de la potestad normativa por parte de las autoridades directamente involucradas en la gestión del territorio, en esa misma escala y ámbito jurisdiccional de referencia. Lo que es más interesante –y bastante más difícil– a la hora de pensar la carretera como red y tratar de ver su influencia en los hechos del territorio son otro tipo de fenómenos y escalas. Y es precisamente ahí donde el estudio del territorio desde la topología, la combinatoria y los estudios analíticos basados en la teoría de grafos pueden desempeñar un papel relevante.

Diversos trabajos de investigación y propuestas efectuadas en ese sentido<sup>18</sup> ponen de manifiesto que tal posibilidad no deja indiferente a ninguna de las especialidades disciplinares que podemos considerar más directamente atraídas por esta cuestión: la ingeniería de Caminos, las ciencias del territorio –en particular la geografía– y también en menor medida la propia matemática. Resulta sin embargo un tanto decepcionante, aunque al mismo tiempo un estímulo para mentes inquietas, advertir que los estudios sobre la carretera que se emprenden desde la teoría de redes<sup>19</sup> se encuentran aún en un estado incipiente y están enfocados por lo general a la caracterización cuantitativa de las propiedades intrínsecas que presentan este tipo de estructuras desde el punto de vista considerado. Algunas de las características de la carretera-red que afloran en las investigaciones al uso corresponden a indicadores de estructura, como son el grado de conectividad nodal, los niveles de clustering, la centralidad, la distribución estadística de los encaminamientos de distancia mínima o la densidad espectral de la red<sup>20</sup>. En general provienen de la conocida teoría de Erdős-Rényi sobre grafos<sup>21</sup>, aunque los estudios más actuales suelen completar el modelo básico con algunas elaboraciones provenientes de la ciencia actual de las redes, asociadas a fenómenos del tipo *small-world* y *scale-free*. Más raramente inciden los trabajos conocidos en el análisis de los efectos externos que induce la carretera-red sobre el territorio y sus hechos, tema del que ya intuitivamente se puede esperar mayor complicación conceptual y de método.

Es indudable que la carretera-red altera extraordinariamente las condiciones de accesibilidad física del medio y lo hace en un doble sentido: por una parte conecta enclaves y por otra establece limitaciones a una cierta transversalidad isotrópica, si bien es cierto que esta propiedad suele tener un valor más teórico que realizable en la práctica, al menos desde el punto de vista de la importancia de los usos primarios del territorio. Las carreteras unen o cosen

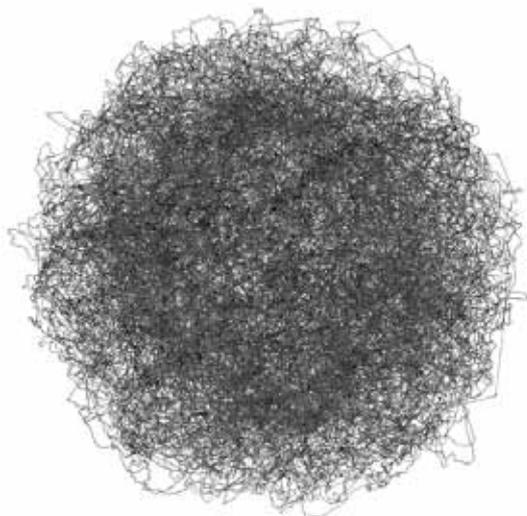
enclaves en un sentido direccional que coincide físicamente con la orientación de su trazado en planta, pero al tiempo disocian, fragmentan y confinan territorios en los que anteriormente y por siglos prevaleció la idea de una cierta continuidad omnidireccional, al menos en potencia.

La carretera-red polariza el territorio, su medio natural de asentamiento, puesto que es una malla de bordes activos que tensionan y convierten en topológicamente anisótropos unos espacios que antes habrían sido razonablemente neutrales frente a esa noción potente de direccionalidad. La carretera en su papel de guía influye por otra parte en la percepción de las características fisionómicas del territorio y en especial del paisaje, que habla de distinta manera según el modo en que se le mira y también dependiendo de la situación relativa del punto de vista y las características de movimiento del observador, esencialmente su direccionalidad y variables cinemáticas relevantes.

La conjunción de esos factores puede conceder o detraer valor a la relación que mediada por la carretera-red se establece entre el medio y el ser humano. Argumentaban los Situacionistas que la circulación –por tanto la vialidad como factor físico habilitante de la misma– constituye un aspecto clave en la apropiación psico-geográfica del territorio, entendido como conjunto articulado de lugares y significados para quien lo recorre<sup>22</sup>. Desde esa posición extendieron el dominio espacial del tipo de espécimen urbano del *flâneur*, que había instaurado Baudelaire casi un siglo antes en sus divagaciones sobre París. Este gran modernizador de la poesía europea, que por otra parte inspiró positivamente a Walter Benjamin en su análisis crítico de la contextualidad urbana, describía su particular sentimiento hacia el arte de deambular en los términos siguientes: *“Pour le parfait flâneur, pour l’observateur passionné, c’est une immense jouissance que d’élire domicile dans le nombre, dans l’ondoyant, dans le mouvement, dans le fugitif et l’infini. Être hors de chez soi, et pourtant se sentir partout chez soi; voir le monde, être au centre du monde et rester caché au monde”*<sup>23</sup>. Una experimentación intelectual y sensorial del territorio como la que propugnaban Benjamin y los situacionistas, también depende en buena medida de las propiedades topológicas del camino que lo recorre.

#### **Interrogación final: ¿hacia una nueva teoría de la carretera-red?**

Territorio, carretera-red, paisaje... Son tan importantes las cosas que nos envuelven en la gran escala que deberíamos



**Fig. 6.** La creciente densificación y complejidad de las redes, también su aparente desorden espacial, quedan plasmados magníficamente en esta imagen del dibujo *Ceaseless Doodle*, obra de los jóvenes artistas turcos Özlem Günyol y Mustafa Kunt

tratar de verlas con mayor campo, haciendo uso de aquella metáfora de *les yeux fertiles* que invocaba Éluard, refiriéndose no tanto a los órganos de la vista como al propio intelecto humano. En asuntos polisémicos como son el territorio y sus elementos estructurantes, los estudios interdisciplinares parecen el instrumento adecuado para aplicar con propiedad los ingredientes teóricos y la visión plural que debería extenderse desde una actitud más vocacionalmente abierta y científica que de reserva gremial. Ello es aún más cierto cuando la confluencia de disciplinas une la joven e inmadura matemática de las redes con dominios más tradicionales de las ciencias del territorio, que normalmente elaboran desde planteamientos poco abstractos y apegados a alguna realidad física evidente del medio. No parece que sea precisamente trivial sintetizar con éxito conceptos y métodos realmente nuevos y además fructíferos para el estudio de la carretera-red, pongamos por caso, a partir del cuerpo de conocimientos que manejan habitualmente la ingeniería de Caminos, por un lado, y la moderna teoría de grafos o la matemática combinatoria por otro. A primera vista no se hace fácil intuir cómo ha de ser el crisol interdisciplinar capaz de lograr una virtuosa amalgama de las variables sobre capacidad e IMD de una carretera con el lema de Szemerédi<sup>24</sup>, o de los índices de accidentalidad y congestión viaria con los teoremas fundamentales de Ramsey<sup>25</sup>. Pero todo eso, queremos pensar y en cierto modo estamos convencidos, llegará.

La interdisciplinariedad deseada en torno a la carretera-red no es una simple acumulación de conocimientos de distinto origen y desde luego exige profundidad en los objetivos comunes y una estructura germinativa propia que alumbre conocimientos nuevos. Tiene mucha razón Frei Otto en lo que explica a este respecto en la obra suya que se ha mencionado antes. Parece que las aproximaciones desde la ciencia de las redes a los estudios territoriales aún no alcanzan lo que epistemólogos como Nagel<sup>26</sup> denominan un “status cognitivo completo” –*comprehensive*, en inglés– de tal manera que no se dispone aún de una teoría propiamente topológica del territorio y sus ontologías, en particular de la carretera-red. Tal teoría no se reducirá a un simple sistema de explicaciones basado en hipótesis, experimentos o extrapolaciones prestadas desde otros campos del conocimiento. La teoría nueva de la carretera-red ha de mostrar autonomía para capturar analíticamente mediante abstracciones propias lo esencial-estructural que aquella posee y lo que induce sobre el territorio en términos de localización de actividades, usos del suelo y dinámica urbana (Fig. 6).

En algún momento se ha mencionado en este artículo a Manuel Castells, quien supo anticipar a través del término “sociedad en red” o “sociedad-red” lo que hoy ya es un patrón de la forma contemporánea de vivir, en un sentido general que trasciende ampliamente la noción de desplazamiento. Muchos años antes, en 1972, Castells había escrito desde su exilio en París un libro en ciertos aspectos sorprendente aunque a la postre errado en algunas de sus predicciones más llamativas. Ese libro se titulaba “*La Question urbaine*” y pretendía ser un tratado de urbanismo marxista, es decir una lectura del espacio humanizado desde los principios dogmáticos de materialismo dialéctico, tomando a la ciudad como medio donde se desenvolvería la “lucha de clases”. A pesar de los yerros, el ilustre sociólogo acertó al ver entonces entre los elementos de la estructura espacial determinantes de la urbanización la importancia de aquellos vinculados al intercambio, y por tanto más o menos de lo que aquí hemos querido denominar la carretera-red. Suyas son –o eran entonces– las palabras siguientes: “El análisis de la circulación debe entenderse como una especificación de una teoría más general del intercambio entre los componentes del sistema urbano [...] la circulación tiene lugar en un espacio social determinado, modelado principalmente por las propias conexiones del transporte”. Sin decir mucho, aquí Castells trató de decirlo todo. **ROP**

**Notas**

- (1) Entiéndase aquí (y en general a lo largo de este escrito) el valor como valor intrínseco o axiológico, más que utilidad.
- (2) L'imaginaire; Jean-Paul Sartre. Éditions Gallimard, 1986.
- (3) Misha Gromov, matemático francés de origen ruso, galardonado con el premio Abel ('el Nobel de las matemáticas') en el año 2009. La cita proviene de la publicación *Introduction aux mystères*, editada por Actes Sud con motivo de la exposición *Mathématiques, un dépaysement soudain*. Organizada de Octubre de 2011 a Marzo de 2012 por la Fundación Cartier para el arte contemporáneo en París, fue fruto de la colaboración de Gromov con el artista David Lynch.
- (4) Diccionario de Filosofía; José Ferrater Mora. Ariel, 1994.
- (5) *La struttura assente. La ricerca semiotica e il metodo strutturale*; Umberto Eco. RCS Libri, 1968.
- (6) Véase *Analyse Urbaine*; Philippe Pannerai, Jean-Charles Depaule y Marcelle Demorgon. Éditions Parenthèses, 1999.
- (7) *Analysis Situs*; Henri Poincaré. *Journal de l'École Polytechnique*, 2-1, 1895.
- (8) Una visión interesante sobre el uso de conceptos y métodos topológicos en los GIS puede encontrarse en *GIS: A Computing Perspective*; Michael Worboys y Matt Duckham. CRC Press, 2004.
- (9) *Saber ver la Ingeniería*; Miguel Aguiló, Javier Manterola. *Revista de Obras Públicas* nº 3497, Marzo de 2009.
- (10) Este término fue acuñado por Manuel Castells, sociólogo español afincado en Berkeley en su obra *The Rise of the Network Society*. Blackwell Publishers, 1996.
- (11) Véanse por ejemplo las secciones II, III y IV de *Networks – An Introduction*; Mark E. J. Newman. Oxford University Press, 2010.
- (12) El lector interesado puede consultar la obra siguiente: *Modern Graph Theory*; Béla Bollobás. Springer, 1998.
- (13) Sobre el fascinante tema de la complejidad computacional y sus clases puede consultarse el libro *Computational Complexity*; Christos H. Papadimitriou. Addison-Wesley, 1994.
- (14) El título completo y la referencia son los siguientes: *Occupying and Connecting. Thoughts on Territories and Spheres of Influence with Particular Reference to Human Settlement*; Frei Otto. Edition Axel Menges, 2009.
- (15) *Flächentragwerke*. Centro de investigación sobre estructuras tensiles, fundado por Frei Otto en el año 1964 en la universidad de Stuttgart y dirigido por él mismo hasta su jubilación académica.
- (16) Véase el libro a que se refiere la nota 13.
- (17) Véase en ese sentido el Editorial de la revista *Urban* nº4 – *Planeamiento urbano y territorial en el siglo XXI (1ª parte)*, que recoge las ponencias del Seminario Internacional con el mismo título, organizado por el Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la ETSAM – UPM en Noviembre de 1999.
- (18) Pueden consultarse por ejemplo algunos trabajos realizados dentro de España, con enfoques algo dispares y distanciados en el tiempo, entre ellos los de Garrido Palacios, Herce Vallejo o Brunet Estarellas. De las referencias internacionales sobre la materia cabe destacar el libro *Mathematical Analysis of Urban Networks (Understanding Complex Systems)*; Philippe Blanchard y Dimitri Volchenkov. Springer, 2009.
- (19) Un trabajo interesante en esta línea se presentó en el Seminar *Infrastructure Reliability*, TU Delft – Junio 2006. La ponencia se titulaba *Topological Characteristics of the Dutch Road Infrastructure* siendo sus autores A. Jamakovic, H. Wang y P. Van Mieghem, todos pertenecientes al ámbito académico.
- (20) Una definición operativa de los conceptos utilizados en el estudio puede encontrarse en *The Structure and Dynamics of Networks*; Mark Newman, Albert-László Barabási y Duncan J. Watts. The Princeton Press, 2006.
- (21) *On Random Graphs*; Paul Erdős y Alfréd Rényi. *Publicationes Mathematicae* 6, 1959. El modelo de Erdős-Rényi posee la ventaja de que muchas de las características analizadas en los grafos pueden expresarse analíticamente y son fácilmente computables.
- (22) Véase *Positions Situationnistes sur la circulation en Internationale Situationniste*; Guy Debord. Fayard, 1997.
- (23) *Le Peintre de la vie moderne*; Charles Baudelaire. Fayard, 2010.
- (24) El lema de regularidad de Szemerédi constituye uno de los principios fundamentales de la teoría actual de grafos, y sirve en concreto para la clasificación estructural de los grandes grafos como puede ser la carretera-red. Su autor es el matemático Endre Szemerédi, de origen húngaro, profesor de la universidad de Rutgers en los EEUU y premio Abel en 2012.
- (25) La teoría de Ramsey aplicada a los grafos busca regularidad en medio del desorden, es decir condiciones generales para la existencia de subestructuras con propiedades regulares. Frank Plumpton Ramsey fue un conocido matemático de la universidad de Cambridge que también hizo contribuciones a la teoría económica, de hecho trabajó con J.M. Keynes en diversos temas sobre probabilidad.
- (26) Véase *The Structure of Science. Problems in the Logic of Scientific Explanation*; Ernest Nagel. Hackett Publishing Company, 1979.
- (27) Actualmente profesor de Sociología y Urbanismo en la universidad de California en Berkeley.
- (28) La edición española se titula *La cuestión urbana*, y fue editada en 1974 por Siglo XXI de España Editores.

# La recuperación del patrimonio de las carreteras históricas<sup>1</sup>



**Rita Ruiz Fernández**

Ingeniera de Caminos, Canales y Puertos

ETSI de Caminos, Canales y Puertos de la UCLM



**José María Coronado Tordesillas**

Doctor Ingeniero de Caminos, C. y P.

ETSI de Caminos, Canales y Puertos de la UCLM



**Francisco Javier Rodríguez Lázaro**

Doctor en Geografía e Hª

ETSI de Caminos, Canales y Puertos de la UCLM

## Resumen

Habitualmente, la consideración patrimonial de la ingeniería civil sigue circunscribiéndose, en España, a aquellas obras públicas asimilables a monumentos. Y ello hasta el punto de que la consideración de las infraestructuras lineales históricas, entendidas como ejes de las redes que configuran y vertebran el patrimonio territorial, ha quedado prácticamente desatendida. Considerando semejante contexto, el presente artículo pretende plantear algunas estrategias para la identificación y valoración de carreteras históricas examinando ejemplos de trazados de los siglos XVIII, XIX y XX susceptibles de recuperación como bienes inmuebles de interés cultural.

## Palabras clave

Carretera histórica, identificación, valoración patrimonial, recuperación

## Abstract

*The incorporation of Spanish public works as heritage assets has tended to be restricted to specific monuments. In this respect, only sparse consideration has been given to historic linear infrastructure, when taking this as the networks defining territorial heritage, has practically been consigned to oblivion. In this respect, the purpose of this paper is to establish a methodology that enables the identification and assessment of sections of historic roads built in the 18th, 19th and 20th century that should be recovered as assets of cultural interest.*

## Keywords

*Historic road, identification, heritage assessment, restoration*

## Del nodo a la red. El patrimonio de la Ingeniería civil y las infraestructuras lineales históricas

En la mayor parte de los casos, la atención a la dimensión patrimonial de la Ingeniería Civil sigue traducéndose en la consideración de las obras públicas como monumentos singulares. No por casualidad, y remitiendo a semejante enfoque, buena parte de los esfuerzos de inventario, catalogación y recuperación se han centrado, hasta la fecha, en los puentes y viaductos, las estaciones ferroviarias, las presas o los faros. Como contrapartida, la consideración de las infraestructuras lineales históricas, entendidas como ejes y redes que definen y vertebran el patrimonio territorial, ha quedado desatendida o prácticamente ignorada.

De hecho, y si bien la reflexión teórica relativa a la consideración patrimonial de las infraestructuras lineales, y de los caminos históricos en particular, se ha traducido ya en lúcidas aportaciones conceptuales y metodológicas<sup>2</sup>, los únicos consensos de entidad existentes hoy restringen la valoración patrimonial de tales infraestructuras a aquellas calzadas o tramos de calzadas romanas mejor conservadas, a los itinerarios que configuran el Camino de Santiago y la Vía de la Plata, a algunos canales, como el de Castilla, y a la red de cañadas ganaderas. Se trata de un pequeñísimo número de obras, sin duda singulares, cuyos planes especiales de recuperación constituyen desiguales excepciones a una situación generalizada de abandono.

Frente al tipo de orientación convencional que pudiéramos denominar monumental, cabe otra que considere también el patrimonio de la Ingeniería Civil desde la escala territorial. Tal aproximación supone entender el territorio como artefacto cultural en continuo proceso de proyecto, construcción, transformación y reconfiguración, y aquellos elementos sin-

gulares como rótulas, soldaduras o nodos de los arcos y redes que confieren estructura al territorio.

Por otra parte, cualquier aproximación a las infraestructuras lineales históricas deberá efectuarse corrigiendo el excesivo peso habitualmente concedido al valor de antigüedad y, en consecuencia, reconsiderando la dimensión patrimonial de las carreteras construidas desde los años centrales del siglo XVIII.

En síntesis, y desde un enfoque como el esbozado, la lógica del patrimonio de la Ingeniería Civil estriba en la propia lógica de las redes, reclamando sus arcos, sean caminos, cauces hidráulicos o tendidos ferroviarios, una singular valoración patrimonial en ningún caso menor que aquella asociada a sus nodos. Así, y cuando ello resulte posible, dicha valoración permitirá afrontar conjuntamente la identificación de (1) el trazado de la infraestructura, tanto en planta como en alzado; (2) los elementos que materializan la infraestructura: firmes y pavimentos, muros de sostenimiento, soleras y taludes, etc.; (3) sus elementos singulares o monumentales: puentes y viaductos, túneles, acueductos...; y (4) otros elementos menores o auxiliares, que configuran igualmente la vía: pontones y tajeas, elementos de señalización vertical, casillas de peones camineros, etc.

Más o menos intervenida a lo largo del tiempo, la obra de ingeniería podrá recuperarse así según fue proyectada, construida y sucesivamente reconstruida, en atención a su integridad y escala, y no considerando únicamente sus fragmentos.

Por lo demás, la consideración de las infraestructuras lineales desde la escala que les es propia contribuirá a una adecuada reconstrucción de las estrategias de proyecto y apropiación del territorio que las diversas sociedades han establecido a lo largo de la historia. Y ello, al menos, tanto por lo que respecta a las posibilidades derivadas de determinado contexto tecnológico, como en lo que se refiere a las relaciones entre las propias dinámicas tecnológicas y las expectativas de movilidad, instalación y explotación del territorio planteadas en cada momento.

### **La singularidad de las carreteras históricas**

Como acaba de señalarse, y si bien se acepta hoy de manera prácticamente unánime que la idea de patrimonio debe plantearse desde una perspectiva que supere el enorme peso habitualmente otorgado al valor de antigüedad, cabe constatar que la conciencia relativa a la preservación de las calzadas romanas, los itinerarios de peregrinación o las vías pecuarias no se ha extendido en España a las carreteras construidas

desde las décadas centrales del siglo XVIII. Aunque más próximo en el tiempo, es éste un patrimonio especialmente vulnerable, apenas protegido y escasamente valorado, sujeto a intervenciones y agresiones al seguir formando parte, salvo en casos excepcionales, de la red de carreteras en uso. Así las cosas, tanto la singularidad e indudable valor histórico y documental de las carreteras históricas españolas, como el estado de desatención al que siguen estando relegadas, abundan sobre el interés y oportunidad de establecer con cierta urgencia estrategias concretas que permitan identificar, valorar, proteger y recuperar este patrimonio.

Como es sabido, entre 1749 y 1752 quedaron concluidos los 16 kilómetros que salvaban el Puerto del León, entre Guadarrama y las proximidades de El Espinar, y los 71 kilómetros que separaban Reinosa y Santander. Fueron los primeros caminos pavimentados de la Edad Moderna española, y su construcción anunció la sustancial inflexión que, tanto por lo que respecta a la planificación de infraestructuras de transporte, como en lo relativo a las técnicas de trazado y construcción de carreteras, tuvo lugar en España a partir del reinado de los primeros Borbones.

Al igual que en el caso de las calzadas romanas, los caminos pavimentados que se habilitaron al tráfico a partir de 1750 fueron quedando materialmente encajados en el territorio. No se trataba, ya, de sendas o caminos térreos de trazado variable o eventual, y salvo en casos excepcionales su identificación resulta inequívoca. Pero si, por su decisiva dimensión funcional, toda obra pública queda sujeta a sucesivas reconfiguraciones, ello se hace especialmente patente en el caso de la carretera. En tal sentido, y si bien las carreteras españolas permanecieron en su mayor parte inalteradas hasta las primeras décadas del siglo XX, la aparición y sucesiva consolidación del automóvil trajo consigo un progresivo y sustancial proceso de transformación de la red. El Circuito Nacional de Firmes Especiales (1926/1939), el Plan de Modernización de la Red de Carreteras Españolas (1950/1960), el programa REDIA (1967/1971) y el Plan General de Carreteras 1984/91 constituyen hitos fundamentales en la secuencia de modificación de pavimentos y trazados que tuvo lugar en el último siglo.

La valoración patrimonial de los tramos de carreteras históricas deberá tener en cuenta los procesos de modificación a los que se alude. En tal sentido, las intervenciones efectuadas sobre los trazados originales han configurado, en ocasiones, un patrimonio viario igualmente valioso. Así ocurre, por ejemplo, en el caso de los riegos, adoquinados, hormigones mosaicos y

otros pavimentos extendidos sobre las carreteras de macadam del siglo XIX durante el período correspondiente a las obras de mejora de la red del Circuito Nacional de Firmes Especiales. Del mismo modo, intervenciones más modernas como las debidas al Plan de Modernización o al programa REDIA exigen también un análisis relativo a su valoración patrimonial.

Por lo demás, los procesos de modificación y transformación de trazados y pavimentos mantienen su vigencia. En la actualidad, cuando la consideración de la dimensión patrimonial de las infraestructuras lineales debiera estar presente en cualquier intervención que entrañara su transformación o pérdida, gran parte del patrimonio viario sigue desapareciendo bajo proyectos de acondicionamiento o rehabilitación poco cuidadosos.

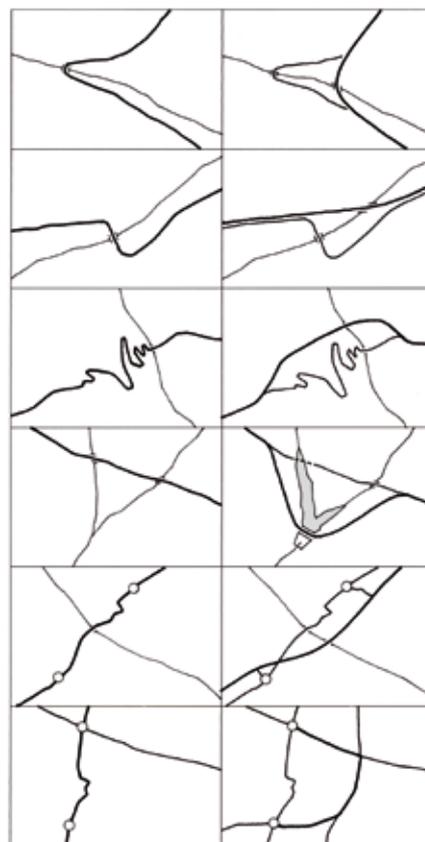
### **Criterios de identificación. Formas de pervivencia y tipos de tramos<sup>3</sup>**

Se ha insistido ya sobre el hecho de que, debido a su acusada dimensión funcional, las carreteras construidas a partir de las décadas centrales del siglo XVIII han quedado sometidas a un proceso de creciente transformación y reconfiguración. Y conviene subrayar ahora que, habida cuenta de la naturaleza y escala del patrimonio de las infraestructuras lineales, únicamente la red de carreteras en uso puede proveer de una adecuada accesibilidad a las carreteras y tramos de carreteras históricas.

La consideración de ambas realidades aconseja establecer metodologías que permitan identificar y caracterizar los distintos tipos de tramos de carreteras históricas atendiendo a los procesos —bien ocurridos en la propia infraestructura, bien derivados de la construcción de infraestructuras alternativas— que determinan y explican su pervivencia. De la aplicación de tal enfoque al análisis cartográfico y el trabajo de campo resulta la clasificación, evidentemente abierta, que recogen los párrafos que siguen (Fig. 1).

#### **- Tramos desafectados de uso**

Las rectificaciones de trazado han suprimido tramos de mayor o menor longitud cuyas características geométricas y obras de fábrica suelen corresponder al proyecto original de la carretera. Siguiendo un proceso lógico, estas rectificaciones se han efectuado con objeto de eliminar tramos de excesiva rasante o afectados por curvas de pequeño radio, quedando así abandonadas, al desafectarse de uso, partes del camino especialmente significativas en relación con los usos constructivos y las técnicas de trazado de carreteras anteriores a la consolidación del automóvil.



**Fig. 1. Esquemas de formas de pervivencia de tramos de carreteras históricas**

#### **- Tramos que se mantiene en uso**

##### **• Mejoras locales**

En otras ocasiones, y de manera habitual en el caso de las autovías construidas mediante duplicación de calzadas, las mejoras locales de trazado no suponen la desafectación de uso de la carretera histórica, que se reincorpora a la nueva infraestructura como parte de la vía de servicio, funcionando además, en ocasiones, como infraestructura de acceso a núcleos urbanos próximos.

##### **• Travesías de población**

La construcción de variantes desvincula del trazado de la carretera los tramos correspondientes a las travesías suprimidas. Se trata, en muchos casos, de trazados urbanos que responden a proyectos de carreteras de los siglos XVIII, XIX y XX. Su análisis permite analizar los procesos de transformación de las travesías en ejes urbanos, y su incidencia en el crecimiento y estructura de los núcleos de población.

Por otra parte, y en lo que toca a su valoración patrimonial, muchas travesías mantienen pavimentos, pequeñas obras de fábrica y elementos de señalización contemporáneos a su proyecto o vinculados a posteriores programas de mejora. Es el caso de algunos leguarios y postes kilométricos, o de los adoquinados correspondientes al Circuito Nacional de Firmes Especiales que todavía conservan algunas travesías de la red principal.

- **Modificaciones de trazado en zonas montañosas**

En muchas ocasiones, las modificaciones de trazado tienen por objeto ofrecer itinerarios alternativos a antiguos pasos de montaña afectados por fuertes rasantes y alineaciones curvas de pequeño radio. Ello puede permitir una mejor conservación de los antiguos puertos de montaña, especialmente relevantes tanto por su valor paisajístico como por el hecho de tratarse de trazados que documentan adecuadamente las estrategias de proyecto y construcción de carreteras durante el largo período previo a la implantación y consolidación del automóvil.

- **Modificaciones de trazado motivadas por la construcción de grandes infraestructuras**

La construcción de ciertas infraestructuras, y en particular de grandes embalses, obliga a modificar aquellos trazados que han quedado afectados por la nueva obra. En ocasiones, tales trazados corresponden a antiguos caminos reales o carreteras de primer orden construidas durante los siglos XVIII y XIX.

- **Modificaciones de trazado debidas a la construcción de vías alternativas en el mismo corredor**

La construcción de autovías o tramos de autovía de nuevo trazado en los corredores de las principales carreteras nacionales ha motivado que centenares de kilómetros de la antigua red de primer orden se mantengan en el estado en que se encontraban con anterioridad a la década de los años noventa del pasado siglo. Es el caso de un buen número de tramos que conservan la sección correspondiente al programa REDIA, cuyo trazado responde al que originalmente tuvo la carretera y a las sucesivas mejoras locales introducidas hasta la construcción de la correspondiente autovía. Frente a lo ocurrido en otros casos, algunos de estos tramos presentan considerables longitudes de trazado no afectadas por soluciones de continuidad, así como la posibilidad de acceder sin excesiva dificultad a otros tramos de menor longitud correspondientes al primitivo trazado de la infraestructura. Debido a su nueva función, soportan poco tráfico y disponen de buenas conexiones con la red de alta capacidad.

- **Modificaciones de trazado debidas a la construcción de trazados alternativos en otro u otros corredores**

Menos frecuente es el caso en que una antigua carretera pierde vigencia por la construcción de un trazado alternativo en otro corredor. Cuando ello ocurre, el trazado histórico queda en situación similar a la anteriormente esbozada.

### **Posibles criterios de valoración patrimonial**

En términos generales, la valoración patrimonial de un inmueble

remite a la evaluación de su potencial histórico e historio-gráfico, documental, estético, simbólico y significativo, etc. Obviamente, tales aspectos deberán considerarse en el caso de las obras públicas<sup>4</sup>. Además, la valoración patrimonial de cualquier infraestructura lineal deberá tener en cuenta sus rasgos característicos. Por una parte, toda carretera histórica es un inmueble en el territorio y, más concretamente, una forma territorial lineal. Por otra, las carreteras históricas quedan configuradas por un conjunto de elementos singulares que deberán ser valorados individualmente y en su relación con el trazado. En síntesis, la valoración patrimonial de una carretera o tramo de carretera histórica implicará la consideración conjunta de ambas realidades.

#### **- Singularidad histórica y tecnológica**

- **El trazado**

En ocasiones, un trazado será relevante por la importancia de la carretera histórica como vía de comunicación y, en otras, su singularidad derivará también de la calidad científica y tecnológica del proyecto de construcción de la carretera. Frecuentemente, la singularidad tecnológica estribará en la concreta respuesta del ingeniero a la dificultad que el territorio impuso a la definición del propio trazado (Fig. 2).

- **Las estructuras y los elementos auxiliares**

Por más que cualquier aproximación a la ingeniería reclame un enfoque de escala territorial, a nadie escapa el incontestable valor patrimonial de las grandes estructuras históricas (Fig. 3). Se trata de fragmentos privilegiados, que habrá que considerar tanto en sí mismos, en cuanto monumentos, como en la me-



**Fig. 2. Zig-zags de subida a la Muela en la carretera de Madrid a Barcelona. Habiendo quedado fuera del trazado de la A-2, es actualmente un tramo de competencia municipal y sirve únicamente para dar acceso a las parcelas colindantes**



Fig. 3. Monumental puente del Camino Real de Valencia por Albacete construido durante el reinado de Carlos III en la Rambla de la Venta de la Vega, cerca de Almansa. Sigue soportando el tráfico de la A-31 en dirección Madrid

didada en que contribuyen al activo patrimonial de la carretera histórica de la que forman parte. En ocasiones, la singularidad de la estructura residirá en el hecho de responder a una tipología infrecuente y, en otras, al hecho de remitir, específicamente, a un programa de mejora o un plan de carreteras concreto.

Por su parte, y aunque generalmente obedecen a tipos estandarizados, determinados elementos auxiliares pueden resultar asimismo singulares. En ocasiones, su valor derivará de que, bien por su antigüedad (Fig. 4), bien por no responder a las colecciones y modelos al uso, su diseño es específico de determinada carretera o región. En otras, del simple hecho de tratarse de elementos en otras épocas frecuentes pero hoy escasos debido a su sustitución por sistemas más modernos (Fig. 5).

- Singularidad documental. Nivel de intervención y legibilidad  
 Como en el caso de cualquier otro inmueble, las alteraciones sufridas por las carreteras históricas afectan sensiblemente a su valoración patrimonial, planteándose, al respecto, problemas relativos a su legibilidad y capacidad documental. El hecho de que determinado tramo se mantenga según fue inicialmente construido, o que conserve la configuración que adquirió tras determinado programa de mejora, facilita su legibilidad en cuanto documento relativo a un concreto período de la ingeniería civil. Sin embargo, cualquier intervención puede interpretarse también en el sentido de que documenta la coyuntura concreta a la que la carretera, o cualquiera de sus elementos, ha quedado sometida en el período transcurrido entre su construcción y la actualidad.

Los problemas de transformación y deterioro deberán, por tanto, considerarse según una u otra perspectiva, en atención al tipo de lectura que pretenda privilegiarse en cada caso.

- El trazado: longitud y continuidad

No por obvio es menos cierto que las carreteras se definen, por su propia naturaleza, en virtud de la continuidad del trazado. Ello es especialmente relevante en el caso de las carreteras históricas, que afectadas habitualmente por soluciones de continuidad, han quedado fragmentadas y no resultan fácilmente legibles en cuanto inmuebles de escala territorial. En ocasiones, las discontinuidades no son muy duras, y la continuidad del trazado es recuperable bien salvando el obstáculo, generalmente una carretera más moderna, en su día poco respetuosa con el trazado histórico, bien mediante un



Fig. 4. Pontón sobre el arroyo Valdeazores, en Despeñaperros. Corresponde al trazado de la Carretera de Andalucía en la parte proyectada por Carlos Lemaur en la segunda mitad del S.XVIII. Situado en un tramo desafectado de uso, su recuperación puede verse facilitada por la construcción de las nuevas calzadas de la A-4



**Fig. 5.** Pontón en la variante de Olmedilla de Alarcón (Cuenca) construido en el contexto de las obras de mejora del Circuito Nacional de Firmes Especiales en la carretera de Valencia. Obsérvese cómo reproduce la tipología clásica de pontón de fábrica definida por Lucio del Valle, pero utilizando el hormigón

trazado alternativo que, aunque no forme parte de la carretera histórica, permitirá al menos mantener su continuidad.

- La sección transversal

La valoración patrimonial de cualquier carretera histórica exige también el análisis del estado de conservación y grado de intervención al que han quedado sometidos los elementos que configuran su sección transversal. Al tratarse, en la mayor parte de los casos, de obras que se mantienen o se han mantenido en servicio hasta fecha reciente, es prácticamente imposible encontrar carreteras con su sección transversal intacta, ya que, cuando menos, habrán sufrido reposiciones de firme.

Las dimensiones de la sección transversal se mantienen en algunos tramos completos que, bien por contar en fecha temprana con un trazado alternativo, bien por no haber quedado alteradas por programas de mejora, han sufrido escasas transformaciones (Fig. 6). Las dimensiones de la sección transversal se han mantenido asimismo en aquellos pequeños tramos que han sido objeto de mejoras locales quedando desafectados de uso o reincorporándose a la infraestructura como vías de servicio. Por el contrario, la sección original de aquellos tramos que, si bien cuentan hoy con un trazado al-

ternativo, fueron objeto de mejora, especialmente en el marco del programa REDIA, han perdido, en su práctica totalidad, las dimensiones originales de su sección transversal. En ocasiones, el hecho de que determinado tramo haya sido objeto de reposiciones y mejoras en distintos períodos genera diferentes secciones transversales en un mismo trazado original.

- Las estructuras y los elementos auxiliares

El estado de conservación o el grado de transformación de las estructuras y elementos auxiliares afecta de manera sustancial a su valoración patrimonial (Fig. 7). Así, no es lo mismo que un pontón se conserve intacto a que haya sido ensanchado y los pretilos se hayan sustituido por biondas. Las transformaciones de las estructuras y elementos auxiliares son a veces fácilmente reversibles, mientras que en otros casos, y por más que sus elementos se conserven, su recuperación es muy difícil.

- Legibilidad de conjunto y singularidad documental

Como se ha señalado, el hecho de que una carretera o tramo de carretera se mantenga en buen estado y no haya sufrido alteraciones de entidad a partir de determinado momento facilita su lectura en cuanto documento relativo a un período concreto de la historia de las carreteras españolas. Aquellos tramos que se han mantenido inalterados o prácticamente inalterados tras la construcción de un trazado alternativo o una variante responsable de su desafección responden, en mayor o menor medida, a tal expectativa.

- El patrimonio vinculado a la carretera

Junto a la carretera, y aunque en puridad no forme parte de la misma, existe habitualmente un importante patrimonio construido. Situado casi siempre en sus márgenes, su presencia se explica por la propia presencia de la infraestructura. Las carreteras son atractoras de usos, y las parcelas colindantes se benefician de la servidumbre de accesos y luces que la carretera, en su condición de espacio público, proporciona. Como es sabido, las carreteras han propiciado la aparición de ventas, casas de posta, posadas, albergues, gasolineras, talleres, básculas, carteles y otros elementos publicitarios, etc. Se trata de elementos que, en la mayor parte de los casos, deben valorarse, tanto o más que en sí mismos, a partir de la relación que establecen con la infraestructura junto a la que han sido instalados (Fig. 8).

Y merecen, asimismo, atención los entornos más o menos antropizados que definen el corredor. Si bien no hacen más o menos valiosa la carretera de que se trate, contribuyen a su comprensión y valoración en tanto elemento de escala terri-



Fig. 6. Desmante de la Nacional II en el puerto de Morata (Zaragoza). Abandonado tras la construcción de un túnel alternativo, conserva la sección tipo introducida por el Circuito Nacional de Firmes Especiales. Hoy se emplea como camino rural y vertedero

torial que no puede considerarse al margen de su entorno. La carretera constituye, a este respecto, un privilegiado pasillo visual capaz de articular diversos tipos de paisajes.

#### **Análisis de viabilidad, propuestas y proyectos de recuperación**

La rehabilitación y puesta en valor de carreteras o tramos de carreteras históricas ha sido ya objeto de programas y actuaciones concretas en diversos países. En el caso de Estados Unidos, la tradición y enorme peso cultural del automóvil se tradujo, antes que en ningún otro lugar, en iniciativas, hoy altamente consolidadas, orientadas al reconocimiento y promoción de itinerarios de valor histórico y paisajístico. No es exagerado afirmar que la sensibilidad hacia el patrimonio de las infraestructuras lineales es, en aquel país, mayor que en cualquier lugar de Europa, y ello no solo por lo que respecta a los programas públicos —National Scenic Byways Program, National Register of Historic Places Program...— sino también, desde el punto de vista de la relevancia otorgada a dicho patrimonio por parte de la ciudadanía. El enorme peso del automóvil y la carretera en la propia percepción de la identidad cultural norteamericana es de sobra conocido, y basta con una somera consulta en la red para comprender el hecho de que un gran número de corredores e infraestructuras viarias se perciban allí, en cuanto tales, como destinos turísticos y de ocio de especial interés.

Frente a lo ocurrido en aquel país, las escasas iniciativas europeas han adolecido de escaso impacto y falta de continuidad, no existiendo en la actualidad programas equiparables a los estadounidenses. Parece, pues, aconsejable, por lo que respecta al caso español, concentrarse con decisión en proyectos concretos que, no condicionados por plazos o presupuestos inviables, y orientados hacia el desarrollo regional mediante la generación de empleo y una razonable gestión turística, permitan recuperar tramos de singular valor a modo de arranque o catalizador de posteriores programas de recuperación de itinerarios.

Dada su complejidad, la diversidad de las administraciones y agentes implicados y las partidas económicas presumiblemente comprometidas, los proyectos de recuperación de carreteras o tramos de carreteras históricas deberán efectuarse tras analizar su viabilidad real y establecer una propuesta que defina la metodología del proyecto de recuperación.

Por su parte, el análisis de viabilidad deberá plantearse tanto en relación con las posibilidades de recuperación de la carretera como en relación con la propia viabilidad del proyecto.

El análisis de viabilidad de la recuperación de la carretera requiere, en primer término, la elaboración de un análisis histórico del proyecto y construcción del tramo, así como de las modificaciones a las que haya quedado sometido a lo largo del tiempo por efecto de las actuaciones debidas a campañas o programas de mejora, construcción de infraestructuras alternativas, etc. Dicho análisis, y el reconocimiento físico de la infraestructura, permitirán elaborar un inventario del trazado, las estructuras, los elementos auxiliares y el patrimonio



Fig. 7. Hito kilométrico del Circuito Nacional de Firmes Especiales en un tramo de la antigua N-630 cerca de la venta del Alto (Sevilla)



**Fig. 8.** La toponimia, en este caso generada por la propia carretera, mantiene el recuerdo de los trazados de las travesías en poblaciones por las que, debido a la construcción de variantes, hace mucho que no pasa “la carretera”

vinculado a la carretera. En itinerarios de cierta entidad, o sometidos a diferentes intervenciones, puede ser útil definir una tramificación que considere y evalúe el nivel de intervención, estado de conservación y uso de cada tramo, las transiciones entre los tramos y la reversibilidad, en su caso, de las soluciones de continuidad existentes. Deberá, asimismo, valorarse la accesibilidad de la carretera histórica desde las carreteras vinculadas a su corredor y, en particular, desde la red de alta capacidad<sup>5</sup>.

La evaluación de la viabilidad del proyecto exige un análisis del corredor de la carretera que considere la población y actividades económicas de los núcleos urbanos y las posibles sinergias entre la carretera histórica y otros elementos patrimoniales: cascos históricos y monumentos de las poblaciones de paso y cercanas a la carretera, formaciones geológicas o paisajes singulares, etc. Es, igualmente, preciso valorar la implicación potencial que, en relación con el proyecto, muestran la administración o administraciones responsables de la carretera, y los ayuntamientos y asociaciones vinculadas al turismo radicados en el corredor.

Efectuado el análisis de viabilidad, y como paso previo al proyecto, puede resultar oportuno concretar una propuesta de recuperación que especifique los futuros usos previstos y contraste y jerarquice los diversos criterios de valoración patrimonial definiendo una metodología de intervención que oriente las operaciones de eliminación, recuperación y restauración de elementos en atención al resultado pretendido.

Finalmente, el proyecto de recuperación se centrará en la señalización y adecuación de los accesos a la carretera histórica desde la red de carreteras vinculada al corredor, la señalización de la propia carretera histórica, la recuperación,

restauración o eliminación de aquellas partes del trazado, estructuras, elementos auxiliares y otros elementos de la carretera sobre los que se haya decidido intervenir, y el diseño e implantación de centros de interpretación, miradores, paneles informativos, aparcamientos, accesos a las estructuras y todos aquellos elementos que permitan poner en valor la totalidad del activo patrimonial de la carretera histórica. **ROP**

#### Notas

(1) El artículo reproduce parte de la ponencia Rodríguez Lázaro, Fco. J., y Ruiz Fernández, R. “El patrimonio de la Ingeniería civil y las carreteras históricas”, I Congreso Internacional de Carreteras, Cultura y Territorio, A Coruña, 3 a 5 de marzo de 2.010 (actas en soporte digital). Los autores remiten al lector a aquel texto y a Rodríguez Lázaro, Fco. J., Coronado, J.M., Ruiz Fernández, R. y de la Vega, J.G., Análisis y valoración del patrimonio histórico de las carreteras españolas, 1748/1936. Cuadernos de investigación CEHOPU, 2. CEHOPU/CEDEX, Madrid, 2007.

(2) Véanse, entre los más destacados, Menéndez de Luarda, J.R., y Soria, A., “El territorio como artificio cultural. Corografía histórica del Norte de la Península Ibérica”, Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales, II, 99, 1994, pp. 63-93, Nárdiz, C. “Los caminos españoles anteriores a 1900”. OP, 41, 1997, pp.66-75, Sánchez Lázaro, T., “Las carreteras españolas del siglo XX”, OP, 41, 1997, pp. 76-81, Soria, A. “Una visión territorial del patrimonio de las obras públicas. La red peninsular de parques lineales históricos”.OP, 40, 1997, pp. 28-37, Menéndez de Luarda, J.R. Los sentidos del camino, Ineco, Madrid, y Nárdiz, C. “La estética de lo viejo, treinta años después. El reconocimiento progresivo y limitado del patrimonio de las obras públicas”, Revista de Obras Públicas, 3.531, 2012, pp. 19-34.

(3) En Ruiz, R, Rodríguez, F.J., Coronado, J.M. “Identification and assessment of engineered road heritage: A methodological approach”, Journal of Cultural Heritage, 2013, en prensa: <http://dx.doi.org/10.1016/j.culher.2013.01.001>, se expone, con mayor detalle, la metodología seguida en el trabajo de identificación.

(4) Véase, respecto a los puentes, Fernández Ordóñez, J.A., “Obras públicas y monumentos”, Revista de Obras Públicas, 142, 3.347, 1995, pp. 7-13.

(5) En Rodríguez Lázaro, Fco. J., Coronado, J.M. y Ruiz Fernández, R., El Camino de Valencia en Alarcón y Contreras, 1845-1998. Análisis de viabilidad para su recuperación como carretera histórica. Cuadernos de Investigación del CEHOPU, 5. CEHOPU/CEDEX, Madrid, 2009, se planteó un análisis de viabilidad para el tramo del corredor de la Nacional III comprendido entre las localidades de Saelices (Cuenca) y Requena (Valencia).

---

# Las carreteras y la planificación territorial

## Elementos para un cambio de paradigma hacia una movilidad sostenible



### Francesc Magrinyà Torner

Doctor en Urbanismo, Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

Profesor de Urbanismo de la Universitat Politècnica de Catalunya

#### Resumen

El discurso de una movilidad sostenible hace referencia a la necesidad de potenciar modos de transporte más sostenibles. Es fundamental asumir que existe una correlación muy estrecha entre diseño y priorización de infraestructuras por una parte, y crecimientos urbanos dispersos o concentrados, lineales o multidireccionales, por otra. La realidad es que los planes sectoriales y en especial los de infraestructuras de transporte y de superficies comerciales van por un lado y los planes territoriales y urbanísticos por otro. Normalmente en los estudios ambientales la infraestructura se sitúa como una barrera, como un límite; cuando en realidad las infraestructuras de movilidad deberían situarse en un espacio central.

#### Palabras clave

Urbanismo de redes, transporte, planificación territorial, movilidad sostenible, teoría de sistemas

#### Abstract

*The discourse of sustainable mobility refers to the need to promote more sustainable transport modes. He continues to design roads with the Highway Manual Capacity perspective without landscape and has not changed this approach for decades. You have to realize that there is a close correlation between design and prioritization of infrastructure on the one hand, and dispersed or concentrated urban growth, linear or multidirectional, on the other. The reality is that the sectoral plans and especially Transport Plans and Commercial Plans are on one side and Regional and Urban Plans on the other. Normally in environmental studies infrastructure stands as a barrier, as a limit, when in fact mobility infrastructure should be located in a central area.*

#### Keywords

*Mobility, transport, regional plan, urban plan, sustainability*

### Las infraestructuras viarias para un nuevo modelo territorial y urbano más sostenible

Desde la década de 1990 se discute sobre la ciudad compacta, compleja y diversa porque así parece que dominarán las relaciones de proximidad. Pero el sueño de todo hijo de vecino es tener una casa unifamiliar aislada, porque fundamentalmente acceder a una vivienda de calidad y con servicios en el centro urbano es inaccesible para el poder adquisitivo de muchos. Finalmente la población se traslada a una vivienda adosada, o a un edificio colectivo en la periferia urbana, que en la mayoría de las ocasiones tendrá un mal acceso al transporte público. Además, no existen posibilidades de trayectos a pie o en bicicleta protegidos que permitan una buena intermodalidad con el transporte público ferroviario, para, de esta forma, reducir los trayectos en vehículo privado.

A la dispersión en el territorio de la vivienda se le une una nueva red de centros comerciales ubicados en puntos alejados de los centros urbanos y que son el centro de las nuevas actividades urbanas. En este escenario territorial la red viaria se convierte en un instrumento central. Según encuestas realizadas en la aglomeración de París, durante los fines de semana, entre un 30 % y un 40 % de los automóviles que circulan por las vías, corresponden a familias que han decidido ir a dar una vuelta en automóvil para salir de casa, y no saben adónde se dirigen. A ello podemos añadir que en la mayoría de los casos toman la decisión sobre el destino durante el trayecto, y en una gran mayoría de casos se dirigen a un centro comercial.

En este escenario el territorio se ve colonizado por vías segregadas que son percibidas como una barrera, o cuanto menos como un límite. Es sintomático que la ley de urba-

nismo en Cataluña considere a la carretera como un límite o barrera (Ley de Urbanismo de 2002 y texto refundido 2012, Artículos 48 y 59). Las carreteras se proyectan y ejecutan en su mayoría como si el territorio no existiese. Los ingenieros se cubren bajo el manto de la Instrucción de carreteras, diseñada únicamente desde la perspectiva de la seguridad del vehículo, olvidándose del territorio en el que se insieren.

Es paradójico que cuando se ha elaborado un planeamiento territorial con un discurso más medioambiental y sostenible, es cuando menos se han afrontado realmente los síntomas de una evidente insostenibilidad territorial asociada al sistema de movilidad. El Plan de Energía de Cataluña (2006-2015) apuesta por la estrategia de usar automóviles menos consumidores de energía, pero no incide para nada en acciones sobre la distribución de la movilidad y la potenciación de modos de transporte más sostenible aunque discurre sobre ello. La dispersión urbanizadora avanza y la movilidad está cada vez más dominada por el automóvil que es el modo de transporte más insostenible.

Creemos sinceramente que es imprescindible una reflexión seria sobre los instrumentos de movilidad de los que nos dotamos en el territorio y en especial del rol que en él tienen las carreteras.

### **Una planificación territorial a la que le falta una visión sistémica**

El discurso de la planificación territorial se ha concretado fundamentalmente en una lectura entre capas del territorio: sistemas urbanos, sistemas naturales e infraestructuras de movilidad. Esta mirada tiene un gran defecto, y es que aún cuando se refiere a sistemas, no trata el sistema territorial en su conjunto como un verdadero sistema con las evidentes interrelaciones entre estas tres capas (Generalitat de Catalunya, 2006; Nel.lo, 2007). No obstante, el todo es más que la suma de las partes tal como afirma la visión sistémica. A ello se une que la mirada de las capas de sistemas urbanos y sistemas de infraestructuras están anquilosadas en una visión anterior al discurso de la sostenibilidad, aunque los discursos teóricamente estén bien asentados. Las únicas aportaciones significativas de los planes territoriales en el caso de Cataluña han venido de la catalogación y preservación de los sistemas naturales, que ahora existen porque están catalogados por exigencias de directivas europeas a través de la Red Natura 2000 y se han incorporado a los Planes Territoriales.

Un análisis mucho más definido de las correlaciones entre desarrollo y priorización de determinadas infraestructuras en el espacio según la dirección y forma de los crecimientos urbanos y su sistema de asentamientos, así como de los sistemas naturales es esencial, (Magrinyà 2010). Por ello es fundamental asumir que existe una correlación muy estrecha entre diseño y priorización de infraestructuras por una parte; y crecimientos urbanos dispersos o concentrados, lineales o multidirecciones por otra parte. Uno de los muchos ejemplos paradigmáticos es el de trazados de variantes que no tienen para nada en cuenta la incidencia en los nuevos asentamientos (Herce, Magrinyà, Miró, 2007).

Quizás la brecha más clara en este sentido es que los planes sectoriales y en especial los de infraestructuras de transporte y de superficies comerciales van por un lado y los planes territoriales y urbanísticos por otro. Esto merecería un análisis más profundo, pero avanzo una hipótesis: las prácticas disciplinares condicionan la perspectiva urbanística. En un ámbito en el que predominan los arquitectos que deciden el urbanismo, la visión será fundamentalmente edificatoria, y en concreto de la residencia y de los equipamientos de proximidad. La mirada de los ingenieros de Caminos no difiere mucho: solo ven infraestructuras sin territorio. La consecuencia es que ni la industria, ni las grandes superficies comerciales, ni una lógica de clústeres económicos aparece. Se nota claramente la ausencia de economistas urbanos, abogados, antropólogos con una visión espacial clara que sean actores clave en la definición de los planes. La única novedad en esta última generación de planes territoriales ha sido la aparición de los sistemas naturales, especialmente por los técnicos de ciencias ambientales. Cada grupo disciplinar aparece con su capa territorial sin interacción entre las distintas capas. La multidisciplinariedad no puede ser la superposición de disciplinas, sino que requiere interacciones explícitas que no se encuentran en los planes. Los planes nos presentan una cartografía que es el producto final de una suma de capas sin interacciones entre ellas.

En este contexto, los planes territoriales se han centrado en la definición de los sistemas de asentamientos y de espacios naturales, dejando la decisión sobre qué infraestructuras y qué prioridades en el tiempo, como dato de los planes sectoriales, cuando éste debería ser un elemento central en el diseño de los planes territoriales. Los ingenieros de Caminos diseñan el sistema viario abstrayéndose del territorio, o en su caso lo quieren homogéneo y con isoaccesibilidad. Los

arquitectos todavía viven con un ideal periclitado de una ciudad con un recinto y unas puertas. Para ellos las vías de rondas son estos delimitadores de recintos. Pero no han entendido que una vía es un espacio de centralidad por la accesibilidad que provee. Se ha demostrado que en realidad se incide más en la localización de nuevos asentamientos por el diseño preciso de la variante y de sus enlaces (Herce, 1995), que diseñando hasta su más mínimo detalle la extensión de tejidos urbanos en los planes urbanísticos y territoriales (Fig.1).

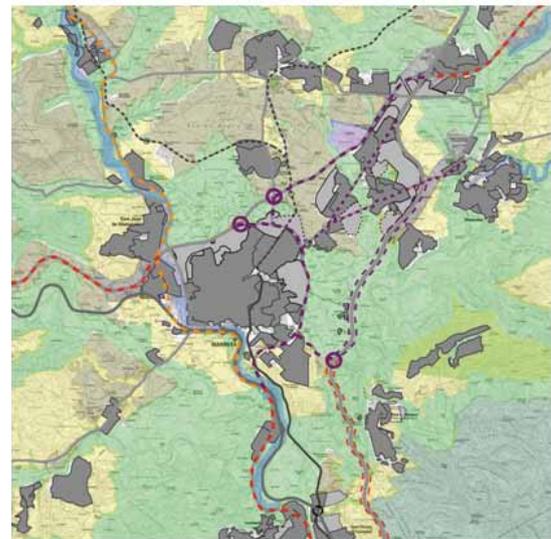
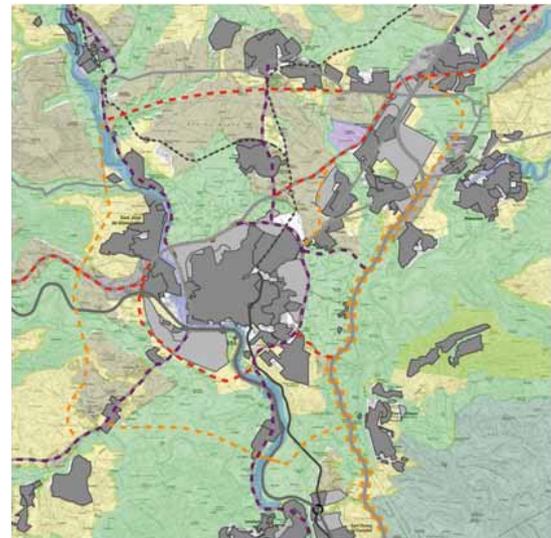
El único discurso ambiental que ha incidido en las infraestructuras son los estudios de impacto ambientales (EIA) y las Memorias Ambientales que en la mayoría de casos son justificaciones a toro pasado. En ellos la infraestructura se sitúa normalmente como una barrera, como un límite, en definitiva, un estorbo; cuando en realidad las infraestructuras de movilidad deberían situarse en un espacio central ya que su viabilidad, en términos de Cerdà, es la expresión de la vida de un territorio.

**Las redes de infraestructuras viarias no deberían ser un sistema autónomo, sino dependientes del sistema territorial que las generan**

El “sistema de carreteras” no debería ser más que una de las expresiones y de las concreciones en infraestructuras y servicios de las relaciones entre los habitantes, organizaciones y ciudades que establecen entre sí, siendo este último el que constituye el único sistema de referencia que es el territorial.

Quizás uno de los errores centrales de la planificación al tratar las carreteras, es hacerlo a partir de un concepto erróneo de sistema de gestión aislado del sistema territorial al que sirve y del cual tiene su origen. Si tomamos el concepto de red y sistema y lo aplicamos al caso de la red viaria observamos que en primer lugar se encuentran las relaciones que establecen los habitantes, y por acumulación, las relaciones que establecen los distintos asentamientos entre sí, expresados por los movimientos de sus habitantes (Dupuy, 1985, 1991). El sistema son los elementos y sus relaciones que constituyen las distintas partes o grupos de asentamientos, formando ciudades o no. En este escenario territorial las redes no son más que la expresión de estas relaciones y como consecuencia las infraestructuras el soporte que las sustenta.

Para construir las infraestructuras de estas redes se delega en unos actores que gestionan estas infraestructuras.



**Fig. 1. La planificación territorial y urbanística es claramente radioconcéntrica a cada municipio, tal como se muestra en el caso de la planificación de la Comarca del Bages. Ver la lógica del planeamiento aprobado (a), frente a lo que sería una lógica correlación entre asentamiento y redes de transporte (b) (Fuente: Clavera et al., 2011)**

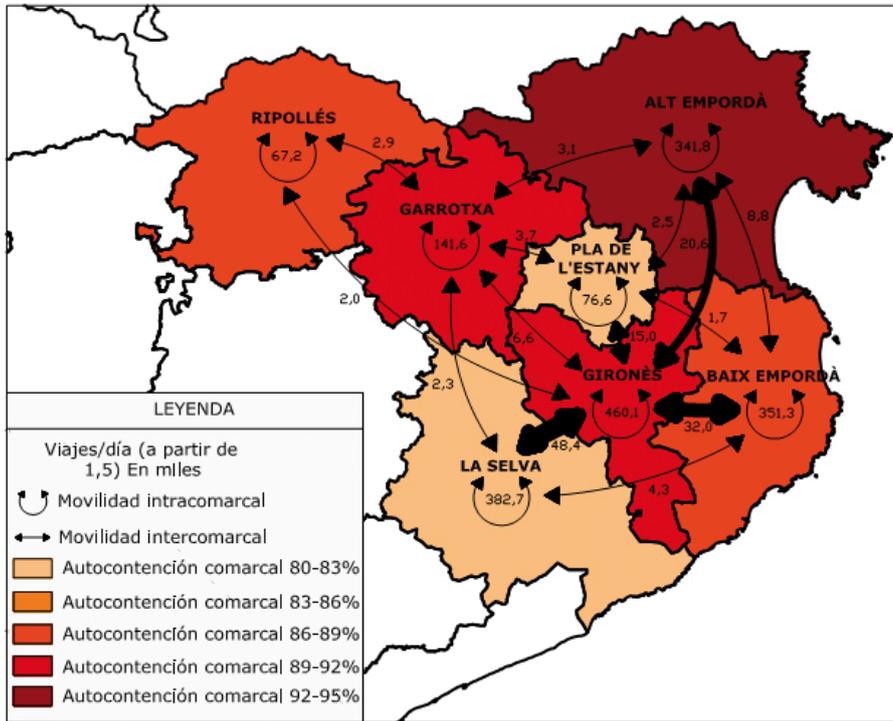
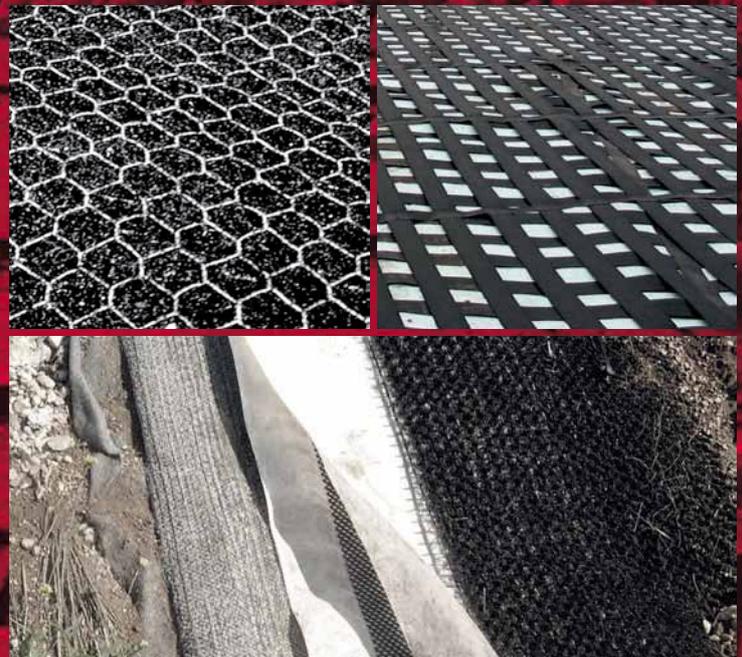


Fig. 2. El predominio de la movilidad intercomarcial es contradictorio con el predominio de la movilidad intracomarcial medido por el parámetro de autocontención (Fuente: Serrano, 2011)

# BIANCHINI INGENIERO GEOSINTÉTICOS

CON MÁS DE 100 AÑOS DE TRAYECTORIA, BIANCHINI ES UNA REFERENCIA EN EL SECTOR DE LA OBRA CIVIL, PROPORCIONANDO SOLUCIONES INNOVADORAS Y DE CALIDAD PARA TODOS LOS NIVELES DE LA OBRA. LA GAMA DE GEOSINTÉTICOS BIANCHINI HA SIDO DISEÑADA PARA DAR RESPUESTA A LAS PROBLEMÁTICAS MÁS HABITUALES EN LOS TRABAJOS DE TRATAMIENTO DEL TERRENO.

- PROTECCIÓN CONTRA LA EROSIÓN
- REFUERZO DEL TERRENO
- REFUERZO DEL ASFALTO
- DRENAJE
- IMPERMEABILIZACIÓN
- GEOTEXTILES



SOLUCIONES EN GEOTECNIA Y MEDIO AMBIENTE  
**WWW.ABIANCHINI.ES**



Certificado de registro de empresa UNE-EN ISO 9001

**OFICINAS**  
 Diputació, 279 1º 3ª  
 08007 Barcelona  
 T. +34 93 496 13 00  
 F. +34 93 496 13 01  
 bianchini@abianchini.es

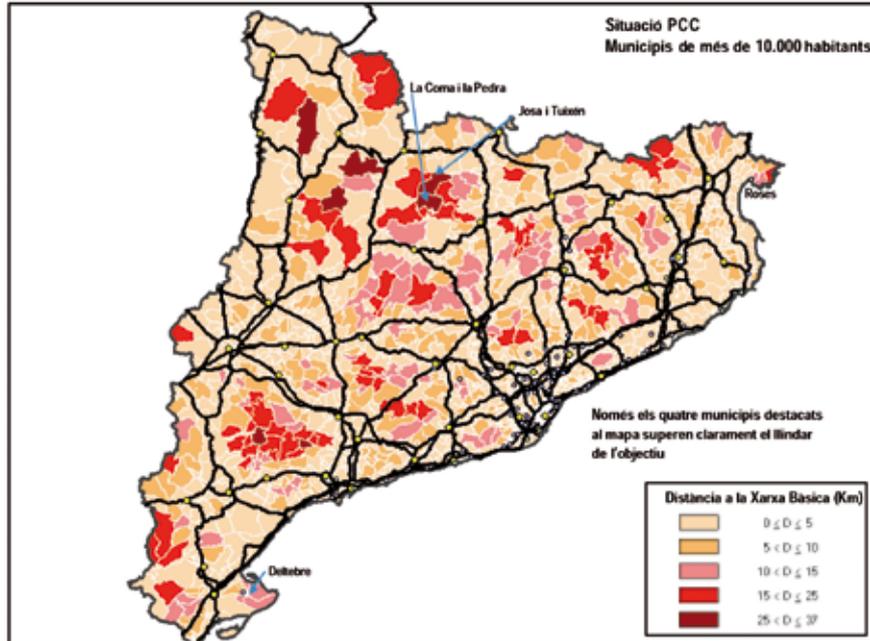
**Indicador 2: Distància a la xarxa bàsica**

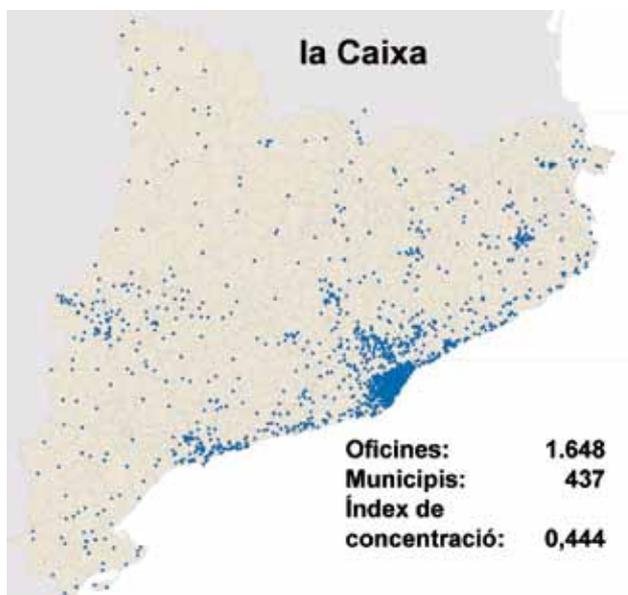
Fig. 3. El criterio de conexidad explicitado por la distancia a la red básica es el elemento central de la justificación de los Planes de Carreteras que buscan un territorio homogéneo en su accesibilidad a una red básica estructurante (Fuente: Generalitat de Catalunya, 2003)

Evidentemente estos actores constituyen una entidad o departamento para organizar este servicio. El problema surge cuando este servicio se organiza al margen del sistema territorial al cual sirve. Un ejemplo de ello es cuando los planes de carreteras se construyen al margen de los planes territoriales. Cabe recordar, por ejemplo, que el Plan Territorial de Cataluña que era el que debía definir el sistema territorial no se aprobó hasta 1996, mientras que el Plan de Carreteras de Cataluña se aprobó una década antes en 1985. De hecho hubo un segundo Plan de Carreteras aprobado en 1995, previo a la aprobación del Plan Territorial de Cataluña, para legitimar formalmente una supuesta coherencia. Lo mismo ha sucedido con los Planes Territoriales Parciales (2003-2010) que se han aprobado con las infraestructuras como dato más que como propuesta para el Plan de Infraestructuras de Cataluña aprobado en 2006. Lo mismo ha sucedido con el Plan de Infraestructuras de 2001-2010 que se ha tomado como dato del Plan Territorial Metropolitano de Barcelona de 2010. Las redes de infraestructuras están por delante del sistema territorial cuando debería ser al revés.

En general los entornos de carreteras son mucho más deudores de las relaciones de proximidad o comarcales que de las comunicaciones regionales o exteriores al sistema urbano y regional. Un tramo de carretera tiene su entorno y su sistema

de relaciones que le da la razón de su existencia. Los movimientos de commuting a escala metropolitana son mucho más significativos en cantidad que los desplazamientos de largo recorrido (Fig.2). Si comparamos el número de desplazamientos en los sistemas de cercanías de Madrid o Barcelona (1.000.000 viajeros/día) con el flujo de desplazamientos en TAV entre Madrid y Barcelona (20.000-30.000 viajeros/día), constatamos que estos últimos son irrisorios. Un ejemplo paradigmático de ello ha sido el debate de la B-40 o cuarto cinturón en el área metropolitana de Barcelona arrancó por una supuesta necesidad de descongestionar la B-30. Al final se ha puesto en evidencia que el tráfico de paso no es el problema esencial sino que lo fundamental son las comunicaciones comarcales del Vallés. En este marco era mucho más necesario renovar el sistema viario local que la propia B-40.

Otro ejemplo paradigmático es el hecho de que las decisiones de planificación viaria queden hipotecadas por decisiones de los gestores de las infraestructuras, y especialmente cuando su gestión es privada. Un ejemplo de ello son las imposiciones de los gestores de autopistas, que son reacios a relocalizar los puntos de peaje en unas posiciones más alejadas del sistema conurbado expandido en los últimos años. Los sistemas de peaje deberían ser interurbanos y no metropolitanos. El ejemplo más clamoroso son los peajes de



**Fig. 4. La estructura de distribución de cajeros de La Caixa es un buen indicador de la distribución de las actividades territoriales que tiene una estructura más cercana a la fractalidad que a la homogeneidad. (Fuente: Institut d'Estudis Territorials)**

Martorell y la Roca en el área Metropolitana de Barcelona, unos de los puntos de pago más transitados de España que están situados en unos puntos que antiguamente estaban en las afueras del área metropolitana de Barcelona y que hoy están en su interior generando alteraciones y colas diarias, sin por ello verse en la necesidad de relocalizarlos.

Una aproximación en redes no debe ser nunca la gestión de una red básica abstraída entendida como sistema, sino el sistema territorial. Esta tentación es muy fácil desde la perspectiva donde en general el ámbito de la planificación de carreteras y el de planificación urbanística son ámbitos estancos que se comunican mínimamente, aunque formalmente los planes puedan justificar que así lo hacen.

Las redes viarias, deben estar en definitiva al servicio de un territorio con vocación sostenible y no funcionar al margen con un esquema de red segregada y homogénea (Fig.3) como ha sido el caso en las últimas décadas. Una lógica fractal del territorio (Fig.4) en el que el viario intermedio es el espacio central de lo urbano a escala comarcal debería ser el nuevo referente de un territorio sostenible. **ROP**

#### Bibliografía

- Clavera, Gloria; Llopis, José, Martín, Jorge; Nielfa, Anna; Tijero, David, Análisis de las propuestas de infraestructuras para el Pla de Bages, Master de Sostenibilitat, UPC, 2011.
- Generalitat de Catalunya, Aplicació del SIMCAT per a l'avaluació del Pla de Carreteres de Catalunya. Principals resultats, Barcelona, Secretaria de Planificació Territorial del Departament de Política Territorial i Obres Públiques, julio 2003, 155 p.
- Generalitat de Catalunya, Planejament territorial. Criteris, Barcelona, Secretaria de Planificació Territorial del Departament de Política Territorial i Obres Públiques, enero 2006, 28 p.
- Dupuy, Gabriel, Systèmes, réseaux et territoires, Paris, Presses de l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1985.
- Dupuy, Gabriel, Urbanisme des réseaux, théories et méthodes, Paris, Armand Colin, 1991.
- Herce, Manuel, Variante de la carretera y forma de ciudad, Tesis doctoral, Universitat Politècnica de Catalunya, 1995, 326 p.
- Herce, Manuel & Magrinyà, Francesc, La ingeniería en la evolución de la urbanística, Barcelona, Edicions UPC, 2002, 236 p. ISBN: 84-8301-632-X
- Herce, Manuel; Magrinyà, Francesc & Miró, Joan (2007), L'espai urbà de la mobilitat, Barcelona, Edicions UPC, 2007, 223 p. ISBN: 8483019175
- Magrinyà, Francesc, "Planificar el Área Metropolitana de Barcelona desde una lectura cerdaniense, de urbanismo de redes y de ecología urbana", In: Fuster, J. Agenda Cerdà. Construyendo la Barcelona Metropolitana, Barcelona: Ajuntament de Barcelona & Ed Lunweg, 2010, ISBN: 9788497856423.
- Nel-lo, Oriol, "La nueva política territorial de Cataluña (2003-2006)", In: Farinós, J. & Romero, J., Territorialidad y buen gobierno para el desarrollo sostenible, Valencia, Universitat de Valencia, 2007, pp.191-236
- Serrano Afonso, Saray Ione, Interacción entre planeamiento territorial y oferta de transporte público. Aplicación a la comarca de la Garrotxa, Tesina Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Tècnica Superior d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori, 2011.

# Integración del transporte público en las carreteras de acceso a las ciudades



**Jesús Rubio Alférez**

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Jefe del Área de Planeamiento,  
Dirección General de Carreteras

## Resumen

El fomento del transporte público en la red de carreteras es imprescindible para garantizar tiempos de viaje fiables en los accesos congestionados en las ciudades, y para asegurar la sostenibilidad del conjunto del sistema de transporte. Las alternativas pueden ser muy variadas, desde mejorar las paradas de autobús existentes en la red interurbana, realizar nuevas plataformas con prioridad para el transporte público, o plantear en las plataformas existentes carriles de uso restringido cuando exista congestión. El artículo plantea la conveniencia de retomar las actuaciones actualmente proyectadas en la Red Estatal de Carreteras.

## Palabras clave

Carreteras, transporte público, congestión, sostenibilidad, accesos urbanos

## Abstract

*The promotion of public transport in the road network is essential to ensure reliable travel times in congested cities accesses, and to guarantee the sustainability of the transport system as a whole. Alternatives may be varied, from improving existing bus stops on intercity road network, making new lanes or platforms with priority for public transport, or using existing platforms with restrictions in favor of public transport in the peak hours, when congested. This article considers the appropriateness of the actions currently projected in the State Highway Network.*

## Keywords

*Roads, public transport, congestion, sustainability, urban accesses*

No es necesario insistir a estas alturas acerca de la importancia que tienen las infraestructuras, y en concreto las carreteras en la definición del territorio antropizado, cuando establecen diferencias de accesibilidad entre unas zonas y otras. Son importantes tanto las nuevas infraestructuras como la mejora de las existentes: el diseño de una carretera convertirá un mismo trazado en una infraestructura permeable con la cual el territorio se esponjará, o supondrá una barrera que acercará los extremos, alejando las zonas colindantes, antes próximas.

El diseño de las carreteras estructura el territorio: es algo que ocurre en la periferia urbana con las redes arteriales formadas por los accesos y circunvalaciones de mayor capacidad, en las travesías de las poblaciones donde la carretera puede ser el eje vertebrador de una ciudad lineal, en las integración de las paradas de autobús en las márgenes de las carreteras, y en los accesos a los puertos, donde las necesidades de los vehículos pesados a veces entran en conflicto con la calidad de vida de los vecinos colindantes, por poner ejemplos de tramos de la red estatal, tanto en el territorio urbanizado como en el no urbanizado.

Dar prioridad al transporte público es lo único que puede garantizar la sostenibilidad del sistema en los accesos congestionados a las ciudades, y su diseño puede variar, bien realizando una ampliación de lo existente o utilizando las plataformas existentes. En ambos casos se pueden plantear plataformas de uso reservado de manera permanente, o carriles con uso restringido en caso de congestión. En todos estos casos cabe utilizar la denominación genérica de Plataformas con uso Prioritario para el Transporte Público (PPTP).

Existen prejuicios y problemas administrativos añadidos a los presupuestarios, que no facilitan la ejecución de los

proyectos cuya tramitación en el caso de la red estatal comenzó en 2004, y que contemplan siete plataformas con prioridad para el transporte público en Madrid, Barcelona y Málaga, y la mejora de las paradas de autobús en Galicia.

En tiempos de crisis cabe plantear la utilización de lo existente, con unas necesidades mínimas de inversión, y buscar la máxima eficiencia del patrimonio viario y del sistema de transporte público existentes, incorporando a las actuaciones concentradas en los accesos a ciudades, las mejoras de las paradas de autobús dispersas en la red de carreteras.

En una crisis profunda como la actual deberían analizarse las posibles inversiones con mucha más exigencia, buscando, en el caso de inversiones públicas, las que mayor beneficio social generen. Si el criterio que prevalece es el de el interés de la iniciativa privada por acometer una actuación, habría que articular la forma de generar ingresos en las PPTP, pero es fácil imaginar una gestión de los intercambiadores en la cual, parte de los beneficios generados en las explotaciones revertiera en la amortización del conjunto, mediante el cobro a cada autobús que utilizase las PPTP. En el caso de análisis convencionales, monetizando los ahorros de tiempo, estamos hablando de actuaciones con periodos de retorno de la inversión entre tres y cuatro años, que en el caso de plantearse como concesión privada, habría que traducir en los correspondientes análisis económico-financieros.

### **Planteamiento del problema: los invisibles**

Una de las características principales de los ingenieros es que nos gusta enfrentarnos a problemas, resolverlos, aprender, medir las dificultades que tendremos que superar, y ser capaces de trabajar en un equipo grande y prolongado en el tiempo.

En el caso de la ingeniería civil, este diálogo del ingeniero con el problema se plantea en un entorno, y tiene vocación transformadora. Sin embargo existen otros puntos de vista: no siempre ante un conflicto todo el mundo tiende a intervenir y asumen

lo que Orson Scott Card expresaba en una obra de ficción futurista: “Los hechos parecen demostrar la sabiduría de la presente política de inacción casi completa”.

Por poner un ejemplo cinematográfico, el protagonista de “El Gran Carnaval”, de Billy Wilder, es un periodista que tiene la comunicación en exclusiva con una persona que ha quedado atrapada en una mina. Cada día que pasa su importancia en los noticiarios es mayor y su interés consiste en prolongar la situación sin perder el control de su exclusiva, no en resolverla.

Me parece importante subrayar la existencia de distintos puntos de vista, tanto más inamovibles cuanto más profundos sean los intereses que los sustentan, en la gestión de las infraestructuras que hilvanan nuestro territorio cuando son planificadas, y lo cosen cuando son ejecutadas.

Quiero puntualizar que considero la protección con criterio del territorio como una forma de intervención, yo diría que imprescindible, y que por tanto no considero sinónimo intervenir con realizar nuevas infraestructuras.

Evidentemente tengo que acotar el problema que quiero plantear: si fuese una película podría titularse “Las personas invisibles”. Están aquí, son usuarios de nuestras infraestructuras, pero no las vemos (Fig. 1).



Fig. 1. Foto: Jesús Rubio Alférez

Técnicamente podría formularse como la búsqueda de una solución sostenible a los accesos congestionados de nuestras ciudades. Estos accesos que dan forma a los desarrollos urbanos y cuyos enlaces son inmediatamente ocupados por grandes superficies comerciales, son los nuevos hitos que referencian nuestro territorio y generan hábitos de comportamiento y desplazamiento.

Las personas invisibles a las que me refiero son los usuarios del transporte público, y lo que quiero plantear con nitidez es que el único sistema sostenible a medio plazo es el que considere, mejore y potencie el transporte público en nuestras carreteras.

### Alternativas habituales

Las soluciones más habituales para resolver los problemas de congestión consisten en ampliar la capacidad de lo existente. Los problemas empiezan a ser de otro tipo cuando las ampliaciones convencionales son inviables por falta de espacio. En ese caso, las opciones consideradas han de ser cualitativamente diferentes. Desde mi punto de vista, las soluciones que consistan en ampliar al máximo los carriles generando túneles con independencia de su coste, dada su rentabilidad política, y las autopistas de peaje como alternativa para una demanda capaz de pagar cotidianamente, no son soluciones sostenibles (Fig. 2).



Fig.2. Foto: Jesús Rubio Alférez

Tengo que explicar qué entiendo por sostenible en este contexto: que el tiempo de viaje esté garantizado con unos márgenes de error razonables, salvo situaciones singulares. No que lo extraordinario (por lluvia, fin de semana, retorno de puentes, horas punta, etc.), sea lo habitual, y que la fiabilidad del tiempo necesario para el desplazamiento completo sea nula.

El espacio no puede estirarse, la ciudad biplana supone unos costes que no resistirían el más mínimo análisis de rentabilidad convencional, y genera unas deudas cuyo plazo no se mide en años, sino en generaciones.

Las autopistas en los accesos con sus enlaces distantes necesitan que el resto del sistema alternativo esté al borde de la congestión para resultar atractivas, y no estoy pensando solo en Madrid cuyos usos así lo corroboran, sino por ejemplo en La Coruña, donde no pudo contemplarse el acceso de la autopista como parte del sistema para comunicar el aeropuerto con la ciudad en condiciones homogéneas con el resto de la red arterial. Son un elemento al margen del conjunto, con una lógica propia, y que desde 2009 demanda centenares de millones de euros de los Presupuestos Generales del Estado para aliviar su situación financiera.

La solución de fomento del transporte público que planteo tiene algo en común con las autopistas de peaje: resultará tanto más atractiva cuanto mayor sea la congestión, y cuando esto se produzca mantendremos parte del sistema de transporte funcionando sin congestión, pero la diferencia consiste en que podemos permitir que en hora punta un porcentaje elevado de la demanda pueda elegir transportarse en autobús, y eso beneficiará tanto al usuario que decide cambiar de modo como a los que prefieren desplazarse en su coche particular; y los viajeros llegarán a su destino, no a una red urbana congestionada con un último tramo inevitable en el cual el tiempo de viaje no es fiable (Fig. 3).

Cuando estamos hablando de accesos congestionados estamos hablando de un modelo de vida que genera un modelo de ciudad, de un



Fig. 3. Intercambiador de Moncloa. (Foto: Ignacio Español Echániz)

modelo de ciudad que genera inevitablemente unos modelos de comportamiento, y de unos comportamientos que una vez arraigados pueden parecer imposibles de modificar.

De unos prejuicios arraigados que hacen inadmisibles plantear reservas que beneficien al transporte público.

No estamos hablando solo de accesos metropolitanos en grandes ciudades. En Madrid, Barcelona y Málaga es evidente la rentabilidad de nuevas plataformas añadidas a lo existente en las cuales tenga preferencia el transporte público. Pero no es la única posibilidad: pueden plantearse diseños –que no han sido estudiados hasta ahora– en los que se aproveche parte de la plataforma existente. Puede plantearse un plan de mejora de paradas en toda la red. O se pueden plantear carriles de uso restringido en vez de uso exclusivo, y aplicar la restricción únicamente cuando se produzca la congestión. Tendrían sentido y podrían plantearse pruebas en accesos a polígonos industriales, universidades o estadios de fútbol, pero ahí topamos con un problema: las mejoras propuestas no favorecen al coche. Y surgen los prejuicios (Fig. 4).

#### Argumentos o prejuicios

Informaciones publicadas en el ABC en 1994 y en 1995, decían que el Bus-VAO de la N-VI en Madrid era inútil, desfasado y carísimo e insistían que el Ministro amenazaba (ya

en el 95), con repetir la operación en otros accesos de la capital.

Todo aquello que vaya contra el coche es descalificado y las asociaciones con solera y tradición tienen como uno de sus objetivos fundamentales estar atentos y evitar cualquier actuación que limite la soberana libertad del conductor. Por eso la campaña de artículos en ese sentido no debe extrañarnos.

Por lo que respecta a los soterramientos: si la M-30 soterrada da mayoría absoluta en las elecciones municipales, ¿por qué no plantear el soterramiento de la M-50 o de cualquier otro acceso o circunvalación congestionados? Es un tipo de actuación simple en su concepto, admirable, y sin complicaciones de coordinación entre Administraciones, que puede plantearse como modelo para los casos de congestión. Únicamente tiene el inconveniente del elevado coste, tanto de ejecución como financiero, pero no parece importar demasiado, ni siquiera en las ocasiones en las cuales se analizan las deudas municipales y su incidencia en la credibilidad del conjunto del sistema financiero español.



Fig. 4. Foto: Jesús Rubio Alférez

Quiero insistir en la conveniencia de analizar las ventajas e inconvenientes de todas las opciones viables para mejorar las redes arteriales con congestión, y someterlas a información pública previamente a la decisión, que lógica y evidentemente corresponde a los políticos de las administraciones implicadas. Eso es planificar. Solventar los problemas de protagonismo entre administraciones. Eso es coordinación y aunar esfuerzos, y si se me permite la frivolidad, eso es sacar buenas conclusiones de ganar campeonatos de fútbol.

Luego entraremos en algunos datos acerca de la utilización del carril Bus-VAO de la A-6 en Madrid, pero merece la pena apuntar que más de un tercio de los viajeros en el periodo punta en el corredor lo hacen en autobús, manteniéndose la posibilidad de optar por el vehículo particular tanto en los carriles de uso libre como en el Bus-VAO (Fig. 5).

Otro aspecto que es relevante y complica la toma de decisiones es el protagonismo político compartido al ejecutar una actuación de este tipo. Quizás sea inevitable compartir el protagonismo entre distintas administraciones responsables de las infraestructuras, del transporte y de la ordenación del territorio y quizá cuando el protagonismo político no se comparte proporcionalmente al esfuerzo realizado, eso se convierte en un inconveniente casi insuperable.

Parece un problema resoluble, por lo menos desde el punto de vista técnico. En la mejora de paradas de autobús en la



Fig. 5. Foto: Jesús Rubio Alférez

red de carreteras estatal se plantea resolver esta cuestión haciendo visibles los logos del Ministerio y de la Comunidad Autónoma responsable de las marquesinas, en las paradas de autobús que se mejoren. Una señalización mixta ha sido utilizada en actuaciones objeto de convenios, y una vez acordada no supone ningún problema.

Me parece ilustrativo explicar cómo se planteó la propuesta de actuación de mejora integral del corredor de acceso de la A-42 a Madrid, siguiendo el protocolo convencional de aprobación de un estudio informativo, en el cual se plantean todas las alternativas viables, se valoran y se justifica la opción seleccionada. Se trataba de seleccionar la alternativa óptima para la mejora integral del corredor, entre las consideradas adecuadas por distintos motivos. Los condicionantes hacían que estas alternativas fuesen muy diferentes ya que dar continuidad a las vías de servicio era incompatible con reservar una plataforma con prioridad para el transporte público.

Fue sencillo y sorprendente a la vez: la evaluación cambió cuando en vez de establecer capacidades de vehículos cuantificamos la capacidad de transporte en viajeros. En este segundo caso los datos de rentabilidad convencional eran claramente favorables a la reserva de la plataforma con prioridad para el autobús.

Lo que me sigue sorprendiendo es que esa evaluación que se produjo en febrero de 2005, hoy sigue simplemente propuesta, sin haberse comenzado a ejecutar; y la crisis parece haber parado completamente los proyectos de las ocho plataformas más rentables, sin posibilidad de alternativas.

Si el problema surge porque la sucesiva mejora de los diseños da como resultado una opción inadmisiblemente cara, convendría retomar alternativas que supongan una menor inversión, y sería adecuado estudiar primeras fases de los tramos más rentables y eficientes que permitan en un futuro completar la mejora integral. ¿O por el contrario será mejor abandonar la idea y asumir que ese tipo de propuestas son complicadas, caras e ineficaces?

O de otra manera: ¿son prejuicios o son argumentos los que están prevaleciendo?

Quizás sea este buen lugar para compartir algunas reflexiones personales acerca de una limitación del proceso de evaluación del nivel de servicio de una carretera. Las personas invisibles para el conductor que circula por la carretera lo

son también a la hora de calcular la capacidad y el nivel de servicio de un tramo de carretera.

Los métodos contemplan el número de vehículos, la equivalencia de autobuses y pesados en número de ligeros, el análisis de densidades, los tramos y ramales de enlaces que pueden limitar la capacidad del conjunto, pero siempre considerando vehículos. Es lógico: no tiene sentido diferenciar un vehículo pesado por su carga para estos cálculos. Un pesado ocupa lo que ocupa con independencia de si va en vacío o cargado.

En paralelo utilizamos los análisis de rentabilidad que sí tienen en cuenta estos factores, y para llegar a establecer los ahorros previsible de tiempo en las distintas alternativas consideradas debemos considerar el número de viajeros afectados. Para monetarizar estos y otros beneficios debemos conocer los motivos de viaje de estos viajeros, y así llegaremos a valorar el ahorro social que genera una determinada inversión.

Lo que creo que puede ocurrir cuando se prescinde de una variable, es lo que ocurre cuando asumimos un territorio limitado como objeto de nuestra intervención: lo que queda

fuera es difícil que se retome como variable o entorno relevantes en la evaluación final de las alternativas.

Sin embargo, un breve vistazo a los siguientes datos nos obligan a considerar la elección modal de los viajeros como la variable más importante con la que poder resolver satisfactoriamente determinados problemas de congestión crónica. Mantengo los datos de 2008 para evitar que datos más recientes puedan interpretarse como una situación singular no representativa (Figs. 6, 7 y 8)

Con una congestión que puede llegar a más de tres horas diarias en accesos a Madrid, tenemos una red arterial en la cual las autopistas de peaje suponen el 10,1 % del total de la demanda en los corredores formados por las autopistas y los accesos libres. No parece fácil que una parte significativa de ese 90 % que utiliza los accesos libres pase a las correspondientes de peaje de forma que se elimine la congestión.

La única forma de solventar la congestión, salvo que la asumamos como inevitable, es intentar transvasar viajeros del coche a coches con mayor ocupación o a sistemas de transporte colectivo, reservando el uso de la infraestructura congestionada para favorecer estos usos. La base de

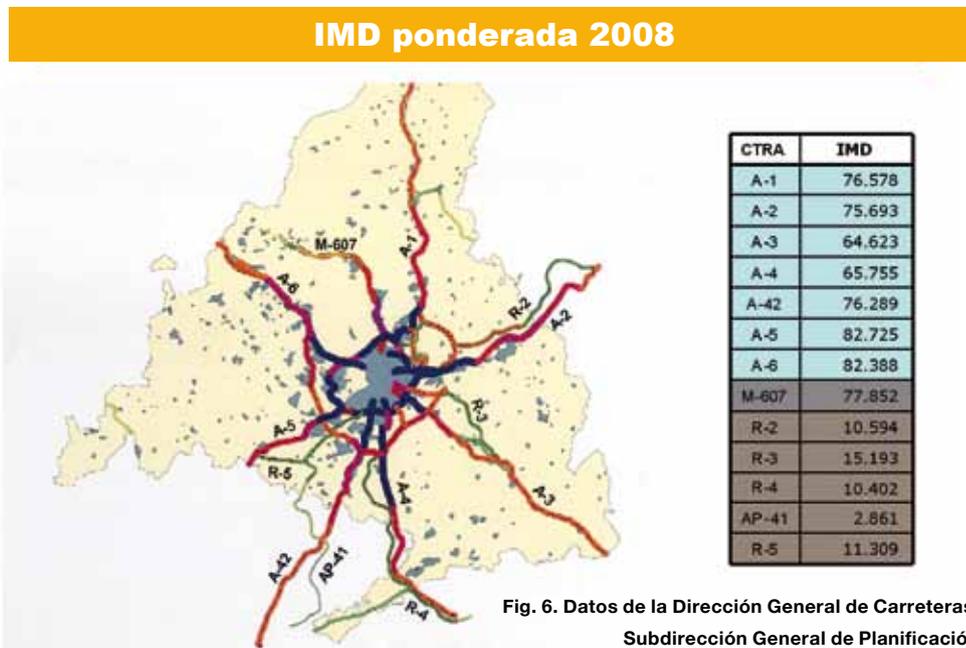
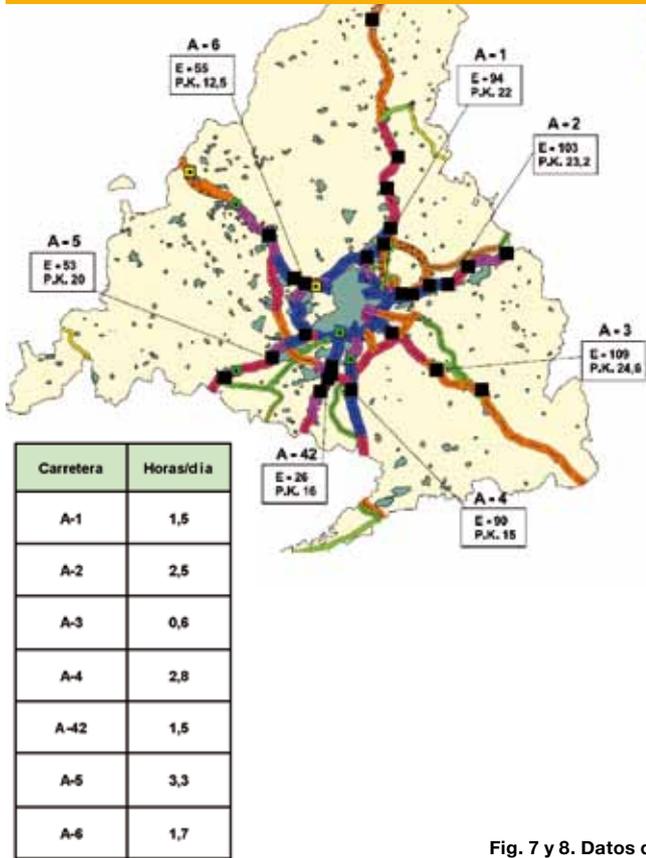


Fig. 6. Datos de la Dirección General de Carreteras, Subdirección General de Planificación

### Congestión 2008 Horas Diarias



### IMD ponderada 2008

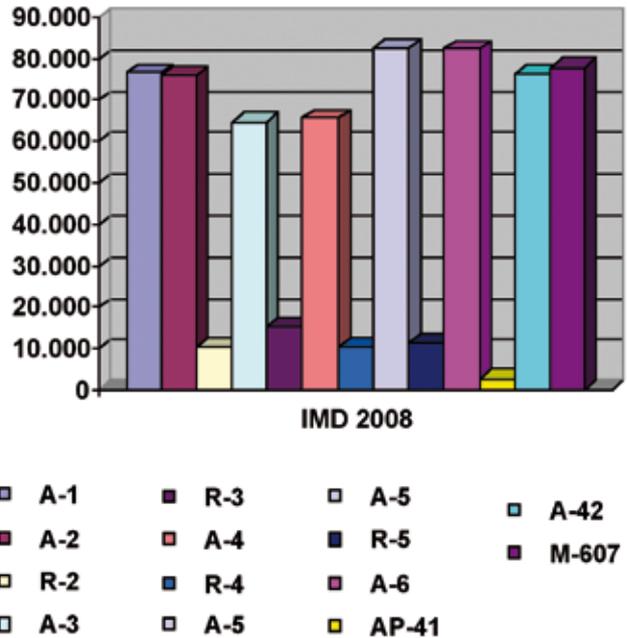


Fig. 7 y 8. Datos de la Dirección General de Carreteras, Subdirección General de Planificación

esta afirmación está en los resultados del carril Bus-VAO en el acceso de la A-6 a Madrid, que en sus 18 años de funcionamiento nos permite deducir los cambios de comportamiento globales que se ha producido en la demanda cotidiana (Fig. 9).

Los datos de 2008 (Carlos Cristóbal, Consorcio de Transportes de Madrid, en su ponencia “Madrid Bus-HOV system” en el congreso BRT Europe 2010, Londres 30/06/2010), confirman estos valores, manteniéndose la demanda total de viajeros en período punta por encima del 35 % del total, e incrementándose los porcentajes de los que corresponden a autobuses que utilizan el Bus-VAO.

¿Cuándo es razonable plantearse esto?: cuando haya congestión y exista un transporte colectivo que pueda potenciarse para ofrecer un servicio de calidad, y la ampliación convencional (aumentar el número de carriles), sea inviable o no rentable.

No debemos pensar en que este tipo de actuaciones se refieren exclusivamente a grandes ciudades; en aquéllas

tramos en los que se presente congestión aun cuando esta sea ocasional, cabe pensar en la adecuación de medidas proporcionadas al problema que intentemos resolver. Pueden ser tramos de carreteras que conecten los núcleos universitarios, donde en un periodo corto se concentran un gran número de viajes, o en el acceso a un estadio de fútbol, donde si se hace prevalecer el uso indiscriminado del vehículo privado, se garantiza el atasco durante un periodo de tiempo mayor que si se plantea dar prioridad a los autobuses para acceder a las puertas del estadio.

En este caso estamos hablando de carriles de uso restringido en el tiempo: únicamente cuando hay congestión. Y cuando hay congestión podemos considerar otro elemento añadido que aumenta la capacidad sin detrimento de la seguridad. Durante ese tiempo se podría modificar el número de carriles estrechando los existentes y utilizando el arcén de forma que los coches que se encuentran en el atasco pueden seguir disponiendo del mismo número de carriles, pero más estrechos (de una anchura suficiente para ser utilizados a bajas velocidades), incluso utilizando señalización luminosa en la propia calzada.

## CarrilBus-Vao (A-6) Madrid-Las Rozas (Inauguración 1994)

Reparto de viajeros en hora punta (7-10 h) sentido Madrid			
AÑOS	COCHE	BUS	% BUS SOBRE TOTAL
1991	21430	6602	24
1995	23842	11600	33
2001	29409	16370	36
Δ1991-2001%	37	248	

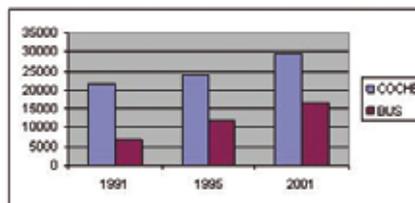


Fig. 9. Datos de Carlos Cristóbal et al.

### Conclusiones

En otras ocasiones he concluido diciendo que tenemos una solución que nos acerca a un sistema sostenible, con garantía de funcionamiento de una parte a largo plazo; que tenemos una alternativa a la congestión cotidiana y que no debemos asumirla con una actitud pasiva como quien se enfrenta a un problema inabordable. En esta ocasión no puedo decir que el comienzo de su ejecución es inminente como parecía hace cuatro años, con una partida asignada en los Presupuestos Generales de Estado, porque esa partida no dio lugar al comienzo de las obras en ninguna de las plataformas proyectadas, y en estos momentos de reconsideración de actuaciones debido a la crisis, no parece que figuren como prioritarias con respecto a otras que agotan el presupuesto del Departamento.

En esta época de crisis considero adecuado comenzar por una de las actuaciones posibles, y confirmar en la realidad las consideraciones de ahorro y rentabilidad expuestas.

Quiero terminar expresando que considero importante y urgente para nuestro territorio, para nuestras ciudades y para nuestra calidad de vida, cambiar el punto de vista; utilizar como indicador para analizar la rentabilidad de las inversiones la capacidad del transporte de viajeros y no en el de vehículos, y repetir y dejar que nos guíe lo que dijo Shakespeare: "Qué es la ciudad sino la gente". **ROP**

A Juan Carlos Cádiz Deleito, *in memoriam*

### Bibliografía

- Cristóbal Pinto, Carlos et al., "La calzada Bus-Vao de Madrid: optimización del uso de las infraestructuras en el corredor de la carretera A-6", Carreteras, 133, 2004, pags 62-75.
- Rubio Alférez, Jesús, "Un empuje decidido a los carriles Bus", Rutas, 107, 2005, pags. 25-31, consultable en [www.carreteros.org/planificacion/planificacion.htm](http://www.carreteros.org/planificacion/planificacion.htm).
- Rodríguez López, Beatriz, "Alternativas al atasco. Nueva red de carriles Bus y Bus-Vao en Madrid, Barcelona y Málaga", Revista del Ministerio de Fomento, 549, 2006, pags. 16-22.
- Rubio Alférez, Jesús, "Soluciones sostenibles en tramos congestionados en la Red Estatal de carreteras de España", Rutas, nº extra 123, 2007, (ejemplar dedicado al XXIII Congreso Mundial de la Carretera), pags 56-59, consultable en [www.carreteros.org](http://www.carreteros.org).
- Zamorano Martín, Clara et al., "Sistemas de transporte en plataformas reservadas", Cuaderno nº 4 de la Comisión de Transportes, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, mayo 2008.
- Abadía, Xavier y Pineda, Manuel, "La congestión en los corredores de acceso a Madrid", RACC, 2009, consultable en [www.racc.es](http://www.racc.es).

---

# El camino y la claridad del paisaje



## Damián Álvarez Sala

Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos  
Presidente del Centro de Estudios Paisaje y  
Territorio de la Junta de Andalucía

### Resumen

La red viaria contribuye sustancialmente a la construcción del territorio y a la configuración y la experiencia del paisaje. Los caminos pueden aportar claridad –es decir, visibilidad e inteligibilidad– al paisaje; y el paisaje puede aportar criterio y valor estético al trazado de los caminos.

### Palabras clave

Camino, puente, paisaje, claridad

### Abstract

*The road network plays an essential role in the construction of a territory and in the configuration and experience of landscape. Roads can add clarity—that is, visibility and intelligibility—to landscape; and landscape can add common sense and aesthetic value to road planning.*

### Keywords

*Road, bridge, landscape, clarity*

“He dicho en otro lugar que en el arte narrativo existen dos formas extremas de composición: la estampa y el argumento, o para emplear conceptos metafóricos extraídos de la doble naturaleza de la luz, el corpúsculo y la onda”. (Juan Benet, ‘La moviola de Eurípides’).

“Todo aquello que tiene que ver con el lenguaje nos lleva siempre a las estructuras esenciales, sustanciales, de los seres humanos. Esa posibilidad de comunicación, de inteligencia, de interpretación, y también de oscurecimiento y manipulación, sigue siendo, como en la época de los sofistas, ‘el tema de nuestro tiempo’”. (Emilio Lledó, ‘Filosofía y lenguaje’).

### Una deuda antigua y recíproca

El paisaje es fisonomía; expresa como un todo continuo hechos de muy diversa índole –procesos naturales junto a consecuencias del humano habitar– y su interpretación no puede ser inmediata. Acepta, sin embargo, ha aceptado durante milenios, ser disfrutado con inocencia, sin preguntas; pero si se le hacen, no responde bien a catalogaciones, no se deja reducir a fichas y mapas de teselas, pues resulta de la superposición y acomodo de texturas continuas y no de la yuxtaposición de elementos. Entre los hechos que hacen el paisaje destacan las vías de comunicación: senderos y caminos rurales, carreteras y vías urbanas, sin olvidar al ferrocarril y las rutas de navegación. Paisaje y red de comunicaciones son indisolubles y están en deuda recíproca desde la antigüedad más remota. Los caminos son formas del paisaje elocuentes, y se les puede dirigir la pregunta que solemos hacer a los textos escritos sobre su claridad; es decir, sobre su sentido y correcta formalización. De esta semejanza trata el presente artículo.



Fig. 1. Carretera en la Campiña de Sevilla. Gloria Rodríguez (2001)

La presencia de las vías en el paisaje tiene diferente explicación según el uso y el lugar para los que se hayan construido. Los itinerarios entre ciudades están fuertemente condicionados por el medio físico y las pautas del hábitat rural. En ellos, la forma del territorio proporciona información determinante para la economía de construcción y mantenimiento. Fuera del dominio de la urbanización, la relación entre camino y paisaje se establece, generalmente, en términos de adaptación a la macromorfología del medio, sin ocultación de la ingeniería, por acuerdo entre su lógica y el orden del territorio; acuerdo en el que los conflictos puntuales se abordan y resuelven sin ambages. El encuentro con el río es paradigma de éste tipo de conflictos; y el puente, de su solución. En la estructura del territorio, caminos y carreteras pueden añadir claridad al paisaje y facilitar su entendimiento; no solo porque sirven para recorrerlo, sino porque su artificiosidad favorece la percepción de la profundidad, la continuidad y las distancias en las formas naturales. La claridad que el paisaje recibe del trazado viario no es, por lo demás, contraria a su capacidad de mover a la evocación, ni al misterio que lo evocado puede conllevar. Tampoco, a la presencia de vestigios del pasado. La complejidad y la diversidad del paisaje no se oponen necesariamente a su claridad; simplemente, exigen mayor atención a cambio de una más rica experiencia.

Todo lo anterior es tan conocido que afirmar en letra impresa que la consideración del paisaje es útil en el proyecto de carreteras y exhortar a que se aprovechen sus sugerencias

—a veces, serias advertencias— parecerá innecesario. Pero la actualidad en la que tal proposición se plantea, agitada por el debate sobre cómo debe ser tratado el paisaje en la ordenación del territorio, invita a volver sobre su contenido. Anima a hacerlo, además, el título del presente número, ‘Otra mirada a la carretera’, propuesto quizás para que en un corpus completo de reflexiones viarias no queden sin tratar aspectos de menos frecuente comentario. Precisamente, la expresión ‘otra mirada’ contiene una sugestiva indeterminación que para la carretera en uso bien puede estar convocando al paisaje del que forma parte y para la carretera en proyecto a lo que permite imaginarla en el paisaje antes de que se tracen sus primeros esbozos. No obstante su condición ajustada a cálculo, la carretera admite la aportación que la forma del lugar ofrece a la imaginación de su proyectista. Tal influjo, del que por su obviedad no es usual dar cuenta, está hoy condicionado por la alarma ante el deterioro de los paisajes cotidianos y la participación en ello de las construcciones. El que el último medio siglo no haya producido un criterio de ordenación capaz de conjurar con autoridad la prevalencia de lo particular e inmediato en la ocupación y uso del suelo determina un escenario en el que el paisaje reclama atención y ofrece información y sugerencias a los proyectos viarios y planes urbanísticos. Ahora bien, proyectar o planificar con el paisaje requiere análisis estructural y semiológico y repre-



Fig. 2. Carretera en Sorbas, Almería. Gloria Rodríguez (2001)



Fig. 3. Autovía A-92. Gloria Rodríguez (2001)

sentación del mismo, tareas que la geografía y la ordenación del territorio actuales no acaban de asumir con decisión y generalidad.

Comprendemos bien los paisajes cuyas formas dominantes son las de la naturaleza, y también los del mundo rural, y nos ayudan en ello los caminos y carreteras. Nadie de cualquier edad o condición que se encuentre en el campo dejará de responder con naturalidad si se le pregunta por el paisaje. Mirará lo que le rodea y extenderá la mano: eso es el paisaje, lo que se ve cuando se mira. La lógica de las actividades rurales no provoca por lo general interrogantes ni rechazo, y nuestro gusto no pide que los campos cultivados, los acueductos, los caminos, los puentes o los caseríos se oculten, ni que parezcan otra cosa que lo que son. En esos paisajes interpretamos la traza del camino como diálogo en el tiempo de la razón con la naturaleza; pues cada camino que permanece da noticia de su pasado. Apreciamos en ellos la 'naturalidad', esa elegancia en el artificio que lo distingue y justifica entre las formas naturales. Pero otro es el caso de los lugares que van siendo vaciados de sentido al ser ocupados por la urbanización difusa y oportunista; especialmente en los entornos de las grandes ciudades y en el litoral, donde el paisaje es más complejo y frágil. En estos ámbitos, oscurecidos por la creciente entropía del habitar, es normal que el paisaje, desfigurado y trivializado, difícil de ver y de entender, produzca malestar (Fig. 1).

El empleo de los términos 'claridad' y 'oscuridad' para hablar del espacio habitado no precisa mayor justificación. Sabemos que las vías de comunicación tejen el orden del territorio y lo iluminan interiormente; que los caminos y carreteras no son meros soportes del tráfico, pues no cabe separar el desarrollo de sus redes de la constitución de los lugares de habitación; y que cada nueva vía supone una aportación de forma y significado que mejora o empeora el paisaje, que le añade claridad o se la quita. Por ello, cuando una carretera entra en servicio, el lugar en el que se ha construido se percibe mejor o peor, se entiende mejor o peor, y deviene objetivamente mejor o peor. El proyecto viario es un factor del paisaje –en particular, de su aptitud para ser percibido y comprendido, sin la que cualquier juicio que a él se refiera carecerá de fundamento– y la claridad inherente a la lógica de su trazado constituye su aportación sustancial al mismo. (Fig. 2).

La reflexión sobre la relación recíprocamente deudora entre camino y paisaje, bajo el prisma de la calidad-claridad del espacio resultante, puede abordarse desde varios frentes. He elegido dos que podrán ser aceptados como miradas 'otras' a la carretera. El primero, apunta a la participación del camino en la organización del espacio que habitamos, es decir en la arquitectura del territorio y la ciudad; mientras que el segundo contempla ciertas correspondencias que guarda con el texto literario y los modelos que explican la naturaleza de la luz y el tiempo. Ambas 'miradas' permiten intuir que la claridad que el camino aporta al paisaje es indisociable de la información, la justificación ontológica y el misterio que recibe de él: cómo el más habitual de los recorridos puede hacernos vivir esas experiencias que la imaginación asocia a las encrucijadas, los destinos remotos o las carreteras perdidas. Descubrir repentinamente el misterio en lo familiar es la sensación inversa al 'déjà-vu'; y como ella, un golpe de mano de la imaginación en la asociación rutinaria de la lógica argumental y la memoria.

#### **Intemporalidad y misterio en el camino**

Aunque la costumbre de vivir en un lugar –sea una ciudad o sea el campo– vaya relegando su imagen a ese plano de la conciencia en el que se almacena ordenado y a mano lo conocido que conviene salvar del instintivo control de lo nuevo –una febril aduana que somete a cuarentena cualquier hecho que haya despertado extrañeza en nuestro ser, reacio siempre a los cambios, celoso de las rutinas que ha conseguido atesorar–, es precisamente la inquietud ante lo inmediato del mundo lo que mueve al espíritu a ir sobre



Fig. 4. Carretera en Alcalá de los Gazules, Cádiz.  
Gloria Rodríguez (2001)

él para entenderlo y habitarlo. Sin duda, el temor precede a la conciencia y la empuja a las aguas revueltas de lo otro en las que se debatirá hasta salir a flote; pues la luz del conocimiento la acertamos a encender de puro miedo, un miedo que con distintas máscaras nos acompañará toda la vida. Si en los estadios más primitivos de la conciencia no hay aún imaginación de lo que no existe, debemos asociar tal temor a lo inconcebible de la corriente del acontecer, de cuyo arrastre querríamos escapar para conquistar un lugar en el que asentarnos y permanecer. Pues parece que antes que de la imaginación desbocada el miedo nace de la necesidad de superar una inicial y transitoria incapacidad de imaginar (Fig. 3).

Todo ese dramático proceso en el que se forman la conciencia y la imaginación no cabe proyectarlo sobre la estrecha narración que da cuenta lineal de la historia. Nos equivocáramos si interpretásemos el encuentro entre conocimiento y misterio como algo que sucedió en el remoto pasado, para avanzar luego aquél en solitario en el campo abierto de la razón; pues ese encuentro es síntesis basal que no cabe asignar a los orígenes de la especie en mayor medida que a la formación de la conciencia individual de cualquier hombre en cualquier época. Desde que es apenas sendero o claro en el bosque el conocimiento es inseparable de lo desconocido que lo envuelve, provoca y alimenta; y

del misterio, sin cuya resistencia y seducción no podría avanzar. Y así es el camino inseparable del paisaje. Lo primitivo sucede en cada uno de nosotros como deberíamos aceptar que sucedía lo complejo en los individuos de la edad de piedra. Conceptos como 'lugar' y 'persona' son logros tempranos forzados por la voluntad de durar en el tiempo, en la repetición, en el ritual y el código para elegir y excluir, para deslindar del ser colectivo el ser individual, para marcar los límites entre interior y exterior, entre lo determinado y lo indeterminado. Pues solo conseguidas esas condiciones nos atrevemos a imaginar con las alas de la creación intelectual y artística; es decir, con determinación de construir un orden propio en el corazón del dominio oscuro de lo extraño (Fig 4).

Cuando gracias a lo acertado de su concepción una carretera añade profundidad, sustancia, al lugar para el que se ha proyectado, la intemporalidad y el misterio la funden en un mismo ser con el paisaje. Con ella, un nuevo elemento se suma al entramado viario, texto articulado, extenso e inconcluso en cuyo origen se encuentra, seguramente, la más antigua huella estructural del hombre en el medio, la primera escritura de lo determinado y sistémico en lo indeterminado. Esa respuesta del pensamiento primitivo a la naturaleza –'la no matemática y superfecunda naturaleza,



Fig. 5. Carretera en Alcalá de los Gazules, Cádiz.  
Gloria Rodríguez (2001)



Fig. 6. Camino junto al Danubio en Bratislava. Damián Álvarez Sala

indómita y sin plan', en imagen de Faulkner— será ya parte del código que en el rastro de los pasos que lo han surcado guarda cada paisaje para explicar cómo ha llegado a ser en el tiempo. Podemos situar aquel encuentro germinal entre camino y paisaje en las primeras intuiciones de trazado, bajo rudimentarios principios de economía y equilibrio entre medio y artificio; aunque el temor a profanar el río, el lago, la montaña... seguirá inevitablemente a la atribución de significado a los lugares que cada cultura incorpora a su dominio. Tal vínculo habría fundamentado los procedimientos de la ingeniería primitiva, por lo que la conciencia de la relación entre el trazado de los caminos y el paisaje llega tan hondo en el tiempo como la percepción de la semejanza que nos une a esa primera inteligencia constructora cuyo sentido de la economía de signos y significados, es decir cuyo sentido de la claridad, habría sido desarrollado en no poca medida con la más antigua práctica caminera (Fig. 5).

### Ondas y corpúsculos en el paisaje

Si el camino es origen del territorio —surco de la razón nómada anterior a los asentamientos de población— no deberían faltar ocasiones al ensayo sobre su forma. Y sin embargo, salvo en lo concerniente a las estructuras singulares y en particular a los puentes, ese ejercicio es poco frecuente, al menos en comparación con el que se ocupa de la arquitectura de los edificios y las ciudades. Aunque para el crítico de arte el puente sea la estrella de la ingeniería —por su contención ontológica y la impronta heroica de

su imagen—, la otra parte del camino, la extensa, colmada de incidencias y acomodos, ofrece abundante material a la indagación sobre lo que su forma encierra y de lo que brota. Esto es, sobre el criterio de proyecto capaz de generar una obra de concepción unitaria en un entorno de amplia indeterminación. A tal facultad, que implica saber ver, entender y dar réplica al paisaje, podría corresponder lo que en el texto literario se entiende por estilo. El camino, y por extensión la red viaria, sería una de esas construcciones cuyo arquetipo es la narración. A él y a la escritura les es igualmente aplicable el juicio de claridad, en su doble acepción de percepción de los signos y lógica del significado, además de una común estructura de onda y corpúsculo que los hace semejantes a la luz y al tiempo. El camino deja en la tierra un trazo preciso como el que el buril o la gubia abren en la madera o el metal, figura que vuelve a remitir a la escritura, pero también, en metáfora de otro orden, al flujo que cae en el reloj de arena, donde el instante, materializado en el grano que ocupa el estrangulamiento del cristal se hubiera transmutado en paso, en distancia. El hilo de tiempo entre dos masas de arena hace pensar en el hilo del camino entre dos madejas urbanas; pero, también, en el enigma de aquél, que en su infinito devenir como onda no es necesariamente más dilatado que en la experiencia corpuscular de su duración. El hacedor de la red viaria, como el carpintero y el navegante, inscribe sus decisiones en la materia teniendo muy en cuenta lo que esta dice y no pocas veces dicta. Y así, en la construcción del territorio, el camino sigue a los



Fig. 7. Estudio de conexiones metropolitanas para la Ría de Huelva (Empresa Pública de Suelo de Andalucía, 2008). Damián Álvarez Sala

signos con que la naturaleza convoca a su trazado y lo predetermina: la margen del río, el fondeadero, el paso de montaña o la ladera seca y estable. Pero en el inevitable encuentro con el cauce ha de salvar la continuidad rota, y lo hace templando el impulso ondulatorio de su trazado. En el puente, el camino se remansa y adquiere alzado. Se hace edificio, corpúsculo, y se somete al sentido del lugar en el que el río concede el paso. El contrapunto que el puente compone en el camino –en el que es, misteriosamente, antecedente y respuesta– arraiga en la bipolaridad entre materia y forma consustancial a lo real. El puente convoca la escena de un protocolo antiguo en el que la estructura de tablero horizontal y directriz normal al curso de agua será el canon; aunque el viaducto de nuestros días lo desdeñe para ‘pasar del río’ sin mayores miramientos. Todo ello –ondas y corpúsculos, argumentos y estampas de los caminos– está, para quien quiera observarlo, en el paisaje.

Imaginamos así la red viaria como una suerte de escritura trazada en la tierra por la que esta cedería naturalidad para

recibir artefacto, ‘logos’. A éste ‘logos’, en su aplicación organizadora y constructora del espacio habitado, deberíamos denominarlo, llanamente, arquitectura del territorio. La red viaria es generadora de tal arquitectura, en cuanto origen y directriz de su desarrollo en el tiempo, y también a ella, como a toda escritura, se le puede suponer, sin excesiva violencia y extendiendo la analogía, una gramática y una sintaxis; y apreciar en sus proposiciones, las carreteras, algo similar a la caligrafía y al significado (Fig. 6)

### Transición y transformación en el paisaje

En caminos y paisajes el cambio es parte de lo inmanente; o dicho de otra manera, lo que permanece en el proceso de cambio y el propio proceso de cambio pertenecen a la esencia de unos y otros. La evolución de la estructura viaria de un territorio se desarrolla a partir de una escueta trama con algunas bases fijas –el paso del río o la cordillera, la encrucijada, el acceso a una rada, los núcleos de población primitivos...– para desplegarse con nuevos componentes en el acondicionamiento progresivo del territorio para su

habitación. Simultánea y análogamente se produce el paisaje, como permanencia en el cambio sostenida por una doble continuidad: la de la transformación o evolución en el tiempo de la configuración de un mismo lugar; y la que en el espacio da forma a la transición entre lugares vecinos (Fig. 7).

Las redes de comunicaciones suelen ser parte determinante en la estructura y génesis de los 'paisajes de transición'. Así sucede en pasos y corredores naturales y en los entornos de las ciudades, donde como consecuencia de las condiciones que propiciaron la elección del emplazamiento es frecuente que la expansión urbana se produzca sobre una confluencia natural de paisajes diversos. En la ordenación del territorio, la atención a los paisajes de transición mejora la organización, imagen y condiciones de vida del ámbito general del que forman parte. En cuanto a la evolución en el tiempo, ningún paisaje puede entenderse sin el conocimiento del largo proceso de modelado al que lo han sometido las actividades del hombre; proceso cuya explicación debemos buscar en las formas del propio paisaje. Conocer un paisaje supone descifrar ese texto cuyas formas-signos han de ser referidas a los condicionantes y procesos que las han generado, y no solo a los usos o significados inmediatos. Para la ordenación del territorio, gestionar el paisaje es, principalmente, controlar su transformación desde una actitud crítica frente al proyecto de intervención: identificar y proteger los valores que son característicos o 'propios' de ese paisaje en el curso de los cambios a que se ve sometido (Fig. 8).

#### Lo transversal en el proyecto viario metropolitano

Transición y transformación en el paisaje se dan con intensidad y complejidad máximas en las inmediaciones de la ciudad; y presentan en las áreas metropolitanas las más completa casuística de conflictos a resolver y posibilidades de mejorar el espacio de habitación mediante el proyecto viario. La ciudad se forma junto al puente, en el cruce de caminos. En ella, el paisaje se sustancia en la calle y la plaza, cuyo diseño ha de conjugar en torno a la movilidad la continuidad universal que significa a la vía pública como matriz y base de articulación del espacio urbano. Las formas actuales del desarrollo de la ciudad responden, principalmente, a dos figuras: la extensión en continuidad y la expansión sobre estructuras abiertas metropolitanas o comarcales. En ambos casos el tratamiento integrado de la red viaria y el paisaje alcanza especial importancia por su repercusión determinante en la constitución y calidad del espacio de habitación.

En los desarrollos en continuidad es habitual que junto a las nuevas avenidas la ciudad incorpore tramos de caminos o carreteras, cuyos trazados irregulares quedarán como testigos de una anterior condición territorial. En los límites de la ciudad, la articulación con el exterior dará lugar a paseos ribereños, alamedas, vías de ronda, vías de cornisa, etc., en los que el proyecto viario debe dar forma arquitectónica a la transición entre paisajes, preservando y conjugando la diversidad original. Las barreras interiores producidas en el proceso secular de formación de la ciudad pueden ser removidas por los planes y proyectos de reforma y de ordenación urbana y metropolitana mediante la creación o recreación de espacios-paisajes de transición. En estas actuaciones, que establecen o restituyen la continuidad integral propia de la ciudad, el tratamiento funcional y arquitectónico del espacio viario debe atender a las condiciones de borde y entorno, y resolver la 'transversalidad'; es decir, dar respuesta a todo lo que ha de ser tenido en cuenta complementariamente a la relación troncal 'origen-destino' para la incorporación orgánica de la vía en el medio (Fig. 9).

#### Para concluir

El proyecto del camino o la carretera es siempre parte de algún proceso de desarrollo de las estructuras de habitación,



Fig. 8. Estudio de parques metropolitanos para la ría de Huelva (Empresa Pública de Suelo de Andalucía, 2010). Damián Álvarez Sala

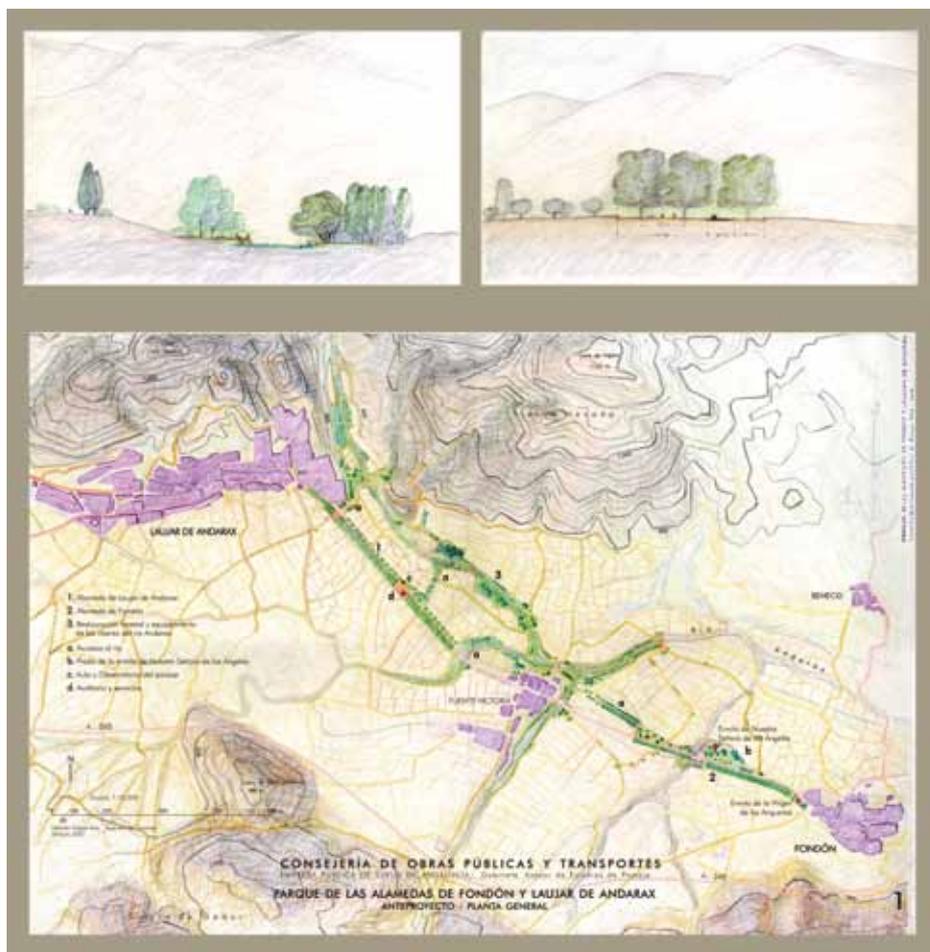


Fig. 9. Proyecto de alamedas sobre la antigua travesía de Fondón y Laujar y las riberas del río Andarax, en Almería (Empresa Pública de Suelo de Andalucía, 2008). Damián Álvarez Sala

y su memoria técnica debería referirse de manera explícita a la intención de ordenación a la que sirve y a la previsión del paisaje resultante. En los ámbitos urbanos y metropolitanos, donde por la capacidad del viario para introducir estructuras y abrir perspectivas, es decisiva su aportación de orden y transparencia, ello es especialmente recomendable. Pues, por encima de cualquier otro, la claridad debe ser el objetivo de la intención paisajista en el proyecto de la carretera. Este principio subyace al empleo del contrapunto, con el que, renunciando a toda compostura de camuflaje, se busca la composición de lo distinto, con signos que han de diferenciarse entre sí para formar una escritura, en este caso una escritura sobre la tierra. Desde estos presupuestos, proyectar con el paisaje consiste en ‘saber ver’ en el lugar de emplazamiento la obra que todavía no existe, y trabajar la cla-

ridad de esa visión hasta el estado que el ingeniero constata como de ‘proyecto acabado’. Si se proyecta con el paisaje, el tratamiento singular que desde una concepción unitaria y un criterio de trazado coherente debe ser proporcionado a la carretera y a cada lugar de su trazado resulta incompatible con el recurso al manual de soluciones tipo. La calidad del trazado viario dependerá esencialmente de la competencia del proyectista: de su conocimiento del medio y el paisaje, y de su sensibilidad para entender la función que la vía vaya a cumplir en el orden territorial, rural o urbano. Y ello sugiere, entre otras consideraciones, la necesidad de recuperar en la enseñanza de la ingeniería de Caminos el análisis y el dibujo del paisaje, aplicados al conocimiento del lugar en el que se han de emplazar las nuevas infraestructuras, y a la previsión de los efectos estéticos de su construcción. **ROP**

# Mirar desde el cielo



**Jorge Bernabeu Larena**

Dr. Ingeniero de Caminos, Canales y Puertos

## Resumen

A veces hay que cambiar el punto de vista para mirar mejor. Desde el cielo los significados se multiplican. La carretera no es solo un camino. El trazado se dibuja como una línea que explica el territorio, una geometría construida en el paisaje. La carretera es la huella del hombre sobre la naturaleza, un canal que conduce el flujo de los vehículos, una red de arterias que alimentan con sus ramificaciones el mundo. Los caminos desde lo alto se perciben como un juego abstracto de líneas y manchas, un palimpsesto de grafos sobre la tierra, la firma de la civilización en el planeta.

## Palabras clave

Territorio, paisaje, trazado, vista aérea, arte

## Abstract

*Sometimes it is necessary to change the point of view to be able to look better. The meaning of things is multiplied if we look at them from the sky. The road is not just a path. The pathway is drawn as a line that explains the territory, it is a geometry built in the landscape. The road is men's fingerprint on nature, a channel leading the flow of vehicles, a network of arteries feeding the world through all of its ramifications. The pathways as seem from above can be perceived as an abstract game of lines and stains, a palimpsest of graphs above the earth, civilization's signature on the planet.*

## Keywords

*Territory, landscape, road, route, aerial view, art*

Qué fascinante es mirar desde arriba. Todo se entiende mejor, la vista abarca más campo y es más fácil relacionar las partes para imaginar un todo.

Si los puentes, como decía José Antonio Fernández Ordóñez, hay que empezar a verlos desde abajo, las carreteras se deben mirar desde arriba. En los puentes “la primera y mejor visión debe ser siempre desde las cotas inferiores, para luego ir poco a poco ascendiendo hasta arriba en visiones sucesivas”<sup>1</sup>. Para la visualización de la carretera, en cambio, el camino es inverso. Es bueno comenzar desde arriba para ir descendiendo en un zoom progresivo hacia el terreno, repitiendo el mismo proceso de ampliación sucesiva de escala que se sigue en su concepción y diseño.

Desde lo alto, la carretera deja de percibirse como un tramo parcial para convertirse en un trazo continuo. No es necesario ver el principio ni el final para comprender que forma parte de un itinerario, que se ajusta al territorio y que con su trazado lo hace legible.

El territorio es únicamente abarcable desde una visión general que supere la cota de la persona para pasar a la escala de la naturaleza. El enfoque propuesto presenta la necesidad de observar desde arriba para comprender el territorio y también para manejarlo, para concebir el camino y proyectar la carretera.

Desde el cielo los significados se multiplican. La carretera no es solo un camino. El trazado se dibuja como una línea que acaricia el territorio, una geometría artificial construida sobre un paisaje natural. La carretera es la huella del hombre sobre la naturaleza, un río que conduce el flujo de los vehículos, una red de arterias que alimentan con sus ramificaciones el mundo. Los caminos desde lo alto se perciben como un juego abstracto de líneas y manchas, un palimpsesto de grafos sobre la tierra, la firma de la civilización en el planeta.

En el cielo los pies pierden su apoyo, ya no pisan tierra firme. Somos más ligeros, volar nos hace sentir libres. Es como desenfocar la mirada para ver mejor, alejarse para ser más preciso, dejar volar la imaginación para atinar en lo concreto, bajar al infierno para tocar el cielo.

Adelante pues, levantemos el vuelo (Fig. 1).



Fig. 1. El buen ingeniero civil elegirá siempre el lado de la ventanilla del avión

### La comprensión del territorio

La ascensión de Petrarca al Monte Ventoux (1909 m de altura) el 26 de abril de 1336, junto con su hermano y otros dos compañeros, sin fin práctico alguno, se considera la fecha de nacimiento del alpinismo como deporte. Pero bien podría reivindicarse también como una referencia histórica de contemplación estética del paisaje. En la carta en que narra su ascensión, Petrarca describe las emociones intensas que sintió al llegar a la cima. Una mirada extasiada hacia aquellos horizontes, ríos, cumbres y la inmensidad del espacio: “Primeramente, alterado por cierta insólita ligereza del aire y por el escenario sin límites, permanecí como privado de sentido. Miré en torno de mí: las nubes estaban bajo mis pies y ya me parecían menos increíbles el Atos y el Olimpo mientras observaba desde una montaña de menor fama lo que había leído y escuchado acerca de ellos. Después dirigí mi mirada hacia las regiones de Italia, a donde se inclina más mi ánimo; los Alpes mismos, helados y cubiertos de nieve, a través de los cuales aquel fiero enemigo del nombre de Roma pasó, resquebrajando la roca con vinagre, si hemos de creer la leyenda, parecían estar cerca de mí, cuando, sin embargo, distaban un gran trecho de donde yo me encontraba<sup>2</sup>”.

La altura de observación resulta decisiva en la comprensión del territorio. Para tener una consciencia global de su tierra, Petrarca necesita ascender y ver desde lo alto.

La cartografía, mucho antes, había abordado el mapa como representación territorial. Sin la carga lírica de la mirada de Petrarca, las cartografías usan la mirada superior, la esquematización de la planta como sistema de representación. Es revelador descubrir que los primeros mapas eran simples itinerarios. Así, por ejemplo, cuando Ptolomeo aplica en el siglo II el sistema de Hiparco de división de la tierra conocida en meridianos y paralelos, se apoya en recorridos y localizaciones entre los núcleos de población<sup>3</sup>. El camino es el que da sentido al plano. La relación entre orígenes y destinos y su representación gráfica en planta se ofrecen como primera pauta de cartografía del territorio.

La evolución en la producción de mapas se apoya a partir de entonces en los avances tecnológicos. Se produce un salto importante a partir de la Edad Media con el invento del cuadrante y de la brújula, que permiten medir los ángulos respecto a la estrella polar y el Sol y determinar la posición de un punto en el globo, su latitud y su longitud, para plasmarlo en un mapa.

El mapa ofrece la visión superior del territorio, la comprensión inmediata en un golpe de vista. El plano se maneja con las manos, permite medir, recordar, marcar, dibujar. Es un objeto físico que se puede tocar, los caminos se recorren con el dedo. El territorio se guarda, se recuerda, se posee. Como señala el relato de Borges, deja de tener sentido cuando pierde su posibilidad de vista en perspectiva: “En aquel Imperio, el Arte de la Cartografía logró tal perfección que el mapa de una sola provincia ocupaba toda una ciudad, y el mapa del imperio, toda una provincia. Con el tiempo, esos mapas desmesurados no satisficieron y los Colegios de Cartógrafos levantaron un mapa del Imperio, que tenía el tamaño del Imperio y coincidía puntualmente con él. Menos adictas al estudio de la Cartografía, las generaciones siguientes entendieron que ese dilatado mapa era inútil y no sin impiedad lo entregaron a las inclemencias del sol y de los inviernos. En los desiertos del Oeste perduran despedazadas ruinas del mapa, habitadas por animales y por mendigos; en todo el país no hay otra reliquia de las disciplinas geográficas<sup>4</sup>”.

Una cartografía no es una simple copia del mundo a otra escala, es una interpretación del territorio. Implica una po-



Fig. 2. Dymaxion Map sobre un icosaedro desplegado. Buckminster Fuller, 1954

sición y desvela algo, igual que la mirada de Petrarca es una mirada nueva sobre el paisaje (Fig. 2).

### A vista de pájaro

En la evolución tecnológica de la cartografía, la fotografía y la posibilidad de volar serán una auténtica revolución. Las vistas inéditas que ofrece el vuelo pueden ser conservadas por la fotografía. La vista aérea será compartida, reproducida y analizada (Fig. 3).

La fotogrametría permite la reconstrucción del territorio en dos dimensiones, la ortorectificación corregirá los errores de perspectiva para lograr una proyección ortogonal y la estereoscopia posibilitará la restitución tridimensional de la orografía. A partir del vuelo y sus fotografías del territorio tendremos la posibilidad de obtener una cartografía precisa con sus curvas de nivel.

La cartografía aérea comienza con la planificación y ejecución del vuelo para la toma de fotografías. El procesado posterior requiere la orientación de las imágenes en la posición adecuada apoyándose en las marcas fiduciales, lo que permite la colocación de los fotogramas en la misma posición que ocupaban entre ellos en el momento de las tomas. Para la formación del modelo por restitución se deben aplicar los giros, una traslación y un factor de escala para tener el modelo en coordenadas del terreno. La formación del modelo por rectificación, consiste en, una

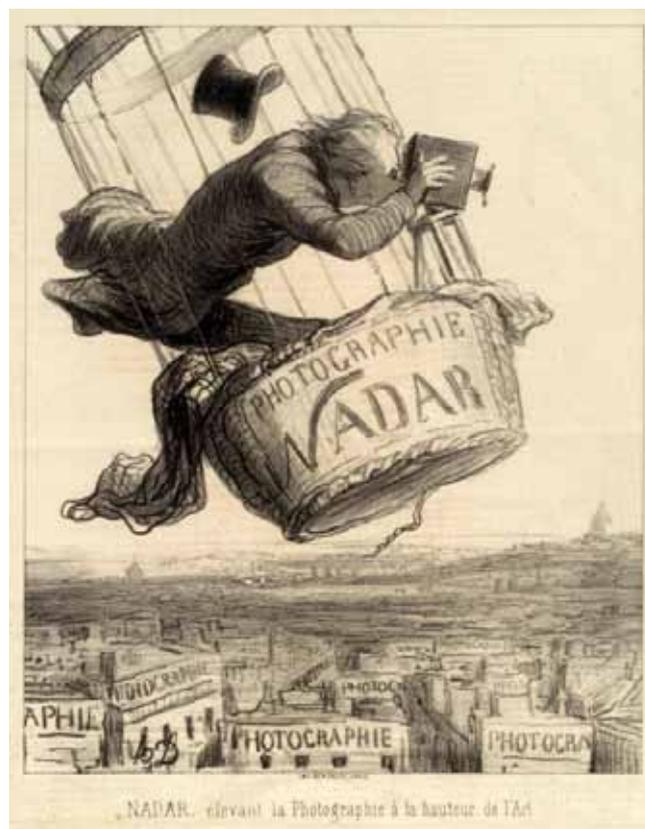


Fig. 3. La primera foto aérea. Nadar en 1858 desde el cielo de París



**Fig. 4. Visión estereoscópica en 3D: situar la nariz a 10 cm y enfocar cada imagen con un ojo; mantener el enfoque de cada ojo mientras las dos imágenes se aproximan hasta construir una única imagen tridimensional<sup>5</sup>**

vez aplicados la orientación tanto interna como externa del haz de luz, hallar la intersección entre dicho haz orientado y el modelo digital del terreno correspondiente al espacio que se quiere determinar. El proceso hasta ahora ha sido totalmente aséptico, todo exterior, sin necesidad de tocar el territorio. Pero resulta esencial el apoyo en campo, el levantamiento taquimétrico tradicional de los detalles, la triangulación y apoyo en las bases para anclar lo virtual en el terreno real. Un proceso aéreo que obtiene una modelización tridimensional del terreno, pero que precisa de la reafirmación concreta en campo (Fig. 4).

Si las ortofotos y la cartografía en planta con las curvas de nivel son resultado del vuelo, las vistas aéreas panorámicas ofrecen otros puntos de vista, menos rígidos. Ya no se busca la ortogonalidad, sino todo lo contrario, el escorzo, la vista de pájaro, la mirada que muestra la cima pero también revela los lados. Las fotos de Paisajes Españoles, desde hace más de cinco décadas, son un referente en la fotografía aérea nacional. Estas imágenes han permitido documentar el desarrollo y la construcción de la obra civil, captando la transformación del territorio desde la privilegiada vista del aeroplano.

La fotografía aérea hoy es si cabe más asequible. Sin necesidad de avionetas o helicópteros, se ofrecen servicios

inmediatos muy competitivos de fotografía mediante modelos de helicópteros teledirigidos, zeppelines y pequeños globos aerostáticos comandados desde tierra. Las obras lineales se fotografían muy bien también desde parapentes, o mejor desde paramotores que no necesitan ninguna diferencia de cota ni velocidad mínima de viento y que resultan más versátiles para el seguimiento de la traza.

Pero el cambio más trascendente en nuestra manera de mirar desde arriba es la utilización libre de programas que permiten la visualización del planeta a partir de imágenes de satélite. Entre ellos el más extendido es Google Earth. Se trata de un programa informático similar a un SIG (Sistema de Información Geográfica). Su punto de partida, Keyhole, Inc, fundada en 2001, era una empresa pionera en el desarrollo de software especializado en aplicaciones de visualización de datos geoespaciales. Keyhole era en un principio un programa de pago hasta su adquisición por Google. En 2005 Keyhole pasó a llamarse Google Earth y a ofrecer una versión gratuita. Navegar en Google Earth es rápido, sencillo y eficaz. Ofrece también visualización tridimensional y ha impulsado la creación de *dashups*, aplicaciones web híbridas, que combinan las vistas aéreas con otros servicios, como por ejemplo las fotografías georreferenciadas de Panoramio. La alternativa de Microsoft, Bing Maps, tiene

además la opción de vista de pájaro desde cuatro ángulos, de las principales ciudades europeas y norteamericanas, con imágenes Pictometry muy detalladas.

Con estas herramientas, el mundo entero es asequible desde el cielo. Frente a la realidad física de andar el camino, desde el cielo la carretera se recorre con la mirada. No es necesario esfuerzo, ni botas, ni mochila; no es necesaria la bicicleta, ni el coche, ni la gasolina. El camino deja de ser real para convertirse en un modelo virtual. No existe experiencia de viaje, pero las posibilidades se multiplican. El planeta es más manejable, es una pelota para jugar a nuestro antojo: acercar, alejar, viajar, volar, visitar lugares remotos y sitios conocidos, girar el planeta, caer en picado. Google Earth ha cambiado nuestra forma de mirar el mundo (Fig. 5).



Fig. 5. Dead pixel in Google Earth. Helmut Smits, 2009. Cuadrado de 82 x 82 cm, las dimensiones de un píxel desde una altura de 1 km

### Trazar desde arriba

La ingeniería civil utiliza de una manera particular y muy atractiva la visión aérea. El proyecto de trazado de una carretera es un proceso muy sugerente de aproximación al territorio en el que se maneja fundamentalmente la mirada desde arriba, la vista en planta.

El proceso comienza con los estudios previos de corredores, antes aún, con la planificación estratégica de la conexión. Una decisión o una idea planteada desde una perspectiva suficientemente amplia como para responder a una necesidad o adelantarse a ella. También para incentivar una relación, corregir algún desequilibrio o compensar otras carencias.

El plan estratégico se dibuja desde arriba con un sentido técnico y también político. El juego de líneas, prioridades, presupuesto e inversiones es un juego multifactorial en el que intervienen diversos actores y sujeto, muchas de las veces, a eventualidades en las que también se admite la improvisación. Siempre se dibuja en planta. Líneas que conectan intenciones. Y códigos de color para interpretarlas: diferentes colores para distinguir capacidades, velocidades, número de carriles; tonos distintos para diferenciar organismos titulares; gamas cromáticas para distinguir inversiones, programación. Líneas continuas y líneas discontinuas, para diferenciar la certeza de la viabilidad, el servicio de la construcción, la decisión de la posibilidad. Una red de líneas sobre la que discutir y planificar, día a día, los siguientes pasos de nuestra aproximación desde arriba.

A partir de la planificación, se desarrolla un proceso de aproximación sucesiva al territorio. Un aumento progresivo de escala, como el zoom que nuestro dedo índice realiza tan fácilmente al mover la rueda del ratón en Google Earth. Cada escala tiene asociado un tipo de estudio, la definición que la aproximación permite. Así, los estudios previos que parten de cartografías 1:25.000 permiten el análisis de las posibilidades de conexión, aportando orientaciones suficientes de decisión. Los estudios informativos definen varios corredores y una banda asociada, evaluando los elementos necesarios para su valoración comparativa y son la base de los procesos de información pública y tramitación ambiental hasta la emisión de la DIA (Declaración de Impacto Ambiental), definiendo el trazado a escala 1:5.000. El proyecto de trazado desarrolla el corredor elegido en el estudio informativo a escala 1:1.000, escala suficiente para definir con precisión la traza y su relación con el territorio, en particular túneles y viaductos<sup>6</sup>. El proyecto básico permite iniciar los trámites expropiatorios, detectar las afecciones y aproximar un primer presupuesto suficientemente ajustado. El proyecto constructivo define la ejecución de las obras, desciende a 1:500 en los detalles necesarios, detalla las unidades, calcula estructuras y túneles, define el drenaje y las obras, repone caminos y afecciones. Y todo este proceso se orquesta desde arriba. La planta es el hilo conductor del proceso.

Asociada a la escala está la longitud del tramo en estudio. Escalas altas llevan asociadas longitudes mayores, mientras que la aproximación a escalas menores implica que los proyectos se realizan en tramos más cortos. Se mantiene la analogía con el Google Earth en la pantalla de nuestro ordenador: más zoom, menos área en pantalla.

Los software de trazado importan la cartografía 3D y facilitan la definición del mismo. Es un proceso que se comienza a encajar siempre en planta y se ajusta en alzado. La planta es la que permite el trazo, la que une los destinos. La carretera, la línea del lápiz sobre la cartografía en blanco, el camino del hombre habitando el mundo. Por eso el proceso se regula en la vista superior, una vista que sobre las curvas de nivel permite controlar las implicaciones del trazado, anticiparse a los acontecimientos, contornear los obstáculos o afrontarlos. El ingeniero de trazado es el que gobierna el proyecto de la carretera. Con el trazado define los puentes, en longitud, altura sobre el terreno, y casi inmediatamente rango de luces, tipología, procesos constructivos. También los túneles: longitudes, monteras, geologías atravesadas. La afección ambiental se define también en el trazado. Un buen trazado exige sensibilidad, no es ni mucho menos una aplicación rutinaria de normativa y parámetros. Los programas de trazado son una herramienta muy potente que facilita la definición. Permiten definir de forma inmediata variantes y ajustes, informando en el acto de volúmenes de movimientos de tierra, definiendo terraplenes y desmontes.

Existe en la actualidad un gran interés en el desarrollo de métodos informáticos de optimización de geometría de

trazado, siendo un tema de investigación muy activo en los últimos años. Aplican los recientes desarrollos de las técnicas de optimización por inteligencia artificial, entre las que se encuentra la programación lineal, redes neurales, algoritmos genéticos, técnicas de recocido, etc., combinadas con las posibilidades de modelado tridimensional.



Fig. 6. Proyecto de enlace visto en pantalla?



**TECNICAS REUNIDAS**  
Infraestructuras y Medioambiente



**INITEC**  
**INFRAESTRUCTURAS**



Tranvía de Campello. Alicante.



Desaladora Rambla Morales. Almería.

## AL SERVICIO DE SU CIUDAD

Más de 300 especialistas en las áreas de Aeropuertos y Transporte Aéreo, Puertos y Costas, Transporte Terrestre, Arquitectura, Edificación y Urbanismo, Ecología e Hidráulica

- Con gran diversificación de clientes y proyectos
- Más de 200 millones de euros de construcción de obras en curso
- Más de 100 contratos de servicios de ingeniería en vigor
- Más de 600 millones de euros de cartera de explotación

**Rafael Calvo 3-5. 28010 MADRID. Tfno.: (34) 91 592 39 00. Fax: (34) 91 592 39 01/02. [www.tecnicasreunidas.es](http://www.tecnicasreunidas.es)**

De todas las técnicas de optimización empleadas en inteligencia artificial, las que más interés suscitan y mejores resultados están proporcionando son las relacionadas con los algoritmos genéticos. Los métodos estudiados siempre consideran la minimización global de una función que puede incluir un número variable de parámetros. En definitiva son métodos que permiten tantear de forma automática millones de alternativas cuantificándolas y comparándolas con algoritmos que se perfeccionan mediante procesos de inteligencia artificial, aprendiendo paso a paso de sus propios errores. Una herramienta potentísima para rastrear en muy poco tiempo posibilidades que podrían pasar desapercibidas a nuestros ojos.

Pero aún parece irremplazable el gesto del ingeniero de trazado corrigiendo con su lápiz el plano. Esta variante debe ir por aquí; para evitar el cruce podemos abrirnos antes; el desarrollo será menor si vamos más al sur; para salvar la ZEPA (Zona Especial de Protección de Aves) tenemos que bordear esta área. La sensibilidad como esencia del proceso proyectual (Fig. 6).

La ingeniería civil trabaja siempre en coordenadas. La arquitectura no. Identificada la situación, abstrae el proyecto del territorio, trabaja en referencias locales y muchas veces redefine hasta la cota, estableciendo un nuevo cero absoluto en el nivel del terreno. En contraste, merece la pena repetirlo, la ingeniería civil trabaja siempre en coordenadas globales. El camino no es un objeto repetido ni estandarizable, no puede prescindir del lugar, es un traje a medida del territorio. Cada proyecto es único. Por ello, los proyectos exigen un tiempo de estudio, de conocimiento y comprensión del territorio, de valoración de los impactos y las afecciones, de resolución de los obstáculos, de cálculo de las obras. Un tiempo para un proyecto único en un territorio único.

Otro proceso de gran belleza es la representación en planta del trazado. El trazado exporta al software de dibujo la cartografía con la planta de trazado que incluye terraplenes y desmontes. Los planos, original en DIN A1, habitualmente reproducidos en DIN A3, pueden reproducir unos 700 m de trazado por hoja a escala 1:1.000. Por eso los tramos, generalmente de varios kilómetros, exigen la división en planta de la traza en una serie de hojas. La planta guía con la composición de recuadros desplazados y girados sobre la traza de los planos es una hermosa imagen de partición del territorio y del camino para su manejo y construcción.



Fig. 7. Alfabeto a partir de imágenes localizadas con Google Earth

Hoja 1 de n, hoja 2 de n, hoja 3 de n... Pasar los planos es recorrer el camino, comprender el territorio. Cada planta, cada hoja, cada plano, cada punto, en coordenadas, situados en posición sobre la tierra, con el icono del Norte señalando su orientación.

La planta, el trazo desde arriba, es el hilo conceptual de diseño de la carretera. La kilometración del trazado se realiza también en planta. La distancia recorrida no se define sobre el desarrollo real del eje sino sobre su proyección ortogonal, sobre su vista superior.

### Dios lo ve<sup>8</sup>

Si el proyecto es aéreo, la construcción está pegada al terreno. Horada las montañas, mueve las tierras, excava los cimientos, transforma el territorio. Y esta transformación no es únicamente puntual, la ejecución de la obra supera



Fig. 8. "Spaghetti Junction" es una denominación para enlaces de carretera complejos, con múltiples entrelazados y conexiones, que se asemejan a un plato de espaguetis<sup>11</sup>

lo local para abarcar más allá, tiene mucho de trascendente. En el propio proceso y en el resultado, construye una nueva realidad, un territorio transformado, un nuevo paisaje construido.

Mirar desde el cielo es una buena manera de valorarlo. Recordaba Tusquets en su ensayo<sup>9</sup> el espíritu griego de perfección, exigencia, trato completo y coherente. La consciencia, en definitiva, de la trascendencia de toda acción. El construir como si la obra, hasta lo aparentemente invisible, pudiese ser examinado por un dios. La posibilidad de vista aérea, tan asequible hoy, nos convierte a todos más fácilmente en observadores divinos. Si un dios mirara desde lo alto la obra construida del hombre es muy posible que cuestionara más su sentido que su trazado. Qué une, para qué sirve, quién puede utilizarla, por qué se debe pagar peaje. Por qué se definen fronteras arbitrarias.

La vista aérea en arquitectura está totalmente asumida. Es tan importante atender a la "quinta fachada", la cubierta, como al resto. De hecho fachadas y cubiertas, paredes y techos se confunden en muchos casos y los unos se pliegan para formar los otros o los otros se inclinan hasta transformarse en los unos. El edificio se concibe como una pieza unitaria con posibilidad de ser vista por todos los lados.

El la obra civil, aunque sin intención compositiva de visibilidad, aún tiene mayor relevancia este hecho. Mientras la arquitectura tiene como referencia la escala humana, la ingeniería se confronta con la dimensión del territorio. Las obras lineales, con su longitud y escala, son perfectamente perceptibles desde el cielo. La vista desde lo alto desvela lo construido de una nueva manera. La carretera pasa de ser recorrida desde el coche a poder ser observada desde el cielo.

Un ejemplo significativo es el ejercicio académico entre alumnos de diseño es la localización de tipografías encontradas en Google Earth<sup>10</sup>. Descubrir los trazos de la carretera como signos legibles con otro código (Figs. 7 y 8).

### Una mirada aérea

El arte ofrece una nueva mirada. Sus propuestas, sin la obligación de lo útil, abren nuevos caminos de entendimiento y comprensión<sup>12</sup>. El arte nos ayuda a ver de otra forma la carretera.

Entre las manifestaciones relativamente recientes, el movimiento del Land Art<sup>13</sup> tiene algunos paralelismos con la ingeniería civil. Ambos comparten su vinculación con la naturaleza. El tamaño, la dimensión, la gran escala, son también características comunes. Muchas obras de Land Art precisan de proyectos, medios de ejecución, procesos constructivos análogos a la obra civil. El arte, como la ingeniería civil, utiliza los recursos con un sentido de lo estricto, buscando bajos consumos de materiales y contención más que derroche. Ambos prestan atención a los aspectos procesuales: el proceso constructivo que es

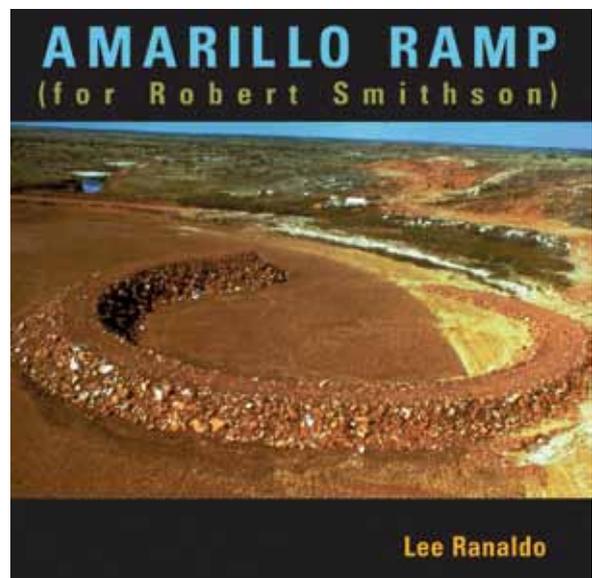


Fig. 9. Amarillo Ramp, obra de Land Art proyectada por Robert Smithson en 1973. Portada y tema principal del disco homenaje de Lee Ranaldo (guitarra y vocalista de Sonic Youth) de 1997

esencial en la obra de ingeniería también lo es en muchas obras de Land Art, en las que la obra de arte es incluso el propio proceso.

A título ilustrativo, la aproximación de Robert Smithson es especialmente oportuna. El artista falleció en 1973 en un accidente de avioneta en Texas mientras estudiaba el emplazamiento de su obra Amarillo Ramp. Tras su muerte el proyecto se construyó a partir de sus notas y bocetos con la ayuda de otros artistas, entre los que se encontraba su mujer, Nancy Holt, y su amigo Richard Serra. La obra es un camino que no lleva a ningún destino. Un terraplén de planta circular abierta, concebido como una rampa ascendente para ser recorrida con los sentidos despiertos. El espectador en su recorrido tiene una percepción distinta del entorno, de la altura, de la temperatura, de los sonidos de la naturaleza y de la luz, que con su variación provoca un cambio tonal en el terraplén. Una obra, como otras de Smithson, pensada desde diferentes escalas para su observación dentro y fuera, desde el suelo y desde su visión aérea. No es un arte inmediato. La obra no es el objeto, sino el concepto. Acentúa el polo mental, es un arte de

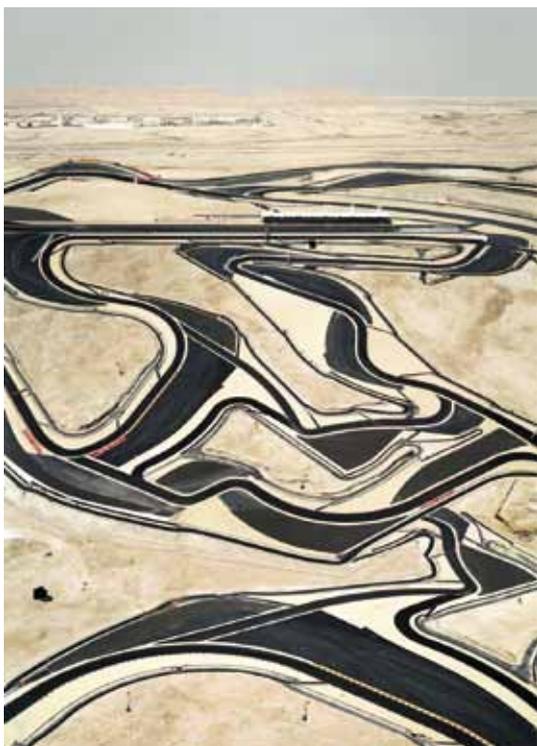


Fig. 10. Bahrain I, Andreas Gursky., 2005

reflexión, ambivalencia o sugerencia de significados. Ofrece una singular carretera como un estímulo conceptual para la conciencia del espectador (Fig. 9).

Tomando una referencia artística más actual, la composición abstracta de la fotografía de Andreas Gursky muestra una mirada plástica, siguiendo casi una tradición pictórica, al trazado de la pista de fórmula 1 de Bahrein. El original de gran formato permite distinguir incluso algunos coches de carreras en el circuito. La foto nos enseña a valorar las geometrías de la carretera con otra mirada. Terraplenes, desmontes, traza, enlaces, son hermosas composiciones sobre el territorio que marcan con formas construidas, rectas, curvas y acuerdos, el terreno natural. Aunque su intención no sea plástica, su resultado se puede mirar con otros ojos (Fig. 10).

#### La experiencia de vuelo

De todos los modos de vuelo, el autogiro es quizás el más íntimamente ligado a la ingeniería civil. Su inventor, el ingeniero de Caminos Juan de la Cierva, lo patenta en 1923 y ese mismo año lo presenta en la Revista de Obras Publicas<sup>14</sup>.

El autogiro es una aeronave de ala giratoria, es decir, vuela como los aviones pero su ala es un rotor que gira por la acción del viento relativo que lo atraviesa de abajo arriba. Es por tanto un híbrido entre el aeroplano y el helicóptero: al igual que el aeroplano, su propulsión se realiza mediante una hélice, pero en lugar de alas, tiene un rotor como el helicóptero. Este rotor no está conectado al motor de la aeronave, por lo que gira libremente, autogira, impulsado por el aire, generando así la fuerza de sustentación. En el helicóptero, por el contrario, la propulsión y la sustentación se producen



Fig. 11. Bautismo de aire, 6 de febrero de 2011



Fig. 12. La A-5 vista desde autogiro

en el rotor que sí está impulsado por el motor. A diferencia del helicóptero, el autogiro no tiene la posibilidad de detenerse en el aire salvo en días de bastante viento, pero en cambio, en caso de una parada del motor en vuelo, el autogiro planea y comienza a descender lentamente, lo que lo convierte en un aparato más seguro.

El nacimiento de los helicópteros propició el declive de los autogiros, aunque muchos aficionados a la aviación deportiva, entre ellos destacados ingenieros de Caminos, mantienen vivo el legado. Uno de ellos, Juan Carlos Arroyo Portero, es un buen amigo y me animó a volar con él como experiencia vital para escribir este artículo. Muchas de las ideas e impresiones del texto se han elaborado a partir del vuelo (Figs. 11 y 12). **ROP**

**Notas**

(1) Fernández Ordóñez, José Antonio; 1988 “Lo que debe ser el lugar del Pont du Gard” en Pensar la Ingeniería, antología de textos. José Ramón Navarro Vera (editor). Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2009.

(2) Pasa después el poeta a volver la mirada al paisaje interior leyendo de las Confesiones de San Agustín: “Y fueron los hombres a admirar las cumbres de las montañas y el flujo enorme de los mares y los anchos cauces de los ríos y la inmensidad del océano y la órbita de las estrellas y olvidaron mirarse a sí mismos”. Un viaje del pensamiento que resume Rafael Argullol en su Enciclopedia del crepúsculo: “el hombre a la conquista de sí mismo mediante la conquista del mundo que le rodea”. Útil reflexión para valorar la buena posición del ingeniero civil en su propia construcción personal.

(3) Nárdiz Ortiz, Carlos. “La representación del territorio en los planos históricos de la red viaria” Revista de Obras Públicas, 1993, 140, (3323): 41-49

(4) Borges, Jorge Luis. “Del rigor en la ciencia”. El hacedor, 1960.

(5) Disculpe el lector el mareo, es realmente muy difícil lograr la composición estereoscópica a simple vista. Gracias a Norte Topografía por las imágenes y a David Cañada por las conversaciones sobre el tema.

(6) Un libro esencial para entender túneles y viaductos como los episodios que relacionan trazado y territorio es el de Miguel Aguiló: Túneles y viaductos para los caminos españoles. ACS, 2004.

(7) Foto tomada en la nueva sede de Idom en Madrid.

(8) Sí, el título está tomado del libro de Óscar Tusquets, Dios lo ve. Anagrama, 2000.

(9) Ibidem.

(10) El alfabeto de la figura está construido a partir de imágenes obtenidas en la región de Slavonia, en Croacia del este (<http://www.behance.net/oriontrail/frame/346478>). De entre otras muchas referencias también nos ha llamado la atención el video de YouTube: [http://www.youtube.com/watch?v=W\\_gvfOqODFo](http://www.youtube.com/watch?v=W_gvfOqODFo); con un vuelo de letra en letra con “Where is my mind?” (The Pixies, 1988) como banda sonora.

(11) [http://en.wikipedia.org/wiki/Spaghetti\\_Junction](http://en.wikipedia.org/wiki/Spaghetti_Junction)

(12) La ingeniería como obra de arte y su relación con otras disciplinas se aborda en: Manterola Armisén, Javier; Aguiló Alonso, Miguel. “Saber ver la Ingeniería”. Revista de Obras Públicas, 2009, 156 (3497): 7-28; Manterola Armisén, Javier La obra de ingeniería como obra de arte. Editorial Laetoli, 2010.

(13) El Land Art es un movimiento artístico que nace en EEUU en los años 60, junto con las neovanguardias, como una reacción al pop. Sus propuestas abandonan el marco de la galería, el museo o el estudio para situarse en un contexto natural: montaña, mar, desierto, campo. Una breve selección bibliográfica: Garuar, Colette. L'idée de nature dans l'art contemporain. Flammarion, 1994; Kastner, Jeffrey; Wallis, Brian. Land and Environmental Art. Phaidon, 1998; Raquejo Tonia. Land Art. Editorial Nerea, 1998.

(14) Cierva Codorniu, Juan de la. “Notas sobre el nuevo aparato de aviación “Autogiro””. Revista de Obras Públicas, 1923, 71, tomo I (2381): 23-25



## Soluciones innovadoras para la Ingeniería Civil

Túneles, aeropuertos, carreteras, presas, puertos, puentes... Cualquier obra civil precisa de la tecnología especializada **Sika**, garantizando el éxito de cualquier proyecto.

Líderes mundiales en el sector químico, proporcionamos soluciones innovadoras para cubrir las necesidades más exigentes a los más exigentes. Forma parte de los líderes.



**Química para la Construcción**

**Más información**



Sika, S.A.U. · Tel.: 916 57 23 75  
info@es.sika.com · www.sika.es



**Innovation & Consistency** | since 1910

# FONDOS DE INVERSIÓN

La solución para que usted no tenga que ocuparse de gestionar sus inversiones.

## SICAV'S

**GERLOCAPITAL SICAV S.A.**  
Invierte en Renta Variable con una vocación global y exposición en distintas divisas.

(Nº REG. CNMV 211)

**CENTAURUS 2002 SICAV S.A.**  
Con una cartera de Renta Fija con objetivo de estabilidad, invierte en Renta Variable global.

(Nº REG. CNMV 2819)

## RENDA VARIABLE

**CARTERA VARIABLE F.I.**  
Fondo 100% Renta Variable con exposición en Ibex35 fundamentalmente.

(Nº REG. CNMV 1678)

**CAMINOS BOLSA EURO F.I.**  
Fondo 100% Renta Variable con exposición en Eurostoxx 50 fundamentalmente.

(Nº REG. CNMV 2327)

**CAMINOS BOLSA OPORTUNIDADES F.I.**  
Fondo 100% Renta Variable. Busca oportunidades en empresas con potencial de revalorización.

(Nº REG. CNMV 660)

## MIXTO

**RV 30 FOND F.I.**  
Fondo mixto de Renta Fija con una exposición máxima en Renta Variable del 30% y una cartera de RF que busca valor añadido.

(Nº REG. CNMV 498)

**DINFONDO F.I.**  
Fondo mixto de Renta Fija que invierte en una seleccionada cartera de RF y un máximo del 10% en Renta Variable.

(Nº REG. CNMV 261)

## RENDA FIJA

**FONCAM F.I.**  
Nuestro Fondo de Renta Fija más galardonado.

(Nº REG. CNMV 659)

**FONDO SENIORS F.I.**  
Fondo de Renta Fija por el que Gestifonsa SGIC ha sido galardonada como mejor Gestora de RF en varios ejercicios. (Nº REG. CNMV 2622)

**DINVALOR GLOBAL F.I.**  
Fondo de Renta Fija Global con reducida exposición en España, invierte en distintas estrategias con bonos internacionales.

(Nº REG. CNMV 1477)

## MONETARIO

**DINERCAM F.I.**  
Nuestro Fondo Monetario.

(Nº REG. CNMV 3449)

**E** **Foncam FI Premio Mejor Fondo RF a LP Año 2000** Otorgado por Expansión y Standard&Poor's. / **Foncam FI Premio Mejor Fondo RF a LP 3 años Año 2001** Otorgado por Expansión y Standard&Poor's. / **Foncam FI Premio Mejor Fondo RF a LP Año 2004** Otorgado por Lipper Fund Awards y Cinco Días. / **Dinvalor Global FI Tercer Premio Mixtos defensivos Año 2005** Otorgado por Intereconomía, Morningstar, Tressis y JP Morgan. / **Foncam FI Premio Mejor Fondo RF Bonos Euro Año 2008** Otorgado por Morningstar y La Gaceta. / **Foncam FI Premio Mejor Fondo RF LP zona Euro Año 2008** Otorgado por Interactive Data y Expansión. / **Foncam FI Premio Mejor Fondo de RF Año 2008** Otorgado por Lipper Fund Awards. / **Gestifonsa SGIC Premio Mejor Gestora de RF Año 2008** Otorgado por Interactive Data y Expansión. / **Foncam FI Best Fund over three years bond Euro Año 2009** Otorgado por Lipper Fund Awards. / **Foncam FI Best Fund over five years bond Euro Año 2009** Otorgado por Lipper Fund Awards. / **Foncam FI Best Fund over ten years bond Euro Año 2009** Otorgado por Lipper Fund Awards. / **Dinercam FI Premio Mejor Fondo Monetario Nacional Año 2010** Otorgado por BME, Interactive Data y Expansión. / **Gestifonsa SGIC Premio Mejor Gestora de RF Nacional Año 2010** Otorgado por BME, Interactive Data y Expansión.

Disclaimer: IMPORTANTE: para invertir en estos productos es necesario tener conocimientos y experiencia en los Mercados conforme a la Normativa MiFID. Existe riesgo de pérdida de capital invertido. Rentabilidades pasadas no aseguran rentabilidades futuras. Las cifras y datos contenidos en este anuncio no constituyen recomendación de compra o venta de una inversión y tienen estricto contenido publicitario. Los Fondos de Inversión disponen de un folleto informativo y documento con los datos fundamentales para el inversor (DFI) que pueden consultarse en las oficinas de GESTIFONSA SGIC, S.A.U., Nº Registro Administrativo CNMV-123, C/ Almagro 8 planta 5ª, 28010 Madrid, en la página web de la Entidad ([www.gestifonsa.es](http://www.gestifonsa.es)) y en la página web de la Comisión Nacional del Mercado de Valores ([www.cnmv.es](http://www.cnmv.es)). La Entidad Depositaria de los Fondos de Inversión es Banco Caminos S.A., Entidad de Crédito registrada en el Banco de España con el código de Entidad 0234.