



# Calmar el tráfico

Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana





serie monografías

# Calmar el tráfico

Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE FOMENTO

DIRECCIÓN GENERAL  
DE PLANIFICACIÓN

2008

**Alfonso Sanz Alduán** es matemático, geógrafo y urbanista. Ha realizado numerosos estudios y planes de movilidad sostenible. Es autor de varios libros sobre movilidad peatonal y ciclista y sobre la perspectiva ecológica del transporte.

SANZ ALDUÁN, Alfonso

Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana / Alfonso Sanz Alduán. - 3ª edición. - Madrid : Ministerio de Fomento. Centro de Publicaciones, 2008  
228 p. : il. ; 30 cm. - (Serie monografías)

TRÁFICO URBANO-Organización y control

656.1.078  
711.7



Catálogo general de publicaciones oficiales:  
<http://www.060.es>

Tienda virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:  
[www.fomento.es](http://www.fomento.es)

TERCERA EDICIÓN

Edita: Centro de Publicaciones  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Fomento ©

I.S.B.N.: 978-84-498-0822-7  
NIPO: 161-08-050-5  
Depósito Legal: M-33.024-2008  
Imprime: Artes Gráficas Palermo, S.L.



**Fuentes Mixtas**

Grupo de producto de bosques bien  
gestionados y otras fuentes controladas.  
[www.fsc.org](http://www.fsc.org) Cert no. SGS-COC-3005  
© 1996 Forest Stewardship Council

## **Agradecimientos**

La primera edición del presente trabajo fue realizada gracias a una Ayuda a la Investigación otorgada en 1993 por la Secretaría General de Planificación y Concertación Territorial del entonces Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, siendo director general Francisco Fernández Lafuente.

La coordinación del mismo estuvo a cargo de M<sup>ª</sup>. Agustina Herrero y Carlos Corral. Otras muchas personas que trabajaban en la mencionada Secretaría contribuyeron de una u otra manera a su finalización, en particular Isabela Velázquez, con su atenta lectura del primer borrador, y Ángel Aparicio, con su ordenada y generosa oferta informativa. También es de agradecer la dedicación prestada por María José Santiago, Francisco Arnáiz, Julián Alonso y Luis Prieto.

Las ilustraciones fueron realizadas por Federico Manzarbeitia y el equipo de Caligrama.

A lo largo del tiempo de elaboración de este trabajo, varias decenas de profesionales tanto españoles como extranjeros han suscitado, criticado o matizado, muchas veces sin saberlo, las reflexiones que contiene. Unas veces fueron artículos, libros o conferencias los que orientaron la investigación, pero en otras ocasiones fue la conversación con los autores o conferenciantes lo que incidió en el desarrollo del trabajo.

Se mantuvieron también conversaciones con profesionales que realizan una labor directa de gestión del viario, resaltando las mantenidas con Eutimio García, Antonio Higuera y Carlos Bonet del Ayuntamiento de Madrid.

Igualmente fueron escuchados con atención las opiniones de decenas de expertos de la calle, especialistas de a pie de esta materia del tráfico de la que la mayoría de los ciudadanos no duda en atribuirse juicio fundado.

Para esta revisión completa del libro ha sido fundamental el impulso de Casimiro Iglesias y Juan Carlos Huertas de la Secretaría de Estado de Infraestructuras del Ministerio de Fomento. Es de agradecer también la ayuda de Juan Pedro Aguilar del mismo ministerio.

En la elaboración de los nuevos textos ha participado Christian Kisters, cuya ayuda ha sido fundamental para completar y pulir los aspectos técnicos de la obra. Los gráficos nuevos y la remodelación de los anteriores han corrido a cargo de Genoveva Porto y Christian Kisters. Agradezco también los comentarios al primer borrador de Josu Benaito. Las fotografías son del autor salvo las de Deventer, Drachten y Ooststellingwerf (Holanda), cedidas por la consultora holandesa Goudappel Coffeng; la del Congestion Charging de Londres, cedida por Alejandro Vivar; la del carril bus-vao cedida por Miguel Mateos; y la de Pisa cedida por Marta Román, a la que agradezco también su temple con el calmado del tráfico.



# ÍNDICE

Página

<b>Presentación</b> .....	7
<b>Parte I. Los fundamentos</b> .....	9
1. La nueva cultura de la movilidad urbana .....	11
1.1. Del tráfico a la movilidad .....	13
1.2. Del medio ambiente a la sostenibilidad .....	14
1.3. De la movilidad a la accesibilidad y a las necesidades .....	16
1.4. De las buenas intenciones a las buenas prácticas .....	18
2. El diseño y la gestión del viario en la nueva cultura de la movilidad .....	23
2.1. La protección del peatón .....	25
2.2. El fomento de la bicicleta .....	29
2.3. La potenciación del transporte colectivo .....	31
2.4. Las restricciones al automóvil .....	36
2.5. Las restricciones al aparcamiento de automóviles .....	37
2.6. Las restricciones a la circulación de automóviles .....	40
2.7. El control de la velocidad .....	42
3. Moderar el tráfico: el corazón de la nueva cultura de la movilidad urbana .....	55
3.1. Origen y evolución de la moderación del tráfico .....	57
3.2. Las interpretaciones de la idea de moderar el tráfico .....	60
3.3. Beneficios de la reducción del número y la velocidad de los vehículos .....	62
3.4. Algunos debates suscitados por la moderación del tráfico .....	66
3.5. Promesas y límites de la moderación del tráfico .....	71
3.6. Las técnicas de calmado del tráfico y sus contradicciones .....	71
<b>Parte II. Las técnicas de calmado del tráfico</b> .....	75
4. La movilidad peatonal .....	77
4.1. El espacio del peatón .....	80
4.2. Las aceras y otras vías peatonales .....	82
4.3. Localización y aspectos generales de los cruces peatonales .....	87
4.4. Tipos de cruce peatonal .....	89
4.5. Dispositivos de apoyo para el cruce peatonal .....	95
4.6. Tiempo de la fase peatonal en semáforos .....	98
4.7. Señalización de pasos peatonales .....	99
5. La amortiguación de la velocidad a través del diseño y gestión del viario .....	101
5.1. Ordenación y jerarquización .....	104
5.2. Señalización .....	109
5.3. Arbolado, mobiliario urbano y pavimentación .....	112
5.4. Ajuste de la calzada .....	118
5.5. Ajuste de los radios de giro .....	126
5.6. Ajuste del espacio de aparcamiento .....	129

	<u>Página</u>
5.7. Cambios en la alineación horizontal .....	130
5.8. Cambios en la alineación vertical .....	137
5.9. Tratamiento de intersecciones .....	146
6. La amortiguación de la velocidad y la movilidad ciclista .....	153
6.1. Dimensiones de referencia para los ciclistas .....	155
6.2. Los tipos principales de vía ciclista .....	155
6.3. La bicicleta en las vías de tráfico motorizado .....	157
6.4. Los ciclistas y los amortiguadores de velocidad .....	159
7. La amortiguación de la velocidad y el transporte colectivo .....	161
7.1. Dimensiones de referencia para el transporte colectivo .....	163
7.2. Espacios compartidos por peatones y transporte colectivo .....	164
7.3. Calles y carriles reservados al transporte colectivo .....	164
7.4. Paradas del transporte colectivo y calmado del tráfico .....	164
7.5. Amortiguadores de la velocidad y transporte colectivo .....	166
<b>Parte III. Los procedimientos</b> .....	<b>169</b>
8. Planificación .....	171
8.1. El contexto de la planificación de la movilidad .....	173
8.2. La planificación urbanística .....	174
8.3. Los planes de accesibilidad .....	174
8.4. Los planes de acción de las agendas locales 21 .....	175
8.5. Los planes de movilidad sostenible .....	175
8.6. Los planes de seguridad vial urbana .....	176
9. Normativas de la amortiguación de la velocidad .....	177
9.1. La reglamentación en otros países .....	179
9.2. La reglamentación española .....	181
9.3. Señalización .....	183
9.4. Pasos para peatones, ciclistas y ganado .....	185
10. Implantación .....	187
10.1. La necesidad de una gama amplia de medidas .....	189
10.2. La conveniencia de una estrategia positiva .....	189
10.3. El taburete del éxito: ciudadanos, técnicos y políticos .....	190
10.4. Método .....	191
10.5. Información y participación pública .....	193
10.6. Evaluación .....	194
<b>Parte IV. Referencias</b> .....	<b>197</b>
11. Bibliografía .....	199
12. Páginas web .....	223



## PRESENTACIÓN

La presente actualización del libro “Calmar el Tráfico” constituye un instrumento ideal para transmitir a los ciudadanos que, en una sociedad urbana en la que las infraestructuras y servicios de transporte juegan un papel de primer orden, es posible un cambio de la tendencia actual basada en la utilización masiva del automóvil, y converger hacia modelos mucho más sostenibles y saludables.

En estos años los conflictos causados por el mayoritario uso de automóviles en las ciudades se han convertido en el eje fundamental del debate urbano, revalorizando así el concepto de moderación del tráfico, en sus facetas de reducción del número y velocidad de los vehículos, que vertebraba el libro “Calmar el Tráfico”.

El libro coincide en muchos de sus planteamientos y propuestas con los objetivos y actuaciones recogidas en el Plan Estratégico de Infraestructuras y Transporte 2005-2020 (PEIT), aprobado por el Gobierno, en julio de 2005,

El PEIT, desde un enfoque global de las necesidades y potencialidades de nuestro territorio, tiene entre sus principales objetivos el de contribuir a la sostenibilidad general del sistema de transporte, y entre sus ámbitos y propuestas de actuación el compromiso de trabajar por la mejora del transporte urbano y metropolitano. En este sentido, establece una serie de instrumentos y mecanismos de aplicación que se han considerado adecuados para desarrollar sus objetivos en materia de transporte en las áreas metropolitanas y urbanas: la elaboración de unas Directrices para la Actuación en Medio Urbano y Metropolitano, la redacción de Planes de Movilidad Sostenible, la definición de una Estrategia para la Promoción de los Modos Saludables (peatón y bicicleta) y el establecimiento de un programa específico para el apoyo a proyectos piloto de innovación en el transporte, con atención prioritaria a las iniciativas innovadoras para la gestión de la demanda en ámbitos urbanos.

El libro “Calmar el Tráfico” recibió en 1997 un accésit del Premio Fernández de los Ríos de ensayo de la Comunidad de Madrid. Su edición de 1996, así como la reedición de 1999, fueron ampliamente difundidas hasta quedar agotadas en poco tiempo. Desde entonces ha transcurrido una docena de años y, desde su primera publicación, las ideas en las que se apoya y las técnicas que desarrolla han tenido una considerable maduración en España.

Estoy convencido de que esta nueva edición de “Calmar el Tráfico” va convertirse, al igual que la primera edición de 1996, en un referente obligado para técnicos, expertos y diseñadores de políticas de transporte urbano y, en definitiva, va a constituir un instrumento de gran ayuda para el diseño de un sistema de transporte urbano más eficaz, sostenible y adaptado a las necesidades de los ciudadanos.

Por último, solo me queda agradecer a Alfonso Sanz, autor del libro, el ingente esfuerzo realizado para actualizar e incorporar los nuevos enfoques, metodologías, normativas y experiencias que enriquecen el contenido original de este libro y aportan una visión más real de nuestro sistema de transportes en el entorno urbano y metropolitano.

*Pascual Villate Ugarte  
Director General de Planificación  
Ministerio de Fomento*



## **PARTE I. LOS FUNDAMENTOS**



## **1 La nueva cultura de la movilidad urbana**

A semejanza de la nueva cultura del agua, han ido surgiendo en los últimos años propuestas de “nuevas culturas” referidas al territorio, a la energía, a la ciudad o a la movilidad. Coinciden todas ellas en la necesidad de ofrecer una perspectiva amplia de transformación del modo en que se afrontan los problemas de referencia; hablar de cultura es extender el enfoque transformador no sólo a los aspectos físicos, infraestructurales o técnicos sino también a las raíces sociales, económicas, psicológicas y comportamentales que conforman dichos problemas.

Hablar de cultura de movilidad urbana, por tanto, supone situar el debate de la movilidad en un marco mucho más amplio que el habitual en la ingeniería, supone abrir un proceso de reflexión sobre las pautas de desplazamiento en los núcleos urbanos; sobre los comportamientos en relación al uso de la ciudad y el espacio público; sobre el modo de vida y su relación con la velocidad y la lejanía; sobre la equidad<sup>1</sup>. Una reflexión urgida por la crisis ambiental, social y económica de los desplazamientos de las personas y mercancías.

En este libro de carácter esencialmente técnico, o dirigido sobre todo a técnicos, se pretende sin embargo situar el trabajo profesional en el contexto social nuevo que se está abriendo, insertando los propios conceptos manejados en el marco de las ideas generales que los alimentan.

Mientras se preparaba la edición de este libro la Comisión Europea ha incorporado el concepto de “nueva cultura de la movilidad” en su agenda política a través de la redacción de un Libro Verde titulado, precisamente, “Hacia una nueva cultura de la movilidad urbana” (COM(2007) 551 Final) y cuyo objetivo es abrir un debate público sobre la futura política europea en dicha materia.

---

(1) En Francia se utiliza en el mismo sentido el concepto de “nouvelle culture des déplacements”. Véase por ejemplo la publicación “Suivi national des plans de déplacements urbains”, GART/CERTU. 2000.

## 1.1. DEL TRÁFICO A LA MOVILIDAD<sup>2</sup>

Hace más de treinta años que los técnicos del transporte y el urbanismo emplean el concepto de movilidad en España, sobre todo en el ámbito urbano<sup>3</sup>, pero pocas veces se ha precisado su significado o su relación con otros como transporte, tráfico o circulación. Una parte de las semillas de su utilización actual se sembraron en el desarrollo de las encuestas domiciliarias de origen-destino que primero fueron encuestas de "transporte" y, posteriormente, han cristalizado como encuestas de "movilidad"<sup>4</sup>.

Pero es en los últimos años cuando el concepto ha desbordado la esfera técnica y se ha empezado a incorporar al vocabulario de los agentes sociales y económicos e, incluso, a la práctica política cotidiana, como ampliación de los conceptos de tráfico, circulación y transporte empleados anteriormente. Las concejalías de tráfico o circulación de algunos ayuntamientos o los departamentos de transporte de algunas administraciones han dado paso a concejalías de movilidad o departamentos de movilidad y se ha aprobado incluso una Ley de Movilidad de ámbito autonómico<sup>5</sup>.

Es evidente que, en muchos casos, se trata únicamente de un cambio nominal que no encierra todavía una transformación sustancial de los enfoques, metodologías y estructura organizativa de la administración. Pero también lo es que facilita esa

transformación imprescindible para afrontar los retos ambientales y sociales que suscitan los desplazamientos de personas, vehículos y mercancías, pues la movilidad no es otra cosa que ese sistema de desplazamientos. El cambio del tráfico a la movilidad tiene una profunda carga técnica, social y política cuyos resultados se podrán observar sobre todo a medio y largo plazo.

La diferenciación esencial entre tráfico y movilidad es que el segundo concepto amplía el **objeto de estudio** que tenía el primero. Frente a una disciplina, el tráfico, cuyo objeto de estudio era básicamente la circulación de vehículos motorizados, la movilidad trata del movimiento de personas y mercancías sin la jerarquía implícita del motor. Emergen así con mucha más fuerza en el análisis y en las proposiciones las necesidades de los peatones, de los usuarios del transporte colectivo o de los ciclistas.

Un técnico de movilidad, un ingeniero de movilidad, un concejal de movilidad ya no necesitan orientar su trabajo como lo hacían o siguen haciendo los ingenieros de tráfico o los concejales de tráfico; ya no tiene que "resolver" los problemas de la circulación de vehículos, sino garantizar unas condiciones adecuadas de movilidad de las personas y mercancías, bajo los criterios ambientales, sociales y económicos que se establezcan.

Y con el objeto de estudio, lo que aporta la movilidad frente al tráfico es un cambio radical de **sujeto de**

**estudio**. Los conductores de los vehículos son una parte de la disciplina pero, sobre todo, se revelan las necesidades diferenciales de una multitud de sujetos de la movilidad. La edad, el sexo, la clase social, el grupo étnico, la condición física o psíquica determinan problemas y soluciones diversas que antes quedaban sumergidas bajo el patrón de movilidad de un conductor estándar, o pretendidamente estándar.

La mirada a través del parabrisas que caracteriza el análisis del tráfico se trastoca en una mirada múltiple y diversa. La incorporación de la perspectiva de género al análisis de los desplazamientos, acogida todavía con cierta incomodidad y resistencia por parte de algunos, viene a devolver normalidad al hecho evidente de las mujeres tienen un patrón diferente de movilidad que los hombres<sup>6</sup>. Una incorporación que, por otra parte, está siendo estimulada por el cambio cultural y normativo referido a la igualdad entre varones y mujeres<sup>7</sup>.

De la misma manera resulta "revolucionaria", en términos metodológicos y propositivos, la incorporación de la mirada de los niños a la movilidad. Atender las necesidades de desplazamiento autónomo de los niños supone reformar todos y cada uno de los supuestos en los que se basa la construcción tradicional de la ingeniería del tráfico. Una transformación que tendrá tanto o mayor calado que la acaecida como resultado de la salida a la escena

(2) Este apartado supone la reelaboración del artículo "El viaje de las palabras" del autor, publicado en la revista SAM nº 13. Servei de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona. 2005.

(3) En 1972 el Colegio Oficial de Arquitectos de Cataluña y Baleares publicó en Barcelona una recopilación de artículos con el título "Movilidad urbana".

(4) Las primeras encuestas domiciliarias origen-destino realizadas en España, las de Barcelona y Madrid de 1974, no emplearon el concepto de movilidad, pero sí se utilizó en la explotación de la segunda realizada en Madrid en 1981, cuyos

resultados principales se publicaron precisamente con el título de "Movilidad metropolitana" (Comisión de Planeamiento y Coordinación del Área Metropolitana de Madrid. Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid, 1982).

(5) Ley 9/2003, de 13 de junio, de la movilidad. Generalitat de Catalunya.

(6) Así lo demostró por ejemplo un estudio realizado en Berna para adecuar los servicios del transporte público a las necesidades de las mujeres, las cuales no sólo tenían un patrón diferente de desplazamientos sino también una percepción distinta de las condiciones de

seguridad, por ejemplo, durante los periodos de vuelta a casa por la noche. Citado en "La integración: un desafío para el transporte público", publicación de la UITP (International Association of Public Transport) traducida al castellano por el Consorcio Regional de Transportes de Madrid en 2003.

(7) La Ley orgánica para la igualdad efectiva de mujeres y hombres (BOE nº71 de 23 de marzo de 2007), también denominada como Ley de Igualdad, establece en su artículo 31 que las administraciones públicas han de tener en cuenta la perspectiva de género en el diseño y planificación de la ciudad.

pública, en las últimas décadas, de las personas con discapacidad.

Mujeres, niños, personas mayores, personas con discapacidad, inmigrantes de culturas diversas, pasajeros de automóviles, etc., configuran un universo de estudio y demandas de movilidad mucho más amplio y diverso que el considerado tradicionalmente en los estudios de tráfico.

Pero la necesaria evolución de la disciplina no se queda en la definición de un nuevo objeto y de un nuevo sujeto de estudio, sino que se traduce también en una ampliación de los **métodos de análisis**. Parece obvio que si ha cambiado el sujeto y el objeto se requieran nuevos instrumentos de análisis y acopio de datos. Por ejemplo, la movilidad infantil no se puede analizar exclusivamente a través de los desplazamientos que efectúan los niños, sino de la percepción del peligro y del riesgo que tienen tanto ellos como sus padres o tutores y que la determina. Se hace así necesario contar con métodos que permitan analizar esas percepciones del riesgo.

Nuevos instrumentos y nuevos indicadores que, con frecuencia, van a chocar con el aparato conceptual de la planificación del tráfico y del transporte, pues para desolación de algunos, no responden a metáforas de la física, como ocurre con las teorías del tráfico como flujo, sino a conocimientos vinculados a disciplinas tan poco "ingenieriles" como la psicología o la sociología.

Por último, un cuarto plano que se modifica con el paso del tráfico a la movilidad es el de los **procedimientos de intervención**, es decir, las herramientas de que disponen los

ciudadanos, los técnicos y los políticos para establecer políticas de movilidad. Frente al monocultivo de las soluciones basadas en nuevas infraestructuras y en la oferta de más y mejores servicios, que se destila de la perspectiva del tráfico, la movilidad extiende su instrumental de medidas sobre todo hacia el campo de la gestión de la demanda, es decir, hacia la consideración de que los desplazamientos (su número y características) son también el resultado de la ordenación de las actividades, la regulación, las mentalidades y la gestión de lo escaso.

Los planes de empresa<sup>8</sup>, los programas de camino escolar o los planes de acción sobre la movilidad específica de algunos sectores sociales como el de las mujeres<sup>9</sup>, son ejemplos de ese nuevo enfoque en el tratamiento de los problemas de movilidad. Como también lo deberían ser, desde un punto de vista más global, los Planes de Movilidad Urbana, cuya metodología tiene que ampliar la gama de medidas y políticas consideradas por las administraciones pública en relación a las que presentaban los estudios de tráfico clásicos.

## 1.2. DEL MEDIO AMBIENTE A LA SOSTENIBILIDAD

Otro factor que impulsa la transformación de la disciplina del tráfico es la irrupción de los conflictos ambientales globales y del concepto de sostenibilidad. Lo que en los años setenta del siglo pasado era un conflicto de ajuste del tráfico con el medio ambiente, se ha transformado ahora en un reto global: la sostenibilidad. La permanencia de este concepto en el discurso social y político y en los medios

de comunicación se traduce necesariamente en un nuevo discurso técnico que atiende, en este caso, a la sostenibilidad de la movilidad.

La cuestión, como ocurre con todos los términos que sufren el uso y el abuso de los media, es discernir sus significados e interpretaciones. Indudablemente no parecen estar hablando de lo mismo sectores tan diversos como los fabricantes de automóviles, los vendedores de gasolina o los grupos ecologistas.

Para unos la "movilidad sostenible" consiste en que el ajetreo de personas y mercancías siga incrementándose indefinidamente aunque, eso sí, aprovechando lo mejor posible los recursos energéticos y materiales requeridos y reduciendo sus impactos. Para otros, sin embargo, la "movilidad sostenible" no puede más que representar precisamente una reflexión sobre los límites de nuestra movilidad, sobre los límites de las demandas de desplazarse y desplazar bienes de aquí para allá, de una punta a otra del planeta o de un extremo a otro de la ciudad.

En el ámbito de la planificación y del trabajo de los técnicos de la materia, el apellidado "sostenible" debería también remodelar parte de la estructura de la disciplina, como se explicaba más arriba en relación al paso del tráfico a la movilidad. La sostenibilidad obliga a reformular también el objeto de estudio, los métodos e instrumentos de análisis y las herramientas de intervención.

Respecto al objeto de estudio, la sostenibilidad amplía el ángulo de visión de los problemas de la movilidad, haciendo hincapié en relacionar los desplazamientos con sus **consecuencias ambientales**, tanto las

(8) La gestión de la demanda incluye las denominadas "Ordenanzas de Reducción de Viajes" ("trip reduction ordinances"), mediante las cuales las autoridades locales en diversas ciudades estadounidenses establecen condiciones de movilidad para el desarrollo de nuevas urbanizaciones o para la implantación de

determinadas actividades (Pozueta, 1993). Si estas condiciones no se cumplen la administración deniega el permiso de construcción o penaliza la actividad. Las ordenanzas fijan objetivos de reducción de viajes y obligaciones para las empresas o promotoras para cumplirlos incluyendo, por ejemplo, la exigencia de

aplicación de una serie de medidas para la promoción de los modos alternativos y disuasión del automóvil.

(9) Un ejemplo de un tratamiento particularizado de los problemas de la movilidad femenina es el "Women's action plan 2004" de Transport for London.



de carácter más **local** (contaminación del aire, ruido, ocupación de suelo fértil, fragmentación del territorio, etc) como las de tipo **global** (cambio climático, biodiversidad, agotamiento de recursos, etc.).

Esa preocupación por los aspectos globales se refuerza al considerar que la movilidad se confronta con la sostenibilidad no sólo en el momento de los desplazamientos (fase de circulación), sino en todos los eslabones de una cadena de actividades y procesos que son necesarios para que dichos desplazamientos se produzcan. La movilidad es, por tanto, también, la fabricación, reparación y desecho de los vehículos, la construcción, gestión y mantenimiento de las infraestructuras o la extracción y transformación de los combustibles.

Como es sabido, la sostenibilidad no es sólo ambiental sino también social y, por consiguiente, obliga a considerar también las **consecuencias sociales** del patrón de desplazamientos: la salud, la convivencialidad, la autonomía de los diversos grupos sociales, etc. son elementos a considerar en cualquier balance del modelo de movilidad vigente.

Tras el dramático cuadro de la accidentalidad afloran otros efectos sociales negativos como el miedo y la preocupación, los cuales desembocan en la inhibición de los modos de desplazamiento peatonal y ciclista y, por consiguiente, en una creciente inequidad del sistema de movilidad y de la capacidad de desplazamiento autónomo de un enorme grupo de la población (niños, ancianos, personas de movilidad reducida).

Esas mismas consecuencias de la peligrosidad se alían con el dominio del espacio público por parte de la función circulatoria frente a los demás usos y actividades de las calles. La estancia y la comunicación en el espacio público, que constituyen parte esencial y fundamento de la vida callejera, se quiebran. Y con ello se deterioran las redes de comunicación vecinal que

### Sostenibilidad global

Escasez de materiales y energía  
Destrucción de la capa de ozono  
Cambio climático por emisión de gases de efecto invernadero  
Disminución de la biodiversidad  
Lluvias ácidas

### Sostenibilidad local

Ocupación de suelos fértiles  
Intrusión visual  
Contaminación de suelos y aguas.  
Impermeabilización del suelo  
Ruptura de las relaciones entre lo urbano y el entorno natural

### Sostenibilidad social y económica

Deterioro de la salud derivada de la contaminación y el ruido  
Accidentes  
Miedo, preocupación y estrés en el uso de las calles.  
Deterioro de la salud como consecuencia de la sedentarización  
Reducción y perturbación de la comunicación vecinal en el espacio público  
Disminución de la autonomía de ciertos grupos sociales como niños y ancianos  
Reducción de la autonomía de las personas con discapacidad  
Efecto barrera de las infraestructuras para los vecinos  
Incremento del gasto y la inversión en movilidad en detrimento de otras necesidades sociales  
Tiempo dedicado a los desplazamientos

Problemas ambientales y sociales que afronta la movilidad.

sirven de cimiento al bienestar e incluso a la salud; como ya mostró Donald Appleyard en los años setenta del siglo pasado, existe una relación inversa entre volúmenes de tráfico e interacción social en el espacio público constituido por la calle (Appleyard, 1981).

Admitida esa expansión de las preocupaciones vinculadas a la movilidad, es evidente que se requieren también nuevos métodos para integrar la información ambiental y social con la estricta de los desplazamientos. No se trata de añadir nuevos capítulos decorativos, con datos y análisis ambientales y sociales, a los planes de tráfico convencionales, sino de desarrollar metodologías que faciliten la comprensión del fenómeno ambiental y social de la movilidad. Las

acciones, los planes y las propuestas que apelan a la movilidad sostenible tienen que realizar, por tanto, un contraste sistemático entre los objetivos de movilidad y los objetivos de sostenibilidad.

Esa incursión en terrenos antes alejados de las preocupaciones de la ingeniería del tráfico se salda con una mayor complejidad de agentes involucrados: la movilidad sostenible es un asunto **transversal**, es decir, que atañe a múltiples facetas de la actividad social y económica: a las relaciones sociales en el espacio público, al mercado laboral, al medio ambiente, a la salud, a la educación, al modo de hacer ciudad, al destino de las inversiones públicas, a la cultura del uso y cuidado del espacio colectivo, etc.

De ese modo, las estrategias y políticas de movilidad no puedan restringirse a un ámbito de la administración o de los agentes sociales y económicos, sino que se extiende a la mayoría de ellos. Se puede así hablar de una transversalidad vertical (todos los escalones de la administración) y de una transversalidad horizontal (todos los departamentos de cada administración y todos los agentes sociales y económicos).

No hay que olvidar, por último, que la sostenibilidad tiene una exigencia novedosa en relación al sujeto de estudio. No se trata sólo de acoger las necesidades del conjunto de la población, sino también de escuchar su voz. La movilidad sostenible se debe caracterizar por integrar procesos de **participación social** en los que se pueda escuchar la voz de todos, incluso la de los que normalmente no están bien representados en la "opinión pública", como los niños o las personas mayores.

Así, la participación en los planes y proyectos de Movilidad Urbana Sostenible, tampoco debe ser un nuevo capítulo decorativo que añadir a los documentos exigidos por las administraciones, sino un elemento que modifica los procedimientos y fases de trabajo. Y lo mismo cabe decir de las medidas que surjan del capítulo de

propuestas, que únicamente deben ser puestas en marcha mediante los mecanismos correspondientes de información y sensibilización social.

### 1.3. DE LA MOVILIDAD A LA ACCESIBILIDAD Y A LAS NECESIDADES

En esa transformación de la antigua disciplina del tráfico se ha puesto de relieve otro elemento fundamental de su objeto de estudio: la movilidad es una consecuencia de la localización de las actividades y las viviendas. No basta con estudiar la movilidad, sino que hace falta comprender la accesibilidad, es decir, la facilidad de acceso a los bienes, lugares y servicios que se demandan.

En efecto, la movilidad es un concepto vinculado a las personas o mercancías que desean desplazarse o que se desplazan; se utiliza indistintamente para expresar la facilidad de desplazamiento o como medida de los propios desplazamientos realizados. Mientras que la accesibilidad es un concepto vinculado a los lugares, a la posibilidad de obtención del bien, del servicio o del contacto buscado desde un determinado espacio; y por extensión se utiliza el término para indicar la facilidad de acceso de clientes y suministros a un determinado lugar. La accesibilidad, por consiguiente, se

valora o bien en relación al coste o dificultad de desplazamiento que requiere la satisfacción de las necesidades, o bien en relación al coste o dificultad de que los suministros o clientes alcancen el lugar en cuestión.

A la luz de esa diferenciación conceptual el propósito de la disciplina de la movilidad cobra un nuevo aspecto. Si el objetivo es facilitar el movimiento de personas y mercancías, indudablemente la sostenibilidad se ha de procurar a través de la promoción de los medios de transporte que faciliten los desplazamientos con un menor impacto ambiental y social. Pero si el objetivo de la movilidad se amplía a la accesibilidad, es decir, a facilitar el acceso a bienes, servicios y contactos, la sostenibilidad puede repensarse a partir de la reducción de las necesidades de desplazamiento motorizado y del aprovechamiento máximo de la capacidad autónoma de trasladarse que tiene el ser humano andando o en bicicleta.

Este es, precisamente, el fundamento de las investigaciones y prácticas que tratan de vincular movilidad sostenible y urbanismo mediante una reformulación de los criterios e instrumentos del planeamiento, tanto de los de tipo estructural como los de carácter normativo, tal y como se puede apreciar en los recuadros adjuntos.

	Descripción
Compacidad de la nueva urbanización	La ciudad a la medida del peatón y la bicicleta. Urbanismo de proximidad: los equipamientos, comercios, servicios y empleos se localizan en la proximidad de las viviendas con lo que se reduce la dependencia respecto al automóvil o el transporte motorizado.
Mezcla de usos del suelo	Supone la modificación de las técnicas de zonificación utilizadas durante décadas en el urbanismo con el fin de generar una mayor riqueza y variedad de usos en cada fragmento del territorio. En combinación con la compacidad de la ciudad, la mezcla de usos tiene la virtud de generar proximidad entre las actividades y las viviendas, reduciendo por tanto la demanda de transporte motorizado. Existen algunas combinaciones de actividades que no son compatibles (por ejemplo entre cierta industria y el tejido residencial), pero muchas de las posibilidades están por explorar.
Localización de actividades bajo criterios de accesibilidad	Gestión urbanística dirigida a establecer la localización de las distintas actividades en función de diferentes requisitos de accesibilidad no motorizada y en transporte colectivo. Mejora las posibilidades de los medios de transporte alternativos antes de que se hayan consolidado hábitos de uso del automóvil en los nuevos desarrollos urbanos.

Criterios para un planeamiento orientado a la movilidad sostenible.

	Descripción
Concepción del viario general con criterios de sostenibilidad	Las redes viarias de los planes urbanísticos se conciben convencionalmente para facilitar los desplazamientos motorizados y, en particular, los realizados en automóvil privado. El criterio de sostenibilidad supone que el viario contribuye a disuadir algunos desplazamientos motorizados, por ejemplo los de paso en los barrios, y a evitar que los restantes perturben otras funciones urbanas.
Concepción del sistema de aparcamientos	Lo mismo cabe decir del sistema de aparcamientos, el cual se concibe habitualmente bajo el criterio de maximizar la facilidad de uso del automóvil privado. El criterio de sostenibilidad supone discriminar los diferentes tipos de aparcamiento (de residentes, de visitantes de larga duración, de visitantes de corta duración) e impedir que la localización de los mismos perturbe otras funciones urbanas o los desplazamientos no motorizados.
Establecimiento de redes para modos no motorizados	Para empezar a equilibrar el papel del peatón y la bicicleta en la ciudad es necesario equilibrar su presencia en la planificación y la normativa urbanística. Al igual que el planeamiento se preocupa de la definición del viario general, hace falta también que establezca las redes no motorizadas, es decir, el conjunto de vías urbanas y periurbanas en las que se adoptan soluciones y prioridades que hacen cómodos y seguros los desplazamientos no motorizados.
Establecimiento de mejoras y reservas para el transporte colectivo	Tanto en lo que se refiere al viario con determinaciones respecto a la reserva de espacio o a la prioridad de uso del transporte colectivo, como a las estaciones imprescindibles no sólo para el funcionamiento de las redes colectivas, sino también como áreas de centralidad urbana de potencial atractivo.

Instrumentos estructurales del planeamiento para la movilidad sostenible.

	Descripción
Regulación de usos en las nuevas edificaciones	Las ordenanzas y normativas en suelo urbano y urbanizable de los usos de las edificaciones pueden facilitar o exigir diversas combinaciones entre la residencia y otras formas de utilización.
Regulación de las tipologías edificatorias	Las normas de planeamiento también pueden establecer mecanismos de disuasión de las tipologías menos compatibles con la sostenibilidad; o exigirles requisitos adicionales en relación al espacio público y el sistema de transporte.
Regulación de los estándares de aparcamiento	Pretende el control del exceso de oferta de aparcamiento fuera del viario como estrategia de reducción de la demanda de viajes en automóvil <sup>10</sup> , entendiendo que la dotación normativa de plazas de aparcamiento ha venido estimulando la propiedad y el uso del automóvil privado al garantizar el estacionamiento en destino para numerosos viajes. Reducción de estándares mínimos y establecimiento de estándares máximos. La implantación de vecindarios "sin coches", que restringen el número de plazas de aparcamiento por vivienda o por cada uno de los demás usos previstos, es una opción de gran interés que exige una profunda reflexión sobre la normativa aplicable <sup>11</sup> .
Normativa para el diseño y el uso del espacio público	Tiene el propósito de modificar las habituales prácticas de diseño urbano que resultan nocivas para los desplazamientos andando, en bicicleta y en transporte colectivo. Permiten mejorar la comodidad y la seguridad del espacio público como soporte de los desplazamientos alternativos al automóvil privado.
Normativa para la viabilidad de las operaciones urbanísticas desde el punto de vista de la movilidad	El impacto de las nuevas operaciones urbanísticas de cierta dimensión sobre el conjunto del sistema de movilidad debe ser estudiado y analizadas las alternativas correspondientes. Así lo exige la legislación reciente en la materia <sup>12</sup> .

Instrumentos normativos del planeamiento para la movilidad sostenible.

En definitiva, hay un conjunto considerable de instrumentos conceptuales, estructurales y normativos que pueden ayudar a reorientar la planificación urbanística hacia la movilidad sostenible, estableciendo un marco de accesibilidad mucho más propicio a los modos de transporte de menor impacto ambiental y social.

Pero esa ampliación de la complejidad de la disciplina no acaba en la incorporación del urbanismo y la accesibilidad (o facilidad de acceso) como fuente de prácticas y reflexiones sobre los desplazamientos de personas y mercancías. La movilidad presenta también una alta dependencia respecto a otros elementos estructurales que establecen las demandas de desplazamiento como pueden ser: los patrones de consumo, los modelos de salud y educación, la estructura del comercio, el marco institucional y económico, etc.; en definitiva, la movilidad es consecuencia del patrón de necesidades y mecanismos para su satisfacción que tiene establecida una colectividad.

En efecto, existen hilos que enlazan estrechamente la movilidad con el marco institucional (normativo y administrativo) y con el marco cultural, social y económico en el que se desenvuelve.

Es indudable que el contexto fiscal y económico establece un punto de partida para la competencia entre los diferentes modos de transporte, estimulando o disuadiendo su utilización o compra. Todos los niveles de la administración tienen además responsabilidad en la configuración de ese contexto: la administración central, por ejemplo, subvenciona el déficit del transporte urbano<sup>13</sup>, mientras que la administración local y la autonómica son responsables de diversos impuestos capaces de penalizar o estimular a los distintos medios de transporte<sup>14</sup>.

Por último, hay que subrayar la importancia que tiene la configuración de las necesidades sociales para el modelo de movilidad. Los modelos de equipamientos y servicios inciden por ejemplo en las demandas de desplazamiento. Así, un modelo de salud y escolar de proximidad de calidad favorece los desplazamientos a pie y las relaciones comunitarias locales; el debate sobre la sanidad y la escuela públicas tiene así consecuencias sobre las pautas de movilidad de la población.

Lo mismo ocurre con el modelo de comercio o el de ocio, que son la consecuencia no sólo de cambios culturales de la población, sino de políticas concretas que favorecen ciertas ofertas en detrimento de otras.

La regulación del comercio es clave, por ejemplo, para establecer el balance entre los distintos tipos de superficies comerciales y su localización. La presencia o ausencia de comercio de proximidad, con la consiguiente vitalidad de las aceras y espacio público colindantes, tiene que ver con dicha regulación y con otra serie de incentivos y barreras que, aparentemente alejados de la política de movilidad, se muestran instrumentos poderosos para garantizar que las necesidades de consumo se puedan satisfacer en el propio barrio, sin necesidad de desplazarse en automóvil o en transporte colectivo.

La nueva cultura de la movilidad lleva aparejada, por tanto, una necesaria revisión de otras expresiones del modo de vida y la cultura vigentes, que se traducen en lo que se denomina dependencia respecto al automóvil y la motorización; impulsar una nueva cultura de la movilidad es abrir caminos para reducir la dependencia respecto al automóvil.

#### 1.4. DE LAS BUENAS INTENCIONES A LAS BUENAS PRÁCTICAS<sup>15</sup>

Como se ha señalado más arriba, la irrupción de la sostenibilidad en el lenguaje social, político y mediático se ha traducido en una gran ambigüedad del significado del concepto de

(10) Véase al respecto "La regulación de la dotación de estacionamiento en el marco de la congestión". Cuaderno de Investigación Urbanística elaborado por J. Pozueta, T. Sánchez-Fayos y S. Villacañas para el Seminario de Planeamiento y Ordenación del Territorio» Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Escuela Superior de Arquitectura de Madrid. 1995.

(11) Una descripción sucinta de estas fórmulas de promoción inmobiliaria puede encontrarse en el artículo "Vivir sin coches" de A. Sanz, publicado en la revista "El Ecologista" (otoño 2000), editada por Ecologistas en Acción. Madrid.

(12) La Ley 9/2003, de movilidad, de 13 de junio, de la Generalitat de Cataluña establece la figura de "Estudio de evaluación de la movilidad generada" cuyo objeto es evaluar el incremento potencial de desplazamientos provocado por un plan o por una nueva implantación de actividades,

así como la capacidad de absorción de los mismos por el sistema de transportes. Dicho estudio tiene también que valorar las medidas propuestas para gestionar de modo sostenible la nueva movilidad. Decreto 344/2006, de 19 de septiembre, de regulación de los estudios de evaluación de la movilidad generada. Diario Oficial de la Generalidad de Cataluña. DOGC nº 4723 de 21 de septiembre de 2006.

(13) Ley 39/1988, de 28 de diciembre, reguladora de Haciendas Locales. BOE nº 313/1988, publicado el 30/12/1988. La disposición adicional Decimoquinta de esta ley establece que los presupuestos generales del Estado de cada año incluirán crédito en favor de aquellas entidades locales que tengan a su cargo el servicio de transporte colectivo urbano.

(14) Ley 39/1988, de 28 de diciembre, reguladora de Haciendas Locales. BOE nº 313/1988, publicado el 30/12/1988. Regula

impuestos como el de Bienes Inmuebles y el de vehículos de tracción mecánica (los autobuses urbanos están según el artículo 94 de dicha ley exentos del impuesto). Los 18 municipios que integran la Entidad Metropolitana del Transporte de Barcelona aplican un recargo del 0,1% del IBI lo que supone unos 50 millones de euros anuales de ingresos ("Manual para la planificación, financiación e implantación de sistemas de transporte urbano". C. Zamorano, J. M. Bigas y J. Sastre. Consorcio Regional de Transportes de Madrid. 2006.) Se ha propuesto en algunos lugares una bonificación de este impuesto a las vinculadas al comercio y alquiler de bicicletas.

(15) Este capítulo está basado en el artículo "Movilidad y cambio climático: buenas prácticas". A. Sanz. Capítulo del libro "Actuaciones urbanas por el clima". FEMP (Federación de Municipios y Provincias). Madrid, 2006.

movilidad sostenible, aplicándose a acciones y propósitos que en ocasiones son diametralmente opuestos.

Por ese motivo, con el fin de separar la paja del grano, o las buenas intenciones de las buenas prácticas, es necesario establecer un conjunto de criterios que permitan dilucidar cuáles propuestas de movilidad se encuentran en la senda de la nueva cultura de la movilidad y cuáles esconden caminos divergentes.

La primera es que las intervenciones realizadas sobre un elemento del sistema de desplazamientos repercuten en el resto; los resultados de una medida no se pueden interpretar de modo aislado sino como parte del proceso de cambio general del modelo de movilidad. La segunda es que, precisamente por ser un proceso, los resultados son dinámicos y cambiantes con el tiempo, lo que exige una interpretación de las tendencias generadas. Hace falta, por tanto, reflexionar sobre el conjunto del sistema de movilidad y sobre los efectos colaterales derivados de las medidas que se pueden producir en espacios y tiempos distintos a los de su aplicación.

En ese sentido, una de las maneras de garantizar que las buenas intenciones se conviertan en buenas prácticas es que formen parte de un cuerpo coherente de medidas coordinadas, combinadas y completas en el que, además, se prevean y eludan los efectos de tipo perverso que suelen acompañarlas.

### Coordinación

Las políticas de movilidad se idean y aplican en muchas ocasiones desde departamentos diferentes que no

tienen en cuenta los efectos o las medidas que plantean otros departamentos y agentes. La consecuencia es una pérdida de eficacia de las medidas e, incluso, una contradicción entre medidas que pueden llegar a anularse unas a otras.

A este respecto es fundamental comprender también la idoneidad en el tiempo de la aplicación de cada medida, pues cada contexto urbano posee una madurez diferente para la efectividad, asimilación y receptividad de cada medida de movilidad.

Son numerosos los ejemplos en los que una acción aplicada a destiempo resulta contraproducente para alcanzar los objetivos para los que se diseñó.

### Combinación

Tal y como se ha venido comprobando sistemáticamente en las políticas de movilidad aplicadas en todas las ciudades europeas, las medidas de estímulo de los medios de transporte alternativos o sostenibles son una condición necesaria, pero no suficiente, para reorientar el modelo de movilidad urbano hacia la sostenibilidad. Se requiere una combinación de dichas medidas de estímulo con otras de disuasión del uso indiscriminado del automóvil.

Un informe que sintetiza las investigaciones en materia de transporte urbano llevadas a cabo en el seno del Cuarto Programa Marco de Investigación, indica que: "las medidas incentivadoras ("pull") como el incremento de los servicios de transporte público, si se aplican en solitario, son bastante inefectivas en estimular un transvase de usuarios desde el automóvil privado. En

comparación, las medidas de disuasión ("push") tales como tasas sobre el aparcamiento o peajes alteran significativamente el reparto modal. Pero las mayores reducciones en los viajes en automóvil resultan de la combinación de incentivos y restricciones"<sup>16</sup>.

Se recomienda, en consecuencia, la aplicación de "paquetes de medidas" que combinen estímulos y disuasión en proporciones suficientes.

### Complejidad

Otra de las enseñanzas de las políticas de movilidad es la relativa a la necesidad de que las propuestas abarquen la transformación del conjunto de factores y condicionantes de cada conflicto en cuestión. En muchas ocasiones las propuestas se establecen de manera mecánica, sin credibilidad, lo que conduce a una ausencia de profundidad, extensión e intensidad de las medidas.

El arquetipo de esas formulaciones es la política de la bicicleta que, por realizarse frecuentemente por arrastre de una moda o estado de la opinión pública, no se desarrolla de un modo integral, extendiendo las medidas en el espacio y en el tiempo, sino acotando su alcance a un aspecto (en general las vías ciclistas) y en una dimensión muy limitada (tramos aislados que no forman red).

### Prevención de los efectos perversos

El análisis de las prácticas se debe contrastar con un conjunto de fenómenos de transformación derivados de las mismas que, en ocasiones, se vuelven perversamente contra los propios objetivos con los que habían sido formuladas. En particular, hace falta tener en consideración los

(16) "Thematic synthesis of transport research results. Urban transport". EXTRA Project. European Community's Transport RTD Programme (julio 2001). Versión pdf.

siguientes fenómenos (solos o como combinación de varios):

#### *La inducción de desplazamientos*

Es un fenómeno que surge en todos los medios de transporte como consecuencia de la mejora o el incremento de la oferta de servicios o infraestructuras. La respuesta individual ante dichas mejoras o incrementos no es simplemente un cambio de modo de transporte con el mismo patrón de viajes, sino un estímulo a más numerosos y más lejanos desplazamientos.

En el ámbito interurbano el fenómeno más espectacular de inducción de viajes que se está produciendo en la actualidad es el generado por la aparición de las compañías de vuelos baratos, las cuales han hecho aflorar nuevos filones de consumo que sin ellas no existirían.

En el ámbito urbano y metropolitano el fenómeno ayuda a explicar numerosas transformaciones del modelo de movilidad y, en particular, los cambios en los patrones de desplazamiento causados por la creación de infraestructuras viarias y aparcamientos para automóviles.

Cuando se establece una nueva vía, se incrementa la capacidad o se reduce el coste de una existente, el resultado no se traduce sólo en un redireccionamiento de los anteriores flujos de vehículos, o un cambio de modo de transporte en una parte de los usuarios, sino que aparecen también nuevos usos y usuarios.

La validación de esta teoría durante las últimas décadas tuvo como hito un informe oficial británico de diciembre de 1994, publicado por el Ministerio de Transportes, que resumía la investigación llevada a cabo por el

comité asesor para la evaluación de las carreteras nacionales (SACTRA)<sup>17</sup>: la construcción de nuevas vías induce o genera tráfico adicional y, por tanto, la metodología de los evaluaciones coste-beneficio sobreestima el valor económico de las propuestas y debe ser modificada.

La estimación cuantitativa del fenómeno de la inducción de tráfico está sujeta, como es de imaginar, a significativas controversias, sin embargo, tanto el informe del SACTRA como las numerosas investigaciones posteriores apuntan que un incremento de la capacidad de una vía puede suponer en el largo plazo (más de tres años después de la inauguración) una inducción de tráfico de entre el 50 y 100% de la nueva oferta, con las evidentes consecuencias para la política de movilidad y ambiental que se derivan de ello (Noland R. B. y Lem, L. L., 2001).

#### *El trasvase de modos o efecto succión*

Las políticas y medidas que suelen acogerse al concepto de la movilidad sostenible tienen la pretensión de cambiar el patrón de desplazamientos, de manera que una parte de los realizados en modos de gran impacto se lleven a cabo con otros de menores consecuencias ambientales y sociales. Sin embargo, esta succión o trasvase entre modos de transporte no se realiza exclusivamente entre el automóvil y los modos "sostenibles", sino que se produce también internamente en el conjunto formado por el peatón, la bicicleta y el transporte colectivo.

La experiencia internacional muestra cómo las políticas de promoción de unos modos alternativos al automóvil pueden dar como resultado un nuevo equilibrio entre dichos modos sin afectar significativamente al uso del

coche. Así, cuando se establecen abonos zonales de transporte, posibilidades de trasbordo sin coste entre líneas de autobús o tranvía, reducciones del precio u otras medidas que facilitan o abaratan el uso del transporte colectivo, el mayor atractivo se ejerce sobre los modos más ligeros, sobre el peatón y la bicicleta, que pierden peso en el reparto modal. Pero el transporte colectivo también es susceptible de succión, como lo demuestran algunas experiencias de promoción del ciclismo urbano que trasvasan viajeros desde los medios colectivos a la bicicleta.

#### *El efecto rebote*

El efecto rebote ("rebound effect" en terminología anglosajona) es ya aceptado en la teoría de la movilidad y consiste en la pérdida o disolución de los pretendidos efectos beneficiosos de una medida por el propio impulso reactivo causado por la misma. Por ejemplo, medidas que mejoran la eficacia ambiental de un vehículo se traducen también en un mayor uso del mismo: el ahorro de combustible se puede compensar por un mayor número de kilómetros recorridos debido al menor coste económico que supone al usuario y la percepción complaciente que éste tiene de haber reducido su impacto y su consumo. Obviamente, lo que sigue siendo controvertido es la dimensión de este efecto rebote en cada circunstancia.

#### *El efecto migratorio*

Es frecuente la aplicación de medidas que resultan efectivas en un área geográfica particular, pero que expulsan o incrementan los conflictos a otras adyacentes. Esto suele ocurrir, por ejemplo, con medidas que establecen restricciones aisladas de la movilidad en determinados espacios, pero que generan un cambio en la movilidad de

(17) "Trunk roads and the generation of traffic". The Standing Advisory Committee on Trunk Road Assessment (SACTRA). The Department of Transport. HMSO. Londres, 1994.

las zonas colindantes o de los periodos no regulados. Las ventajas de unas zonas se pueden así ver compensadas por las desventajas de otras, convirtiendo el balance en un ejercicio de mucha mayor complejidad.

Más aún si se tiene en cuenta que el desplazamiento de los problemas se puede también producir en el tiempo, es decir, modificando los horarios, días de la semana o periodos de los viajes, en un proceso de adaptación paulatino de las pautas individuales.

Este fenómeno provoca la extensión espontánea de las horas punta del

tráfico como respuesta al crecimiento de la congestión en determinados periodos, desembocando en el incremento de la consecuencias negativas de carácter ambiental. Y también se aprecia en la aplicación de medidas gestionadas con horario, como son las restricciones de aparcamiento, los horarios de circulación restringida en determinadas calles o carreteras o las restricciones de uso del automóvil en días pares o impares en función de la matrícula.

De ese modo, cuando se evalúa una medida que discrimina a determinados usuarios en función del tiempo, la

reflexión debe extenderse a lo que ocurre fuera de esos periodos, en horarios por los que se diluye una parte del pretendido trasvase de usuarios del automóvil a otros modos alternativos.

En definitiva, la senda de la nueva cultura de la movilidad no es un camino sencillo con una imagen final preestablecida, con hitos y estaciones predeterminadas, sino un proceso complejo en el que están presentes no sólo facetas de carácter técnico, sino también aspectos sociales, económicos, psicológicos y políticos multiformes.





## **2 El diseño y la gestión del viario en la nueva cultura de la movilidad**

La nueva cultura de la movilidad no surge de la nada repentinamente sino que se desarrolla a partir de un complejo caldo de cultivo de conceptos y medidas diversos, formado a lo largo de la historia del tráfico motorizado o incluso con anterioridad a la masiva presencia de vehículos a motor.

De ese caldo de cultivo se han nutrido desde principios del siglo XX diferentes familias de políticas y medidas como la promoción del transporte colectivo, la restricción del aparcamiento y la circulación o la mejora de las condiciones de circulación de los peatones y los ciclistas. Todas ellas tienen una traducción en el diseño y gestión del viario público.

Pero es en el último tercio del siglo XX cuando cristaliza un conjunto de conceptos que reinterpretan el espacio callejero, cuestionan la lógica físico-económica de la ingeniería del tráfico y modifican las reglas de juego favorables a la circulación automovilística, sustituyéndolas por otras más orientadas al peatón y a las funciones de relación, comunicación y juego. Las áreas de coexistencia de tráfico, las áreas ambientales, las áreas 30, las calles "desnudas" o el "adelgazamiento" del viario se suman entonces a las medidas más clásicas para configurar un perfil multiforme de instrumentos para cambiar el patrón de movilidad urbana.

Indudablemente, muchas de esas propuestas y prácticas no fueron siempre coherentes con los propósitos básicos que hoy tiene la nueva cultura de la movilidad, ni siquiera coherentes entre sí. Sin embargo, todas ellas tienen raíces compartidas y una virtud común: son el resultado práctico de una reflexión que cuestiona la validez universal del automóvil en la ciudad y recupera los valores sociales y ambientales de la calle.

Es conveniente, por tanto, conocer los grandes rasgos que han caracterizado históricamente cada una de las grandes familias de medidas, sus resultados y sus limitaciones. A esa tarea se dedica el presente capítulo.

## 2.1. LA PROTECCIÓN DEL PEATÓN

La idea de separar al peatón de los otros modos de transporte no nace con la aparición de los vehículos motorizados. Hay multitud de testimonios de cómo las fricciones entre los viandantes y los carros, las caballerías o los coches tirados por bestias, condujeron a que las autoridades trataran en distintas épocas de segregar a los peatones del resto con el fin de aumentar su seguridad y, también y a veces sobre todo, garantizar las condiciones de la circulación de los modos de transporte de mayor peso y velocidad.

Ni las aceras, ni los refugios peatonales, ni los cruces a desnivel para peatones, ni siquiera las calles exclusivas para los viandantes son inventos que nacen con la motorización: las aceras se remontan a la antigüedad clásica; los refugios peatonales ya existían en las calles de varias capitales europeas en el siglo XIX; las intersecciones a desnivel para evitar los conflictos entre peatones y vehículos formaron parte de algunos diseños viarios como el que Olmsted y Vaux realizaron para el Central Park de Nueva York a mitad del siglo XIX; y los pasajes peatonales cubiertos o galerías encuentran su más bello ejemplo en la Vittorio Emanuele inaugurada en 1867, mucho antes de que el automóvil irrumpiera en las calles milanesas (Hass-Klau, 1990).

Pero la diferencia de las fricciones de los peatones con el tráfico motorizado en este siglo, respecto a las que había sufrido anteriormente con otros modos de transporte, es la dimensión gigantesca que toma, tanto en la extensión espacial afectada como en el número y la gravedad de los conflictos reales o potenciales. Por eso, cuando el automóvil inicia su dominio sobre calles y carreteras, las soluciones de segregación se extienden y hacen más extremas casi de un modo natural, siguiendo la lógica de la disminución del riesgo y, también, la de dejar expedito el camino de los más fuertes.



Galería peatonal Vittorio Emanuele (Milán).

En las tres primeras décadas del siglo XX, cuando todavía pocos imaginaban la masificación automovilística en ciernes, destacados urbanistas empezaron a preocuparse por la protección de los peatones, la fealdad de las vías abarrotadas con vehículos y los ruidos, polvo y humos que de ellos se derivaban. Dejaron ya entonces sentados los fundamentos de las dos líneas más prolíficas de la segregación de peatones que hoy conocemos: las vías peatonales en urbanizaciones ex novo y las zonas peatonales en los centros urbanos.

La primera línea supuso la creación de **redes segregadas para los peatones** en áreas de nueva planificación, desde las ciudades-jardín de principios de siglo hasta las "new town" inglesas de la postguerra. También en este caso, los primeros ejemplos de segregación de la red peatonal son previos a la motorización: el diseño de William Owen de Port Sunlight, construida en 1888, incluye una red de calles principales y una red de caminos peatonales (Hass-Klau, 1990a).

Ya en este siglo, Parker y Unwin establecieron vías peatonales

independientes en Letchworth, la primera ciudad-jardín construida en el Reino Unido. En Alemania, Hermann Jansen, durante la segunda década del siglo, también buscó la exclusión del tráfico de paso y la creación de grandes ejes verdes peatonales en las áreas residenciales que diseñó.

El movimiento de la ciudad-jardín británico tuvo una repercusión de ida y vuelta en Estados Unidos (Wolfe, 1991). Inspirándose en las ideas de Ebenezer Howard, la socióloga Clarence Stein y Henry Wright trazaron, a mediados del siglo XX, una nueva ciudad denominada Radburn, en la que la preocupación por los peatones se traduce, por primera vez, en el diseño de un esquema viario con segregación de los distintos tipos de tráfico incluido el peatonal, intersecciones a desnivel, jerarquización de las vías y creación de fondos de saco en las calles locales con acceso motorizado a cada vivienda.

Se trataba de jugar la doble baza de proteger a los peatones y, al mismo tiempo, abrir plenamente el espacio al automóvil. Como explicó posteriormente la propia Stein su principal justificación fue la de buscar un modo de vivir con y a pesar del automóvil (Appleyard, 1981). Doble baza que delimita la convergencia de esta concepción en la moderación del tráfico.

Ese modelo Radburn se reflejó de vuelta a este lado del Atlántico, aunque lógicamente con variaciones, por ejemplo en los trabajos de los citados Unwin y Jansen. También se aprecian similitudes en el diseño realizado por Koller de las ciudades de nueva planificación del periodo hitleriano alemán.

Acabada la segunda guerra mundial se desarrolló otra tendencia de la planificación coincidente con la idea Radburn en cuanto a la segregación de los tráfico: las nuevas ciudades o "new towns", como se suelen conocer siguiendo la terminología anglosajona.

Buena parte de las “new town” inglesas, holandesas o de países escandinavos fueron planificadas con intención expresa de resolver el conflicto entre los distintos tipos de tráfico, mediante la segregación de las vías para los vehículos motorizados de las destinadas a los ciclistas y los caminos peatonales.

Al igual que en el diseño Radburn, las “new towns” se fundamentan en el doble propósito de facilitar al máximo la circulación motorizada y proteger los desplazamientos de los modos vulnerables. La contradicción entre esos dos propósitos se refleja en un conjunto de problemas que sufren los desplazamientos de viandantes, para los que no es suficiente la garantía de un riesgo muy reducido de accidentes.

Los requisitos de atractivo y comodidad que exigen los viajes peatonales no se ven satisfechos adecuadamente en estas concepciones urbanas. Las largas distancias de los recorridos peatonales (e incluso ciclistas), el efecto barrera de las vías del tráfico motorizado, la baja densidad de sucesos y uso de los espacios públicos, el escaso atractivo del paisaje urbano, la reducida comunicación e, incluso, el exceso de dimensión (Mumford, 1953) y velocidad en el viario local y distribuidor, son algunos de los factores que explican el fracaso relativo de las “new towns” en el estímulo de los desplazamientos peatonales.

La preocupación por esta simultaneidad entre protección y disuasión peatonal llevó a la reconsideración de algunos de los diseños de “new town”. Por ejemplo, en la nueva ciudad holandesa de Lelystad se realizaron varios procesos de remodelación del espacio público con el fin de redistribuirlo,

intentando precisamente lo contrario a lo que había sido el principio rector de la ordenación viaria original: integrar las distintas categorías del tráfico (Vahl y Giskes, 1990).

La otra gran línea de la gestión y el diseño del tráfico para proteger a los peatones de los vehículos motorizados está constituida por las **calles y zonas peatonales**, espacios exclusivos para los viandantes en las áreas urbanas, creados a partir de vías anteriormente destinadas a todo tipo de vehículos.

Son también casi tan antiguas como la presencia numerosa de automóviles en las ciudades. Las primeras referencias de calles cerradas al tráfico motorizado se encuentran en los centros de varias ciudades estadounidenses durante los años veinte (Hass-Klau, 1990a). En Alemania se ha solido citar como primera calle peatonal la Limbecker de Essen, cerrada al tráfico en 1929 (Thiemann, 1990), aunque anteriormente se había propuesto la restricción del tráfico de paso en los centros urbanos, de esos años también datan las primeras calles comerciales peatonales de Colonia y Bremen.

Un segundo periodo de creación de calles céntricas peatonales se desarrolló en las ciudades reconstruidas en el Reino Unido, Holanda y Alemania después de la Segunda Guerra Mundial: Bonn (1948), Friburgo (1949), Coventry (1953) y Rotterdam (calle Lijnbaan, 1953). En el Reino Unido, nada más acabar la guerra un informe en el que colaboró Alker Tripp sugirió la peatonalización de calles comerciales y la creación de “recintos” que luego serían rescatados por Buchanan como áreas ambientales en su famoso

informe. A pesar de ello, los centros comerciales de la primera oleada de “new towns” únicamente tenían peatonalizaciones parciales, salvo en el caso de Stevenage que, tras unos titubeos iniciales, construyó un recinto peatonal comercial de buenas dimensiones.

Sin embargo, fue en Alemania en donde, la creación de áreas peatonales céntricas tuvo desde ese periodo una mayor extensión. En 1955 ya existían en la República Federal 21 ciudades con algún tipo de peatonalización. Una de las razones para este diferencial alemán seguramente es la tradición que había existido entre gran número de urbanistas de aquel país, durante los años veinte y treinta del siglo XX, de velar por la preservación de los centros históricos y, en particular, tratar de evitar que fueran atravesados por los vehículos motorizados.

Por último, la tercera y definitiva oleada de calles peatonales se desarrolla a partir de los años sesenta cuando el tráfico se hace insoportable en los centros urbanos de las pujantes economías industrializadas europeas<sup>18</sup>, y no parece viable ni deseable arrasarlos totalmente, ni de golpe, para poder introducir más automóviles.

Quizá el hito más representativo de esa tercera oleada fue la creación de la calle peatonal Strøget en Copenhague, cuya experimentación empezó en 1962 contra la opinión de los expertos de la policía, los servicios de circulación, los técnicos de las compañías del transporte colectivo y, por supuesto, los comerciantes. El éxito fue tan grande que dos años más tarde la calle Strøget se convirtió en peatonal permanentemente (Lemberg, 1973).

(18) La creación de áreas peatonales en los Estados Unidos sigue un proceso bien diferenciado del europeo como consecuencia de las distintas circunstancias urbanas de partida. Mientras que la principal razón para las peatonalizaciones americanas fue la intención de revitalizar económicamente los centros urbanos

frente a los pujantes polos comerciales existentes en las zonas suburbanas, las peatonalizaciones europeas partían del conflicto entre peatones y vehículos y de la congestión como principales causas de la medida. La gran oleada de peatonalizaciones se inició en los Estados Unidos en Kalamazoo (Michigan) en 1959 y en los

siguientes quince años cerca de dos centenares de ciudades siguieron sus pasos; sin embargo, durante los años ochenta la lista de calles peatonales se ha ampliado muy poco e incluso algunas han vuelto a convertirse en vías de tráfico general (Robertson, 1992).



Calle Strøget en el área peatonal de Copenhague.

Durante el resto de la década de los sesenta y primeros años setenta se fue engrosando, cada vez a mayor velocidad, el número de ciudades europeas que peatonalizan el centro, y sus éxitos estimulan nuevas experiencias (Nuremberg, 1962; Kassel,

1964; Uppsala, 1964; Colonia, 1965; La Haya, 1966; Norwich, 1967; Gotemburgo, 1967; Reading, 1968; Rouen, 1968; Madrid, 1969; Tokio, 1970; Leeds, 1970; Viena, 1971). A partir de entonces las peatonalizaciones se generalizan, se extienden en tamaño

y empiezan a aplicarse en espacios no ligados al comercio como había sido habitual. En 1972, con motivo de los juegos olímpicos, Munich inició las peatonalizaciones de gran extensión.

En la segunda mitad de los setenta la peatonalización de los centros urbanos, en especial la de las zonas más comerciales y turísticas, puede ser considerada una práctica común a las principales ciudades europeas, incluyendo las españolas<sup>19</sup> y frecuente en otros continentes. Se contabilizan varios centenares de centros peatonalizados, de los cuales 370 estaban en Alemania.

La onda de peatonalizaciones de los años ochenta, que alcanzó principalmente a las ciudades de menor renta y tamaño, terminó por convertir las calles peatonales comerciales en un equipamiento más de las ciudades europeas. Como dice Rolf Monheim, un clásico del estudio de las zonas peatonales alemanas: "Una ciudad sin



Núremberg.



Ciudadela.



Múnich.

(19) El primer análisis sistemático de la implantación de zonas peatonales en España fue realizado en 1980 y sus principales resultados fueron publicados en Mateos A. y Sanz A. (1984).

áreas peatonales representativas parece ahora desesperadamente anticuada” (Monheim, 1990, p.245).

Las consecuencias de la creación de este tipo de calles han sido analizadas en numerosos documentos, tanto desde el punto de vista de sus efectos positivos –disminución del ruido, la contaminación y la accidentabilidad y, sobre todo, revitalización del centro y su recuperación para los peatones–, como desde el punto de vista de sus efectos indeseables –contribuyen a producir cambios en los usos del suelo, a la expulsión de usos residenciales, a la modificación y especialización de las tipologías comercial y residencial, y al desplazamiento de los conflictos ambientales y de tráfico hacia los bordes del área peatonalizada– (Peters, 1979; Monheim, H., 1979b; CETUR, 1980; Mateos y Sanz, 1984).

Desde el punto de vista de la circulación, las calles peatonales no deben asociarse necesariamente a un cambio en la política y en la planificación del transporte en favor del peatón y la reducción de la circulación motorizada. Sobre todo en las primeras décadas de su creación, formaron parte de una transformación de los centros urbanos apoyada fundamentalmente en la creación de anillos y otras vías de acceso para los vehículos motorizados y en la construcción de aparcamientos de automóviles –subterráneos o no–. Sólo en algunos casos, como en Munich, el énfasis se puso en la creación de una potente red de transporte colectivo para dar acceso a la zona peatonal.

En términos generales se puede decir que el carácter aislado de las medidas de peatonalización ligadas al comercio, sus efectos perversos sobre los usos del suelo y su asociación a incrementos de la accesibilidad motorizada, se

tradujeron en la disuasión de los desplazamientos a pie de acceso a las propias áreas transformadas, contrapesando las ventajas comparativas que los viandantes adquirirían en ellas, en un nuevo caso de protección/disuasión.

Por esa razón, la convergencia de las zonas peatonales con la nueva cultura de la movilidad, más que por sus resultados en la reducción general de la circulación de vehículos motorizados, puede encontrarse en la rotundidad con la que muestran los efectos beneficiosos de la supresión del automóvil en ciertas circunstancias. Ha de pensarse además en las zonas o calles peatonales como espacios no necesariamente comerciales ni céntricos, en los que se rescatan del aparcamiento o la circulación plazas, piezas y tramos urbanos que cubren carencias de jardines, parques y espacios libres.

Se trata, en definitiva, de un terreno de ejemplos útiles que permite el redescubrimiento de las calles y plazas como espacios públicos idóneos para esa riqueza de facetas que constituye la vida cotidiana: “el área peatonal se ha convertido en un importante lugar de aprendizaje de la vida urbana” (Monheim, R., 1990, p.252). Los espacios públicos sin la presencia de automóviles, lejos de ser el desastre anunciado por algunos, se constituyen en espacios de libertad. Las zonas peatonales existentes son, por tanto, a pesar de sus defectos y contradicciones, un estímulo pedagógico y psicológico para la moderación del tráfico.

La comprobación tanto de las ventajas como de las limitaciones que ofrecen las calles peatonales para los desplazamientos de viandantes

conduce, de un modo directo, a la búsqueda de soluciones más extensas, más generalizables y más flexibles de protección del peatón. “Caminar no puede hacerse más seguro y más cómodo mediante grandes proyectos aislados sino mediante cientos de mejoras de pequeña escala que cubran toda la trama de calles” (Thiemann, 1990, p.8).

En esa búsqueda surge el concepto de **itinerario peatonal** como conjunto de diferentes tipos de vías, con mayor o menor protección y atractivo para el viandante en cada una de ellas, y articuladas con distintos dispositivos para la mezcla y el cruce con el resto de los medios de transporte<sup>20</sup>.

La protección del peatón a partir del concepto de itinerario peatonal favorece, por un lado, el trasvase de viajes motorizados a viajes andando y, por otro, tiende a reducir la velocidad de los vehículos y la capacidad de las vías, ya que la seguridad y comodidad de las vías y cruces que constituyen los itinerarios peatonales así lo exigen.

Sin embargo, las ventajas de extensión, generalización y flexibilidad que aportan los itinerarios peatonales son, paradójicamente, las causas de su todavía escasa aplicación. Los cientos de mejoras de pequeña escala mencionados requieren un esfuerzo global superior al que hace falta para crear con un solo proyecto una calle peatonal y requieren, sobre todo, un esfuerzo continuado y sistemático a lo largo del tiempo por parte de las administraciones correspondientes. Frente a los resultados casi siempre llamativos de las zonas peatonales, los itinerarios peatonales penetran suavemente en el modo de vida y en las pautas de desplazamiento de los ciudadanos, lo que reduce su impacto

(20) En 1987 entró en vigor en Suiza una ley federal, “Loi sur les chemins pour piétons et les chemins de randonnée pédestre”, cuyo objetivo es el establecimiento de planes para la creación de itinerarios peatonales y la ordenación y

mantenimiento de redes de este tipo de itinerarios. Se incluyen en las redes peatonales no sólo los caminos y las calles peatonales, sino también las calles residenciales y otras calles del mismo tipo, pudiéndose considerar las aceras y los

pasajes peatonales como conexiones para enlazar las áreas residenciales, los centros de trabajo, los colegios o los comercios.



Itinerario de la red peatonal de Donostia-San Sebastián. Eje semipeatonal.



Itinerario peatonal con prioridad de la acera sobre la calzada. Donostia-San Sebastián.

inmediato ante la opinión pública y su rentabilización política.

En cualquier caso, gracias al concepto de itinerario peatonal y a las mejoras difusas de las condiciones de los desplazamientos de viandantes, la protección del peatón ha roto ya los estrechos márgenes con los que se planteaba en las redes segregadas de las nuevas urbanizaciones y en las zonas peatonales clásicas, y se adentra tanto en la planificación del viario general urbano, como en la gestión diaria del mismo, en cuyas microdecisiones se juega la seguridad

y comodidad de miles de viajes a pie.

La Carta Europea de los Derechos del Peatón, aprobada por el Parlamento Europeo el 12 de octubre de 1988, se orientaba en esa dirección al contemplar las necesidades de los viandantes más allá de la protección que aportan las "islas peatonales", estableciendo el acceso fácil a pie a los distintos espacios urbanos, la comodidad y el atractivo para los desplazamientos andando, la recuperación de la calle como lugar de socialización y la limitación de la

velocidad de los automóviles (Graziani, 1988).

Todas esas estrategias para dar un papel al peatón en la movilidad se han visto reforzadas en las últimas décadas del siglo pasado con la irrupción en la escena social, política y técnica de las personas con discapacidad y sus necesidades. La legislación de accesibilidad y supresión de barreras, desarrollada para garantizar el derecho a la movilidad de estas personas ha servido y está sirviendo para que conceptos como el de itinerario peatonal cobren un valor nuevo y puedan ser exigidos en el diseño y gestión del espacio urbano.

## 2.2. EL FOMENTO DE LA BICICLETA

En la evolución de la bicicleta en la política y la planificación del transporte urbano puede hablarse de varios periodos. En los países europeos, los años de esplendor del ciclismo urbano acabaron durante los procesos de motorización masiva de los cincuenta y sesenta, en los que el declive de la bicicleta como medio de transporte fue acusadísimo.

Incluso en aquellos países hoy conocidos por la omnipresencia de la bici, Holanda y Dinamarca, la reducción en el uso de este medio de transporte fue espectacular. El número de kilómetros recorridos anualmente en bicicleta en Holanda se redujo casi en un tercio entre 1960 y 1970, periodo en el que el automóvil superó por primera vez a la bicicleta en ese parámetro, y todavía cayó casi otro tercio en la década de los setenta (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, s.f.). En Dinamarca, por su parte, el uso de la bicicleta no tocó fondo hasta el año 1975, tras el revulsivo de la primera crisis de la energía (Larsen, 1989).

Durante el periodo de sombra y declive, la planificación urbanística y del transporte dio también la espalda a la bicicleta. Así, por ejemplo, mientras que las "new towns" inglesas planificadas en la inmediata posguerra como Stevenage

o Harlow incluían redes específicas para las bicis, las que se plasmaron más tardíamente llegaron incluso a no mencionar a los ciclistas o tuvieron dificultades para adaptarse a este medio de transporte (McClintock, 1992).

El resurgimiento de la bicicleta, al margen de iniciativas aisladas en distintos países, comienza efectivamente con la crisis del petróleo de mitad de los años setenta del siglo XX, que dio lugar a una recuperación teórica y práctica de este medio de transporte, tanto por parte de las administraciones como de los ciudadanos (Bendixson, 1974).

Como hito en el camino de la recuperación de la bicicleta se puede destacar el desarrollo de dos proyectos experimentales de creación de itinerarios para bicis en La Haya y Tilburg, que contaron con la financiación de la administración central holandesa y que se pusieron en marcha en 1975. A partir de esas fechas el crecimiento de las vías especializadas para bicicletas fue espectacular en ese país: el número de kilómetros de vías para bicis pasó de unos 9.000 km en 1978 a 18.000 en 1992 (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, s.f.).



Red segregada para bicicletas de Stevenage (Reino Unido).



Integración de la bicicleta en esquemas de moderación del tráfico. Pisa (Italia).

En otros países europeos de menor tradición ciclista como Alemania, Suecia, Francia o el Reino Unido también se produjeron en los años setenta incipientes acciones institucionales –apoyos financieros para proyectos de itinerarios ciclistas, difusión de normas y recomendaciones de diseño, campañas de promoción– para devolver protagonismo a la bicicleta. En Estados Unidos, Japón o Australia, el ciclismo pasó también a ocupar un modesto pero creciente papel en la política de transporte urbano.

Sin embargo, tras los primeros años de renacimiento de este medio de locomoción, la evaluación de los logros obtenidos con las medidas llevadas a cabo por las distintas administraciones mostró algunos lados oscuros. En particular, se comprobó que no todos los proyectos se traducían en incrementos significativos del número de ciclistas, y que la accidentalidad de los ciclistas no siempre registraba descensos espectaculares o correlativos con los que registraban otros modos (McClintock, 1992). En ocasiones, el apoyo a la bicicleta significó fundamentalmente el cambio de las condiciones de circulación de los ciclistas habituales o, también, el trasvase de viajes andando y en transporte colectivo a la bicicleta, lo que reducía considerablemente el

efecto transformador de la política llevada a cabo (Holzapfel, 1988).

Sólo cuando las actuaciones alcanzan suficiente profundidad o envergadura se obtienen incrementos considerables del tráfico ciclista y disminuciones del riesgo relativo de accidentes, todo ello sin menoscabo del resto de los medios de transporte ambientalmente benignos. Fomentar el uso de la bicicleta requiere, por tanto, un conjunto amplio de medidas –no sólo infraestructurales– y, además, su integración en una concepción global de la movilidad dirigido a reducir la dependencia del automóvil y facilitar el uso de los medios alternativos.

Es precisamente esa orientación amplia y global la que caracteriza lo que podría definirse como etapa madura de la promoción de la bicicleta, ejemplificada con varios proyectos de ciudades pro-bici o “ciudades amigas de la bicicleta” en Alemania en el periodo 1981-1987 (Otto, 1984; Bracher, 1992).

Friburgo es una de las ciudades que mejores resultados han tenido con ese tipo de política amplia, plenamente identificables con la moderación del tráfico, en las que además del estímulo de la bicicleta se protegió al transporte colectivo, se implantaron restricciones al uso del automóvil y se aplicaron políticas de suelo destinadas a detener



la expansión de las distancias urbanas. El resultado para la bici fue pasar de un 18 a un 27% en el reparto modal de los desplazamientos no peatonales, lo que en términos absolutos supuso la duplicación de los viajes en bicicleta entre 1976 y 1991 (Pucher y Clorer, 1992).

Toda esa serie de esfuerzos realizados país por país, ciudad por ciudad, calle por calle, son causa y efecto de la aceptación institucional de la bicicleta como un medio de transporte urbano perfectamente respetable y de interés para afrontar los conflictos ambientales urbanos. Así se refleja en los distintos documentos oficiales citados en el capítulo dedicado a los conflictos que estimulan la moderación del tráfico y, también, en la declaración sobre “La bicicleta como medio de transporte” aprobada por el Parlamento Europeo en 1987 (Wijsenbeek, 1986).

Otro espaldarazo oficial lo obtuvo la bici en 1989 de boca del Comisario Europeo de Transportes, Karel van Miert, en la inauguración del congreso Velocity celebrado en Copenhague en donde mostró la determinación de integrar la bicicleta en el proceso de planificación de las políticas de transporte europeas (Van Miert, 1989).

Los años noventa del siglo pasado sirvieron para afianzar la “respetabilidad” de la bicicleta, siendo la propia Comisión Europea agente activo en su consideración como medio de transporte urbano, en una batalla en la que, como decía Margot Wallström, Comisaria Europea de Medio Ambiente, “los peores enemigos de la bicicleta en el medio urbano no son los coches, sino los prejuicios en contra”<sup>(21)</sup>.

En esa misma línea algunos gobiernos nacionales iniciaron políticas complementarias a las de las ciudades y regiones para inscribir a la bicicleta en la

política de movilidad. Así, a primeros de los noventa el Ministerio de Transportes holandés, desarrolló el Plan General de la Bicicleta (Masterplan Fiets) como parte integrante del Segundo Esquema Estructural de Tráfico y Transporte (SVV-II) en el que se aboga por frenar el crecimiento tendencial del uso del automóvil privado e incrementar a cambio los desplazamientos en bici y en transporte colectivo (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993).

El último paso en esa institucionalización de la bicicleta como medio de transporte fue la Declaración de Ljubljana de 2004 sobre Políticas Nacionales de la Bicicleta, acordada por la Conferencia Europea de Ministros de Transportes, en la que se afirma que las políticas y medidas para promocionar la bicicleta son una parte integral de las políticas urbanas de transporte<sup>(22)</sup>.

### 2.3. LA POTENCIACIÓN DEL TRANSPORTE COLECTIVO

Cuando se menciona la posibilidad de reducir el uso del automóvil privado suele reclamarse la implantación de medios alternativos que los sustituyan en las mejores condiciones de comodidad, precio y rapidez posibles. Para los recorridos de media y gran longitud el transporte colectivo es la respuesta más inmediata a esa demanda. De hecho, se puede comprobar que existe una correlación entre disponibilidad de transporte colectivo y tasa de motorización, es decir, que a mayor oferta de transporte colectivo se corresponde un menor uso del automóvil privado y una menor tasa de motorización (Plowden y Hillman, 1984; Bakker, 1994).

Dentro de las políticas de promoción del transporte colectivo, las que más

Familia de medidas	Conceptos
Mejoras económicas	costes para el usuario costes para la sociedad
Mejora de los servicios	frecuencia velocidad regularidad/fiabilidad limpieza seguridad comodidad accesibilidad calidad de la información
Mejora de las redes	cobertura intermodalidad segregación respecto a los demás vehículos gestión del viario favorable al transporte colectivo adecuación a la demanda y a las incidencias facilidad de acceso a las estaciones y paradas atractivo de la localización de estaciones y paradas atractivo de las propias paradas y estaciones

Medidas de mejora del transporte colectivo.

(21) “En bici, hacia ciudades sin malos humos”. Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea. Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas. Luxemburgo, 2000.

(22) “National Cycling Policies for Sustainable Urban Transport. Policy note and Declaration”. European Conference of Ministers of Transport. París, 2004. ECMT/CM (2004)11.

tempranamente se adoptaron, quizás por facilidad política y técnica, fueron las que proporcionaban un incentivo económico a los usuarios a través de la subvención de las compañías operadoras o de la inversión a fondo perdido en infraestructuras.

Sin embargo, la política de promoción del transporte colectivo basada en el abaratamiento final de las tarifas presenta algunos efectos perversos que conviene tener en cuenta a la hora de evaluar las diferentes alternativas. En particular, disminuye el coste medio de los desplazamientos motorizados, lo que induce el incremento de las

distancias recorridas y actúa en detrimento de los medios no motorizados, sin que por ello quede garantizada la reducción del tráfico automovilístico, tal y como se ha comprobado en algunos casos extremos de gratuidad de los servicios de autobuses.

Los sistemas del tipo de los bonos de x viajes, las tarjetas mensuales y anuales, los billetes combinados o los de ida y vuelta, tienen también efectos contradictorios en cuanto que premian al usuario que más viajes hace y/o al que los efectúa de mayor longitud, sin reparar habitualmente en que el

transporte colectivo compite en condiciones de gran inferioridad con un vehículo, el automóvil, cuyo coste principal, la inversión para su adquisición, se realiza al margen de su funcionalidad o economía (Naredo y Sánchez, 1992).

Hay que advertir que, a partir de determinados umbrales de los servicios de transporte colectivo y en determinados contextos, marcos o modelos de movilidad se puede producir una ocupación excesivamente baja de los vehículos en relación a las plazas que ofrecen y un rendimiento económico, ambiental y social más bajo. La sostenibilidad, por tanto, no está garantizada a partir de determinados umbrales de oferta del transporte colectivo.

De igual manera, es frecuente depositar esperanzas excesivas en la inversión en redes de transporte colectivo para combatir el incremento en el uso del vehículo privado, sobre todo cuando se han hecho esos esfuerzos durante los procesos de dispersión de la población que han caracterizado la fase de metropolización de las áreas urbanas (Webster, 1993a). El análisis de una encuesta realizada en 132 ciudades de todo el mundo permite llegar a la conclusión de que la implantación o expansión de sistemas ferroviarios ligeros o convencionales facilita la obtención de importantes cuotas del mercado, pero frecuentemente a costa de los buses, los peatones o los ciclistas (Dasgupta, 1993).

Esa inversión en redes incluye también medidas de racionalización de las mismas y de sus sistemas de articulación, evitando el solapamiento de la oferta y facilitando los intercambios entre los distintos modos. La reforma de los itinerarios para adaptarlos más estrechamente a la demanda, la gestión de las líneas a través de telecomunicaciones e informática (Sistemas de Ayuda a la Explotación) para mejorar su



Tranvía en el área central de Bonn Beuel (Alemania).



Tranvía en plataforma protegida en Ámsterdam.

regularidad y la creación de estaciones de intercambio adecuadas y con facilidad de acceso son ejemplos de medidas pertenecientes a este grupo.

La intermodalidad, la cobertura y el atractivo de la localización de las paradas y estaciones del transporte colectivo dependen también de la planificación urbanística y del diseño urbano y de las infraestructuras, es decir, de un patrón derivado de decisiones urbanísticas previas.

Al margen de las anteriores y de las condiciones de calidad del servicio (véase recuadro de la página 31), existe otro grupo de medidas de potenciación del transporte colectivo relativas al centro principal de interés de este trabajo, es decir, a la ordenación y gestión del viario. Se trata en este caso de proteger el régimen de circulación de los vehículos de transporte colectivo que comparten las vías congestionadas con el tráfico general, esto es, de garantizar la velocidad, la regularidad, la fiabilidad y la frecuencia de autobuses, tranvías y otros medios asimilables a estos.

El margen de posibilidades que ofrece liberar al autobús o al tranvía de la congestión causada por el tráfico es mucho más amplio de lo que suele pensarse. Se ha calculado que la misma flota de autobuses existente, con el mismo número de empleados, pudiera ofrecer un 40% más de servicios con tal de que no se produjeran las retenciones causadas por el tráfico de automóviles (Sanz, 1992).

La medida más antigua y generalizada es la implantación de **carriles-bus**, es decir, la protección mediante señalización o separación física, con mayor o menor posibilidad de ser

franqueada por los vehículos, de uno o más carriles de una vía para su uso exclusivo por autobuses. Pero también se incluyen en esta familia las **plataformas y calles reservadas**<sup>23</sup> al transporte colectivo, los **semáforos** que ofrecen prioridad a los autobuses y tranvías en las intersecciones u otras medidas de detalle como las **exenciones de la prohibición de giro** y las **áreas de avance** para los mismos en los semáforos.

El periodo fuerte de expansión de los carriles-bus en Europa se produjo durante los años setenta del siglo XX<sup>24</sup>, mientras que en los ochenta se moderó su crecimiento, a la vez que se probaron soluciones diversas para adecuar cada tramo a las circunstancias del tráfico: carriles-bus a contrasentido, carriles compartidos con taxis o bicicletas, bordillos de protección, bandas rugosas de advertencia a los vehículos intrusos, etc. Y se



Carril bus diferenciado de la calzada por el color del pavimento. Londres.



Carril bus semiprotegido con bordillo franqueable. París.

(23) Una modalidad de plataformas reservadas son los carriles "Bus-VAO", destinados a autobuses y vehículos de alta ocupación, como un método para promocionar los referidos modos intermedios. Algunas reflexiones sobre estos modos pueden encontrarse en Aparicio (1993, 1995), Pozueta (1992) o Aparicio y Molina (1994).

(24) En las ciudades españolas las primeras medidas de protección de la circulación de autobuses datan de mediados de los años sesenta, estableciéndose, por ejemplo, el primer carril-bus madrileño en 1966 en la calle Alcalá; en 1970 se reservó a ciertas horas una tramo de la calle Fuencarral al transporte público (Valdés, 1982; Martín y Sanz, 1985).



Carril bus infranqueable. Génova.



Plataforma reservada para el autobús. Barcelona.



Carril bus-VAO. Madrid.



Calle reservada al autobús y el taxi. Oxford Street (Londres).

extendieron también las plataformas y calles reservadas al transporte colectivo (Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, 1994).

En ese proceso de prueba y selección de opciones para el carril-bus fue habitual enfrentarse con la necesidad de hacer simultánea la protección del autobús con un nuevo reparto del espacio viario más favorable a los modos alternativos de desplazamiento. Un ejemplo ilustrativo de esa convergencia fue la implantación de un carril-bus protegido por bordillo en el Boulevard de Scarpone en Nancy (Francia), en 1981, para el que hubo que suprimir una banda de aparcamiento y estrechar los carriles de circulación, frenando con ello la velocidad del tráfico general (CETUR, 1991a).

Sin embargo, la razón de la citada desaceleración del crecimiento de los carriles-bus durante los últimos años debe buscarse sobre todo en sus propios límites. En los manuales correspondientes se justifica la creación de carriles-bus en función de una serie de parámetros entre los que se encuentra el número de autobuses que pasan por cada tramo en cuestión, lo que reduce obviamente el número de vías candidatas al carril-bus, ya de por sí restringidas a las que cuentan con más de un carril por sentido.

Pero, como es lógico, no se trata de una opción técnicamente pura, sino que depende de la cultura del tráfico y del transporte público existente en cada ciudad, la cual se traduce en un mayor o menor cumplimiento de la exclusión de los vehículos no autorizados aparcados o circulando, y

en una mayor o menor capacidad de hacer cumplir dicha exclusión. El "derecho" al uso del espacio reservado o la sensación psicológica de "vacío", que el resto de los conductores aducen para justificar la invasión del carril-bus, son diferentes en cada lugar y en cada periodo.

Además, las mejoras para la velocidad y regularidad que aportan los carriles-bus quedan también acotadas por la congestión en las intersecciones, allí donde la separación con el resto del tráfico desaparece.

Por tanto, habiéndose comprobado en distintas ciudades los límites para el desarrollo de las diferentes variantes de carriles-bus, se buscaron otras fórmulas de gestión del viario favorables al transporte colectivo tales como la reserva de calles, la creación de plataformas reservadas –un grado

superior de segregación al aportado por los carriles-bus protegidos– o los métodos de gestión semafórica para reducir las esperas de los vehículos colectivos en las intersecciones.

El primer sistema de prioridad para los autobuses en las intersecciones semaforizadas fue probado en Washington D.C. en los primeros años setenta; consistía en un dispositivo de detección de los autobuses que extendía

la fase verde para garantizar el paso de aquellos buses que se aproximaban al semáforo (Saxton, 1973). Desde entonces muchas ciudades de todo el mundo han implantado sistemas similares, destacando el caso de Zúrich con un número muy elevado de semáforos accionados por el paso de los tranvías y autobuses, con la particularidad de que el sistema forma parte de un conjunto amplio de medidas de protección de los itinerarios del

transporte colectivo (Guller, 1994; Stadtplanungsamt, s.f.). Frente a la segregación del espacio del autobús y el tranvía, la opción de Zúrich se basa en la segregación en el tiempo del transporte colectivo en los semáforos<sup>25</sup>.

Se ha demostrado con múltiples casos que ese carácter amplio y diverso de las medidas de protección es condición imprescindible para obtener resultados significativos. Un semáforo accionado puede requerir un carril-bus para lograr la reducción de las esperas del autobús y, viceversa, puede ocurrir que un carril-bus no logre mejorar apreciablemente la velocidad de los autobuses si no se acompaña de un sistema semafórico también favorable a éstos.

Hay que advertir, por último, que todos los condicionantes del uso del transporte colectivo señalados tienen que ver con una cultura cambiante de la movilidad que define lo que es “frecuente”, “próximo” (cobertura), “accesible”, “seguro” o “limpio” y, también, cómo no, de una cultura de lo “público” que atañe a los comportamientos de los usuarios y, por tanto, de los mayores o menores costes de explotación derivados de los mismos. Todo ello en el marco institucional y normativo vigente que condiciona el funcionamiento de los operadores del transporte colectivo y su mayor o menor “competitividad” con respecto al automóvil privado.

En síntesis, es posible lograr sustanciales incrementos en la velocidad y regularidad de los medios de transporte colectivo mediante un conjunto amplio de medidas de gestión y diseño del viario, aplicadas específicamente en cada punto. Si además se aprovechan las actuaciones para realizar un nuevo reparto del viario que reduzca la velocidad del tráfico, su contribución al



Prohibición de giro excepto para autobuses y bicicletas en Oxford Street (Londres).



Semáforo para el adelantamiento del tranvía. Zúrich.

(25) “Priorité à “l’intelligence” plutôt qu’à la séparation». L. Bonanomi. Artículo publicado en «Rue de l’Avenir». 2/2002. Neuchâtel. Suiza.

cambio del modelo de movilidad será muy significativa.

#### 2.4. LAS RESTRICCIONES AL AUTOMÓVIL

De los tres campos principales de intervención que existen sobre el uso del automóvil privado, esquematizados en el recuadro adjunto, son las restricciones del aparcamiento y de la circulación los que presentan una línea más directa de transformación del espacio viario, mientras que la disuasión de la propiedad del automóvil sienta las bases para reducir la presencia de vehículos en las calles actuando, por tanto, de un modo indirecto sobre el espacio público.

El debate sobre la importancia de la motorización y la propiedad del automóvil para el uso de este medio de transporte parte del principio de que **la propiedad del automóvil induce su uso**, es decir, el incremento de la motorización o del número de automóviles se traduce en un aumento de los kilómetros recorridos por este medio de transporte (Sanz, 2000).

La lógica económica y social de la propiedad del vehículo induce el uso del mismo: una vez que el individuo ha realizado la inversión en la compra del automóvil (los costes fijos), sus costes de utilización (costes variables) son relativamente pequeños, inferiores por ejemplo a los del transporte colectivo.

De ese modo, el automóvil tiende a ser usado en ámbitos en los que no es eficaz ambiental, social o incluso económicamente para el conjunto de la población. Además, en la medida en que el automóvil es un bien de prestigio social, su empleo también sobrepasa las necesidades de desplazamiento para adentrarse en el campo de las necesidades impuestas culturalmente.

Ese es el punto de partida de las reflexiones que están dando lugar a la creación de **barrios "sin coches"**, barrios con baja presencia y dependencia respecto al automóvil.

El marco en el que se desenvuelve la propiedad del automóvil afecta al

	Económicas	Regulatorias	Físicas
<b>Propiedad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Impuestos de matriculación y circulación</li> <li>– Ventajas fiscales para los coches compartidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Normas de homologación de vehículos</li> <li>– Normas de adquisición de vehículos (por ejemplo garantizando plaza de aparcamiento en origen o estableciendo cupos máximos de venta)</li> <li>– Ventajas para automóviles compartidos</li> </ul>	
<b>Circulación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Impuestos sobre el combustible</li> <li>– Peajes de infraestructuras</li> <li>– Peajes urbanos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Vías y giros prohibidos a los automóviles siempre o en determinados periodos</li> <li>– Áreas de restricción de tráfico</li> <li>– Horarios y días de restricción de todos o determinados vehículos</li> <li>– Límites al número de viajes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Disminución de la capacidad de determinadas vías mediante reducción de carriles o supresión de accesos e itinerarios</li> </ul>
<b>Aparcamiento</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Tarificación del aparcamiento en la calle</li> <li>– Tasas sobre vados y otros mecanismos de cobro de los estacionamientos en edificaciones y espacios privados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Reglas de aparcamiento en la calle (horarios y lugares en los que no se puede aparcar)</li> <li>– Estándares de aparcamiento en edificaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Localización y número de las plazas de aparcamiento</li> </ul>

Campos de intervención y medidas en la disuasión del automóvil.

diseño del espacio público en la medida en que la motorización se traduce en necesidades de infraestructuras para acoger ese determinado número de vehículos. Vías y aparcamientos se conforman así en relación al modelo de movilidad previsto: a mayor uso y propiedad de automóviles, mayor espacio dedicado a los mismos, tanto para su circulación como para su aparcamiento.

En estos barrios se ha mostrado que es posible una baja presencia de

automóviles en el espacio público al combinar instrumentos disuasivos de la propiedad con instrumentos convencionales de gestión del aparcamiento y la circulación.

Hay que señalar, en cualquier caso, que los efectos de la propiedad del automóvil sobre su uso se generan fundamentalmente en el régimen de propiedad individual, pero no en el régimen de propiedad compartida del vehículo. Esa es la clave de la creación de los denominados **clubes o empresas**



Sistema de coche compartido. Aparcamiento reservado en un barrio sin coches de Tubinga (Alemania).



Barrio sin coches en Amsterdam.



Barrio sin coches en Friburgo (Alemania).

**de coches compartidos** ("car sharing" en terminología anglosajona), organizaciones que disponen de automóviles de uso colectivo que son empleados por los socios a su demanda.

Tras el éxito de estos sistemas en diversos países europeos, la implantación de Clubes de Coches Compartidos se ha iniciado en Cataluña y País Vasco en los últimos años. En el área metropolitana de Barcelona, el sistema ofrece la posibilidad de importantes descuentos en el abono del transporte colectivo.

Las organizaciones de coches compartidos están ofreciendo nuevas oportunidades para repensar la necesidad de automóviles en propiedad, lo que encaja perfectamente con el enfoque de los barrios "sin coches", en los cuales estos sistemas suelen disponer de ciertos privilegios de localización del aparcamiento.

## 2.5. LAS RESTRICCIONES AL APARCAMIENTO DE AUTOMÓVILES

Las limitaciones del aparcamiento, lejos de ser nuevas, datan de los primeros conflictos de la congestión circulatoria derivados de la expansión del

automóvil; anteriores incluso a las restricciones de circulación, quizás como consecuencia de que es más fácil controlar vehículos aparcados que circulando.

En 1919, pocos años después de que se empezaran a fabricar en serie automóviles, un informe oficial señalaba la gestión del tráfico como una de las causas fundamentales de los problemas que sufría la red de tranvías de Los Ángeles. En consecuencia, proponía la prohibición de aparcar en el centro durante ciertas horas del día con el fin de eliminar buena parte del tráfico automovilístico (Bottles, 1992). La adopción de esa propuesta por parte del Ayuntamiento fue combatida por un incipiente "lobby" o grupo de presión pro-automóvil que consiguió en unas pocas semanas su derogación (Longstreth, 1992).

Como explica Alfred Sauvy, el "derecho" a aparcar en la calle lo conquista la llegada masiva de automóviles y, en el caso francés, es relativamente reciente pues procede de los años inmediatos a la segunda guerra mundial (Sauvy, 1968). Hasta entonces los automóviles habían sido considerados como un objeto más de propiedad de los ciudadanos que éstos tenían obligación de guardar como si

de un mueble, un carro o cualquier aparato doméstico se tratara. El cambio jurídico-administrativo para establecer el derecho a aparcar fue paralelo al cultural de modo que, poco a poco, los automovilistas acabaron considerando que podían abandonar su vehículo allí donde querían, tanto en la proximidad de su vivienda como en cualquier otro punto de la ciudad.

Admitido culturalmente y practicado el derecho a aparcar en la vía pública, la congestión circulatoria y la escasez de plazas de aparcamiento obligaron pronto a reconsiderarlo. La primera "Zona azul" se estableció en París en 1957 y un año más tarde se implantaron en Londres los primeros parquímetros europeos, veinte años después de que se utilizaran en los Estados Unidos (Valdés, 1982; Plowden y Hillman, 1984).

A finales de los años sesenta del siglo XX las restricciones del aparcamiento en la vía pública constituían un instrumento perfectamente establecido y probado de limitación del tráfico, utilizado en la generalidad de las ciudades de los países industrializados, incluyendo algunas de las españolas en las que se implantó la "zona azul" heredera de las "zones bleus" francesas.

Desde sus orígenes los sistemas de control de aparcamiento buscan discriminar, mediante el mecanismo del precio o mediante la regulación normativa, a cierto tipo de usuarios con el fin de obtener objetivos diversos: disminuir algunas modalidades de aparcamiento –por ejemplo el de larga duración–, disuadir a determinados usuarios –no residentes– o evitar el aparcamiento en ciertas localizaciones.

En relación a la convergencia de la restricción del aparcamiento con la moderación del tráfico hace falta señalar varios elementos que determinan su mayor o menor capacidad de reducción del volumen de tráfico.

Como todas las medidas de moderación del tráfico localizadas en recintos delimitados, las restricciones de aparcamiento suelen derivar conflictos hacia las áreas limítrofes, hacia donde escapan quienes pretenden eludir la regulación o el incremento del coste del aparcamiento. Evidentemente, ese efecto de borde resta validez a la moderación del tráfico generada en el recinto considerado. Para que la política de restricción del aparcamiento sea plenamente compatible con la moderación global del tráfico es necesario que la capacidad disuasoria de la medida se refiera al viaje



Parquímetro. Maó (Menorca).



Señal de restricción del aparcamiento con parquímetros. Rabat.



motorizado o al uso del automóvil pero no al origen o destino de los desplazamientos.

Ese factor disuasorio es temido desde un punto de vista bien diferente por los comerciantes, quienes argumentan frecuentemente que el “aparcamiento es extremadamente importante para el comercio”. Sin embargo, la experiencia convierte en prejuicio a ese principio, al menos en el modelo urbano europeo. En Alemania, un estudio relativo a 37 ciudades realizado por el Deutsches Institut für Urbanistik (Pharoah, 1991) concluyó que no existe evidencia de esa importancia y, por el contrario, que el impulso económico de los centros urbanos no cabe esperarse a través del aumento de las plazas de aparcamiento sino de una política de transporte favorable a los modos más compatibles con la ciudad.

Realmente el gran problema de fondo de la restricción de aparcamiento es su cumplimiento, su capacidad de generar una práctica y una cultura ciudadana suficientemente respetuosa con las

medidas restrictivas. Para conseguir que la regulación sea cumplida se han instituido infinidad de mecanismos en cada país, según sus distintos ordenamiento legal y administrativo; a las multas se añadieron las grúas y a éstas los cepos, pero la clave sobre la solidez y permanencia de la medida reside en la aceptación del discurso de moderación del tráfico que la sustente.

En cualquier caso, no hay que olvidar que la capacidad de moderación que presenta una política de aparcamiento basada exclusivamente en la regulación de las plazas existentes en la vía pública, se ha ido tornando cada vez más limitada como consecuencia del incremento de las plazas públicas y privadas construidas en edificios. Estas plazas, aparentemente más difíciles de controlar que las de la vía pública, representan en muchos lugares el grueso de la oferta.

Por esa razón, la intención de reducir el tráfico a través de la política de aparcamientos requiere, cada vez más, desbordar el marco de la gestión del viario para adentrarse en el terreno de

la regulación urbanística, que establece los estándares de dotación de aparcamientos en cada nueva edificación<sup>26</sup>. En este campo De hecho, uno de los debates más intensos en relación al aparcamiento es el que atañe a los estándares con los que se construyen las nuevas edificaciones.

Frente al establecimiento en las ordenanzas edificatorias de un número mínimo de plazas de aparcamiento para cada vivienda o espacio de actividad, se ha seguido en muchos planes el criterio opuesto, fijando máximos en función de diversos criterios relacionados con la capacidad de las calles o con la existencia de alternativas de transporte colectivo<sup>27</sup>. Así se hizo ya en 1960 en el Plan de Transportes de Munich (OECD, 1977) y así se estableció también en Holanda, en donde para ciertos usos empresariales se limita el número de plazas de aparcamiento en función del número de empleados: 10 plazas, incluyendo las de los visitantes, por cada 100 empleados en localizaciones bien servidas por transporte colectivo (Barendrecht, 1993). La primera conclusión de un informe



Cepo para la inmovilización de vehículos mal aparcados en Amsterdam.



Grúa de recogida lateral de automóviles mal aparcados actuando en Berlín.

(26) Un ejemplo clásico de política restrictiva del aparcamiento al margen de la gestión del viario es la llevada a cabo en Nueva York, cuyos edificios emblemáticos del World Trade Center, las llamadas “torres gemelas”, con 200.000

empleados y visitantes diarios, estaban equipados con plazas de aparcamiento para sólo 2.000 automóviles (OECD, 1973).

(27) Una revisión de los conceptos vinculados a la regulación de los estándares puede encontrarse en “La regulación de la dotación de plazas de estacionamiento en el marco de la congestión” (Pozueta, J.; Sánchez-Fayos, T. y Villacañas, S., 1995).

oficial escocés señala que “los estándares máximos de aparcamiento tienen un papel clave como parte de un paquete integrado de medidas físicas y políticas para reducir la dependencia respecto al automóvil privado y estimular el uso de modos de transporte alternativos” (Scottish Executive, 2002).

Por último, cabe recordar la importancia que tiene a efectos de disuadir el uso y la propiedad del automóvil, el conjunto de instrumentos económicos y la fiscalidad que atañe no sólo a la compra y circulación del vehículo, sino también a su aparcamiento<sup>28</sup>.

## 2.6. LAS RESTRICCIONES A LA CIRCULACIÓN DE AUTOMÓVILES

“¿Desde cuándo los automovilistas tienen el derecho a dominar las calles? Las calles no les pertenecen, pertenecen a todos. ¿De dónde han obtenido el derecho a acosar los pasos de la gente y dictarle un comportamiento que sólo se justifica en interés del suyo propio? La calle no es para el tráfico rápido; forma parte del entorno urbano... ¿Debe acaso la calle estar libre de gente?”. Esta proclama del austriaco Michael Freiherr von Pidoll (Sachs, 1992), que suena tan contemporánea en las ciudades agobiadas por el automóvil, data sorprendentemente de 1912, cuando todavía ni se podía vislumbrar el alcance del dominio que habrían de tener los automóviles sobre la ciudad.

Efectivamente, desde la irrupción de los automóviles las calles son escenario de la competencia por el espacio escaso y de la batalla entre las posibilidades y libertades de cada modo de transporte.

Una interpretación ingenua del concepto de libertad suele acompañar

a quienes claman contra las restricciones al uso del automóvil por atentar contra ese principio. Sin embargo, la libertad difícilmente se puede asociar a la ausencia de reglas y, en el caso del automóvil, es evidente que desde su nacimiento ha sido objeto de infinidad de reglas y normas que buscaban su adaptación a las diversas condiciones de circulación en las que se veía envuelto.

Un tipo particular de reglas asociadas a la adaptación del automóvil a la ciudad es el que limita su uso en espacios, tiempos y situaciones particulares. Se trata a menudo de restricciones orientadas a categorías particulares de usuarios –residentes vs. no residentes–, de vehículos –mercancías vs. pasajeros– o de usos –limitaciones en hora punta–, aunque también se han implantado restricciones generalizadas en áreas amplias de la ciudad.

Algunos de los casos más conocidos de limitación del tráfico se han llevado a

cabo en los centros históricos de diversas ciudades italianas (Tessitore, 1993; Donnati, 1994; Ciuffini, 1995). Una de las peculiaridades frecuentes en estos ejemplos italianos ha sido que las restricciones del tráfico han acompañado o complementado las propuestas generales de rehabilitación de los centros históricos (Winkler, 1990). Además no se trata exclusivamente de una regulación restrictiva de la entrada de vehículos privados sino, en ocasiones, de completas reformas en la circulación, con modificaciones de la red de transporte colectivo, creación de calles peatonales, ordenación del aparcamiento, etc.

Una versión de ese tipo de restricciones de circulación supone la aplicación de diversas tecnologías para el control del acceso a ciertas áreas. En España uno de los proyectos pioneros fue realizado en el barrio barcelonés de Poble Sec (1992)<sup>29</sup>. Tres años más tarde se implantó un sistema de control en otro



Tráfico restringido salvo a vehículos de residentes, no motorizados y transporte colectivo en el centro de Ferrara (Italia).

(28) En el campo de las medidas fiscales desincentivadoras del aparcamiento, también con una larga tradición, se puede citar el caso de Renania del Norte-Westfalia donde en los años ochenta se suprimieron los sistemas de financiación que antes tenía la creación de aparcamientos (Kniola, 1993). En California se

puso en funcionamiento en 1993 una nueva legislación destinada a evitar el subsidio indiscriminado de las empresas a sus empleados realizado a través de la oferta de aparcamiento gratuito; a cambio, las empresas ofrecen a partir de ahora a los trabajadores la posibilidad de cambiar el aparcamiento por dinero en metálico.

Con ello se pretendía reducir el número de vehículos por cambio de medio de transporte y por fomento de los trayectos compartidos en automóvil (Shoup, 1993).

(29) Véase al respecto García, 1993; Egea y otros, 1993.

barrio de Barcelona, La Ribera, mediante marmolillos escamoteables que se accionan con las tarjetas magnéticas de los residentes o los vehículos autorizados (Villalante, 1995).

Desde entonces, en numerosas ciudades españolas se han implantado sistemas semejantes de restricción de la circulación, sobre todo en cascos históricos, sustituyéndose en algunos casos las barreras físicas o marmolillos escamoteables por la combinación de cámaras de identificación de matrícula y multas a los vehículos no autorizados.

Otra modalidad de restricción de la circulación de vehículos es el **peaje urbano**. Aunque el peaje en caminos y carreteras con objetivos recaudatorios es conocido en todos los periodos históricos, el peaje con fines de control del tráfico urbano es relativamente reciente, pues data de algo más de treinta años (Plowden y Hillman, 1984; Department of Environment, 1967). Inicialmente la idea se orientaba a discriminar algunos usuarios frente a los que se consideraban prioritarios, pero posteriormente se ha estudiado como método directo de restricción de la circulación.

A pesar de que ha generado en estos treinta años multitud de debates y estudios para su aplicación, y haya sido considerado como la "más prometedora de las medidas de restricción del tráfico" (OECD, 1973, p.142), lo cierto es que su puesta en práctica se ha producido en pocas ciudades, seguramente por las razones políticas que se apuntaban desde el principio: el peaje urbano tiene una escasa popularidad y es rechazado por determinados grupos de presión.

Su aplicación prolongada más conocida es la de Singapur, pero hay que advertir que en esta ciudad el propósito de disminuir la congestión se apoyaba en otras medidas, incluso de mayor trascendencia, enfocadas a controlar la propiedad del automóvil. Frente al éxito de Singapur también se cuenta con



Acceso con tarjeta de residente. Burgos.

experiencias fallidas en Hong Kong, en Holanda y en Edimburgo.

Sin embargo, en los últimos años las estrategias de movilidad apoyadas en peajes urbanos han obtenido consistentes resultados en diversas ciudades europeas, empezando por las pioneras de Noruega y culminando con las de Roma y, sobre todo, Londres y Estocolmo. En los primeros casos el propósito principal del sistema fue financiar el transporte colectivo y/o diversas infraestructuras del transporte, sin que se pretendiera la reducción de la circulación. De hecho, en la ciudad noruega de Oslo el efecto del peaje no fue la reducción de los volúmenes de tráfico y congestión en la zona central (Bjorman, 1993; Webster, 1993b). Pero las experiencias más recientes se orientan a la reducción del número de vehículos o de la congestión ("Congestión Charging" en el caso de Londres), de manera que pueden ser aprovechadas para establecer simultánea o posteriormente otras medidas de movilidad y, en particular, las que atañen a la transformación del diseño viario con vistas a mejorar las condiciones de los modos beneficiarios



Acceso de residentes y autorizados controlado por cámaras de identificación de matrículas. Madrid.

del sistema: peatones, bicicletas y transporte público.

Cabe recordar así, que la evaluación de este tipo de medidas puede hacerse desde distintos puntos de vista complementarios. Uno de ellos es el relativo a la equidad, aspecto importante en el análisis de los peajes. Otro es el que se refiere a la complejidad, coste y aceptación pública del sistema de control, que determinan su solidez a medio y largo plazo. Pero también cabe hacer una evaluación desde el punto de vista de la capacidad que poseen para moderar el tráfico.

Desde ese enfoque, es crucial comprobar, por ejemplo, que las medidas restrictivas no suponen desviar el tráfico de unos puntos a otros de la ciudad, hacia la periferia habitualmente, realimentando el proceso de expansión urbana y de creación de necesidades de desplazamiento motorizado. O comprobar que las limitaciones establecidas a través del mecanismo del precio no suponen el cambio de unos usuarios por otros de mayor renta. O, también, que las reducciones del número de vehículos obtenidas no se



Peaje en Londres.

traduzcan en velocidades de circulación incompatibles con la vida urbana.

Pero ese tipo de medidas tan llamativas de restricción de la circulación de vehículos no son las únicas que se pueden plantear para estimular un cambio en el modelo de movilidad. También existen otras de menor escala pero con capacidad, por acumulación, de modificar pautas de uso del automóvil. Así ocurre, por ejemplo, con la gestión de la circulación que veda el uso de ciertas vías, que prohíbe determinados giros e incorporaciones, que diferencia días u horarios de acceso restringido.

Por último, existe toda una batería de medidas de carácter físico, que transforman la sección de una calle reduciendo su capacidad de absorber tráfico. La reducción del número de carriles y su conversión en espacio para el transporte colectivo, la bicicleta o la ampliación de aceras es cada vez objeto de un mayor interés por parte de las autoridades locales que pretenden reequilibrar los modos de transporte. En Estados Unidos ha hecho fortuna el concepto de **"adelgazamiento de carreteras o vías"** ("road diet"), con numerosas experiencias por ejemplo de reducción de vías de cuatro carriles a vías de tres carriles.

Frente a la idea mecánica obtenida de la física de que los flujos de automóviles se asemejan a los líquidos y, por tanto, son invariantes, se comprueba una y otra vez que el patrón de movilidad tiene una alta componente social y psicológica. Se plantea así el concepto de **"evaporación de tráfico"** o de reducción de los flujos de vehículos por el mero hecho de restringir el paso en determinado viario.

Como señala una publicación de la Comisión Europea, la experiencia de

numerosas ciudades muestra que los problemas de tráfico derivados de la implantación de medidas restrictivas son mucho menos graves de lo que se suele prever. Tras un periodo de ajuste, una parte del tráfico que existía previamente en el área desaparece o se "evapora" como consecuencia de un cambio en el comportamiento de los conductores (Comisión de las Comunidades Europeas, 2004).

## 2.7. EL CONTROL DE LA VELOCIDAD

Desde su más temprana aparición en las ciudades, el automóvil está asociado a limitaciones de velocidad. Se interpretaba y se interpreta que la ausencia de dichas normas haría al automóvil extremadamente peligroso e incompatible con la vida urbana que se desarrolla al margen de la circulación motorizada.

La Historia de la ingeniería del tráfico habla de un primer periodo de paulatina elevación de las velocidades máximas de circulación en ciudad y de un segundo periodo en el que esas velocidades máximas se cuestionan de un modo generalizado y empiezan a rebajarse en multitud de contextos urbanos. Esos dos periodos son el resultado de una permanente controversia entre dos tipos de criterios.



Vía "adelgazada" en Malmo (Suecia).

De un lado los que dan prioridad a la circulación motorizada y a su velocidad sobre el resto de actividades urbanas y, de otro, los que apreciaban en la velocidad, además del incremento del peligro, la amenaza para algunas de las funciones que caracterizan la calle.

Durante décadas, los criterios "circulatorios" consiguieron imponerse sobre los de "urbanidad" elevando poco a poco los límites impuestos en la circulación urbana en todos los países. En todo ese periodo únicamente se pueden encontrar episodios aislados de preponderancia del resto de las funciones urbanas en la fijación de esta norma de conducta del tráfico.

Un episodio de ese tipo fue la implantación en algunas ciudades británicas, nada más acabar la segunda guerra mundial, de unas "calles para el juego" ("play streets") en las que se obligaba a los automóviles a circular al paso, es decir, con una velocidad de unos 10 km/h, entre las ocho de la mañana y el atardecer (Loiseau-Van Baerle, 1991). En realidad la idea suponía una modificación de la práctica anterior al conflicto bélico, llevada a cabo en varias ciudades, que excluía el tráfico de ciertas calles durante periodos particulares del día (Hass-Klau, 1990a).

Una solución semejante se aplicó en los años cincuenta en varias decenas de ciudades alemanas que crearon "Spielstrassen", también, como su nombre indica, para ofrecer en la calle espacio de juego a los niños (Loiseau-Van Baerle, 1989).

Salvo esas contadas excepciones, las limitaciones de velocidad derivadas de la aplicación de criterios de "urbanidad" permanecen en un segundo plano hasta los años setenta, mientras que son los criterios puramente de seguridad vial los que

detienen la elevación de las velocidades máximas admitidas en ciudad.

Antes, ciertamente, ya se había expresado la conveniencia para la condición urbana y la calidad ambiental de las limitaciones de velocidad. Buchanan, al estudiar el centro histórico de la ciudad inglesa de Norwich, adelanta la importancia que tiene y que habrá de reconocerse a la velocidad en la gestión del tráfico:

"En los momentos actuales las velocidades quedan restringidas 'naturalmente', buena parte del tiempo, debido a la congestión; pero cuando la congestión se suaviza, entonces el límite de 30 millas por hora [50 km/h] pasa a ser legalmente posible. Y sin embargo, se mire por donde se mire, una velocidad de 30 millas por hora es demasiado alta en cualquier momento y para cualquier parte de la ciudad antigua. La opinión pública quizás no se halle preparada para una decisión en este sentido, al menos no por el momento, pero creemos que ese es un ejemplo de la severidad de la disciplina que es probable sea requerida en el futuro" (Buchanan, 1963, p.147).

Efectivamente, diez años más tarde, en algunos lugares la opinión pública empezó a estar preparada y a reclamar limitaciones mucho más estrictas para las velocidades de circulación, al menos al principio en las áreas residenciales. Ese es uno de los motivos que explican el éxito que alcanzaron los "woonerven" y otras fórmulas de coexistencia de tráfico en las que la limitación de velocidad es condición imprescindible.

La regulación "woonerf" estableció que los vehículos en el interior de estas áreas no podían circular a velocidad superior al paso de los peatones, lo que se interpretaba laxamente como

velocidades máximas de 15-20 km/h. Velocidades similares o incluso inferiores fueron adoptadas en otras modalidades de coexistencia desarrolladas en áreas residenciales alemanas y danesas también durante los años setenta.

Más tarde, la preocupación por la velocidad se extiende al resto de las zonas urbanas de modo que, en los años ochenta y primeros noventa, se generaliza la rebaja de la velocidad máxima general en ciudad a 50 km/h desde los 60 km/h que estipulaban las normas de la mayoría de los países europeos<sup>30</sup>. Incluso hay un creciente apoyo a rebajar incluso esos límites considerando que la velocidad máxima plenamente urbana es 30 km/h. Así lo interpreta la Asociación de Ciudades Alemanas (Deutscher Städtetag), que propuso introducir en aquel país la norma de 30 km/h y sólo permitir los 50 km/h en una red de vías prioritarias (Loiseau-van Baerle, 1991; Holzapfel, 1991).

Obviamente, la controversia acerca de las limitaciones se extendió desde bien pronto a los dispositivos para conseguir esas velocidades, pues se comprobó que su cumplimiento era escaso incluso con el concurso de la señalización correspondiente. Ya en 1928 un parlamentario inglés propuso la instalación de "lomos" o dispositivos similares para forzar la reducción de la velocidad de circulación, pero el rechazo por parte del grupo de presión pro-automóvil hizo que la propuesta se retrasara cincuenta años (Hass-Klau, 1990a).

Tomando ese mismo testigo, Alker Tripp publicó diez años más tarde un conocido libro titulado "Road Traffic and Its Control" en el que propone una jerarquía viaria que en su extremo

(30) A principios del siglo XX las ordenanzas municipales de las ciudades españolas establecían límites muy reducidos a la velocidad de circulación de los recién llegados automóviles. En Madrid, de los 10 km/h de 1903 o la "equivalente a un buen tronco de caballos" de

1913, se pasó a admitir los 40 km/h en 1924 y los 60 km/h en las ordenanzas de 1965 (Sanz, 1985). En 1992, la nueva legislación de seguridad vial rebajó la velocidad máxima en áreas urbanas a 50 km/h tal y como ocurría en la mayor parte de los demás países europeos. Esta

velocidad es de 40 km/h en Japón, mientras que en Estados Unidos, dependiendo de la legislación estatal, varía entre las 25 millas/h (40 km/h) y las 30 millas/h (48 km/h) para las calles que no forman parte de las arterias urbanas principales.

cuenta con calles locales en las que los peatones tienen prioridad y en las que la velocidad de circulación deben ser muy bajas: "deben ser de tal manera que no permitan atajar al tráfico de paso y no inciten a desarrollar altas velocidades" (citado por Hass-Klau, 1990a, p.150). Su idea de "recinto", mencionada más arriba como antecedente de las áreas ambientales de Buchanan, presupone un diseño "deliberadamente obstructivo" del tráfico veloz.

Es precisamente el diseño deliberadamente obstructivo de la velocidad lo que caracteriza la moderación del tráfico en las modernas áreas ambientales, en los "woonerven" y, también, en el tratamiento de las áreas 30 y del viario principal que se describe en los siguientes apartados.

En esa dirección, que reajusta a la baja las velocidades de circulación urbana y diseña las calles para que se cumplan los límites establecidos, intervienen las administraciones de todos los países europeos. "Tenemos el propósito de situar la velocidad en el centro del debate sobre la seguridad vial" afirmó el Ministerio de Transportes británico al explicar su política para reducir los accidentes de tráfico en un tercio para el año 2.000. Para ello, uno de los cinco elementos que determinaron su estrategia fue "introducir medidas de ingeniería para moderar la velocidad del tráfico" (Department of Transport, 1992).

### Las áreas ambientales y las supermanzanas

El concepto de área ambiental fue desarrollado por Buchanan en su famoso informe "Traffic in Towns" de 1963, a partir de la idea de "recinto" propuesta por Alker Tripp en 1938 y de la planificación urbanística llevada a cabo en Londres después de la guerra

(Tetlow y Goss, 1968). Su capacidad de orientar el diseño urbano se puso de manifiesto rápidamente en distintos países europeos y todavía se hace notar en la actualidad<sup>31</sup>.

La propuesta de Buchanan consistía en establecer una jerarquía del viario de manera que algunos conjuntos de calles, las "environmental areas", tuvieran una accesibilidad reducida mediante la instauración de sentidos únicos de circulación, creación de calles sin salida, giros obligatorios, etc., de modo que quedara disuadido el tráfico de paso y se redujera al mínimo el impacto ambiental de la motorización. Estas áreas ambientales podrían implantarse en zonas residenciales y también en zonas comerciales o industriales (Buchanan, 1963).

La gran novedad asociada a estas áreas fue la formulación del concepto de **capacidad ambiental**. Las vías no pueden ser valoradas y clasificadas exclusivamente en función de su capacidad para absorber flujos de tráfico, sino también en términos de capacidad ambiental, es decir, del número, tipo y velocidades máximas de los vehículos compatibles con ciertos niveles establecidos de calidad ambiental.

Buchanan sugirió algunos caminos para fijar esos niveles mínimos de calidad ambiental en relación a parámetros como el ruido o la contaminación atmosférica:

"Si se aceptara, por ejemplo, como norma que la gente tuviera que mantener una conversación normal en la acera, y sin tener que estar chillando de continuo, entonces sería posible definir un nivel de ruido aceptable en cuanto al tráfico".

"Y del mismo modo cabría también definir una norma en cuanto a la

contaminación atmosférica, la vibración, etc. Así sería posible asegurar en cualquier vía pública los referidos mínimos, a base de regular el número, velocidad o peso de los vehículos que por la misma circulasen" (Buchanan, 1963, p.68-9).

Pero también reconoce que la determinación de esos mínimos para aspectos como el peligro, la ansiedad o la intimidación es mucho más difícil. Desde entonces, los esfuerzos por fijar ese conjunto de niveles de calidad ambiental desde una perspectiva exclusivamente técnica se pueden considerar fracasados. Tal y como ocurre con los límites ambientales globales del transporte (Estevan y Sanz, 1995), los límites ambientales locales no son parámetros fijos de orden físico, sino que son establecidos social y políticamente.

Más allá de la posibilidad práctica de definir dichos mínimos y gestionar la circulación en consecuencia, la importancia de la idea de capacidad ambiental es que, por primera vez, adelantándose en más de una década a las preocupaciones que luego pasarían a primer plano, el medio ambiente se incluía en los criterios de diseño del viario y del tráfico. Desde el punto de vista teórico, la capacidad del viario pierde su omnipotencia para definir la estructura y función de la calle, y el medio ambiente empieza a intervenir para acotar los flujos de vehículos.

Casi simultáneamente, sin una conexión aparente con esa proposición teórica y vinculados a otros antecedentes de la teoría y práctica urbanísticas, se producen algunos ejemplos de ordenación circulatoria que presentan bastantes coincidencias con el concepto de área ambiental. En algunas ciudades como Bremen se crean, a partir de 1960, lo que se puede denominar como

(31) La guía oficial sueca de diseño y planificación del viario urbano incorporó el concepto de área ambiental ya en 1968 (Swedish National Board of Urban Planning, 1968). Y la guía danesa de

diseño viario en áreas urbanas se construye también sobre el principio del área ambiental, denominada en este caso "recinto de tráfico local" (Vejdirektoratet, 1991).

supermanzanas o células de tráfico destinadas a disuadir el tráfico de paso y crear unas condiciones mejores de habitabilidad en su interior.

A finales de los años sesenta y principios de los setenta del siglo XX, las células de tráfico, con referencia expresa al concepto de área ambiental o sin dicha referencia, se habían difundido sólidamente por varios países. En 1967 se aplicó el concepto en el barrio londinense de Pimlico y también en esos años se crearon áreas ambientales en las ciudades inglesas de Newcastle upon Tyne y Nottingham (1972). Fuera del Reino Unido los ejemplos más divulgados de células de tráfico se establecieron en las ciudades suecas de Gotemburgo y Uppsala, la francesa de Besançon y la japonesa de Nagoya.

En los años setenta, la evolución del concepto de área ambiental desembocó en la aplicación complementaria de medidas de reducción de la velocidad de los vehículos. Tal y como el propio Buchanan había señalado, la reducción del número de vehículos en un área ambiental tenía que acompañarse antes o después de una amortiguación de la velocidad de circulación en ella, por ser ésta un factor de la capacidad ambiental.

El ejemplo más característico para ilustrar esa evolución es el del barrio de Østerbro en Copenhague, con una población de 15.000 habitantes. En los primeros años setenta del siglo pasado se llevó a cabo un proyecto en el mencionado barrio para reducir la accidentalidad a través, no sólo de la disuasión del tráfico ajeno –célula de tráfico–, sino también de un amplio conjunto de medidas de restricción de la velocidad.

Los cierres de alguno de los accesos, los cambios en los sentidos de circulación y las prohibiciones de giro en alguna intersección se acompañaron de elevaciones del pavimento, ampliaciones de acera en esquinas, estrechamientos de calzada y



Salida de vehículos en el área ambiental de Pimlico (Londres).



Señal de área ambiental en un barrio de Londres.



Área ambiental de Østerbro (Copenhague).

otras medidas reductoras de la velocidad (Engel y Thomsen, 1983). Østerbro prelude así las áreas de limitación de velocidad conocidas como áreas 30, descritas más adelante.

En síntesis, las áreas ambientales constituyen, desde hace décadas, un instrumento para la moderación del tráfico en piezas particulares de la ciudad. Tienen, por consiguiente, las virtudes y las limitaciones de cualquier otra medida circunscrita a un espacio delimitado, aunque su capacidad de agrupamiento les da ventaja sobre otras medidas de ámbito habitualmente más reducido como las zonas peatonales. Su evaluación debe realizarse, por tanto, desde la moderación del tráfico global y desde la moderación del tráfico local. Hace falta asegurarse de que la capacidad para mejorar la habitabilidad y mostrar el aspecto de una ciudad menos dependiente del automóvil, que indudablemente poseen, no quedan empañadas por el incremento del tráfico en las zonas limítrofes.

### Las áreas de coexistencia de tráfico

La coexistencia pacífica de tráfico nace en Holanda y en el Reino Unido en los años sesenta del siglo XX, pero mientras que llega a un callejón sin salida en este último país, acaba extendiéndose imparablemente en y desde el primero.

A mitad de la década de los sesenta el gobierno británico inició una política de rehabilitación de barrios degradados que, con el nombre genérico de "General Improvement Areas" (GIA), actuaba tanto sobre la edificación como sobre el espacio público. Algunos de los tratamientos realizados en las calles incluidas en las GIA, con repavimentación indiferenciada de calzada y acera, plantación de arbolado, amueblamiento y ordenación del aparcamiento, prefiguran perfectamente las áreas de coexistencia actuales (Loiseau van-Baerle, 1991).

Quizás la razón del desconocimiento que existe sobre estas experiencias británicas en el terreno del espacio público se encuentra en el propio abandono de la política de rehabilitación de los GIA ocurrido a principios de los años setenta. Paradójicamente, cuando en otro rincón del continente empezaba a triunfar una concepción semejante del diseño de las calles residenciales, las de los GIA se iban transformando obra a obra para devolverles el aspecto clásico que habían tenido.

En efecto, hacia 1963, Niek De Boer, profesor de planeamiento urbano en una universidad holandesa, impulsó el debate sobre la posibilidad de integrar los distintos tipos de tráfico en el mismo espacio, sin diferenciación entre calzada y acera (Hass-Klau, 1990a). Pero no fue hasta unos años después cuando esta concepción pudo llevarse a la práctica de Delft y Gouda, gracias a la actitud decidida de los vecinos y a la receptividad de los técnicos municipales (Sanz, 1994d).

En algunas calles residenciales de las mencionadas ciudades holandesas se estableció, a principios de los años setenta, una nueva ordenación del espacio que luego sería denominado

**woonerf** (contracción de las palabras neerlandesas "woon" y "erf" que pueden traducirse por patio residencial).

En los "woonerven" (plural de "woonerf") se modifican los distintos elementos que configuran la calle y las reglas que rigen su utilización, con el fin de dar prioridad al peatón, a la estancia e, incluso, al juego infantil, sobre la función circulatoria. Desaparece la separación estricta entre calzada y acera, siendo el mobiliario, la disposición del aparcamiento, la pavimentación y la vegetación los elementos de diseño que contribuyen a generar el nuevo orden de prioridades y abrir el espacio a multitud de funciones antes aplastadas por la circulatoria.

El éxito de los primeros "woonerven" en aspectos como el de la accidentalidad, la calidad ambiental y paisajística y la aceptación ciudadana condujo a su institucionalización en el ámbito nacional. En 1976 el Ministerio de Transportes y Obras Públicas holandés introdujo una normativa a la que deberían acogerse las áreas que se deseaba transformar en "woonerf" (véase el capítulo de normativa).



Barrio de la ciudad holandesa de Delft en donde se implantó por primera vez la coexistencia de tráfico al estilo "woonerf".





Aspecto de "woonerf" en Delft (Holanda).

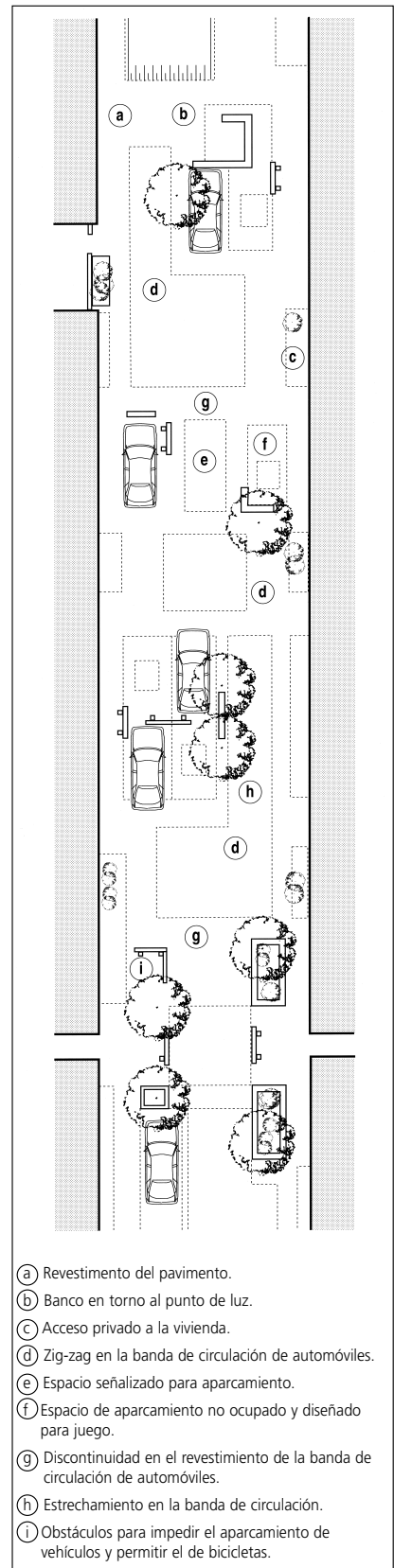


Calle residencial de coexistencia de tráfico en Copenhague. Velocidad limitada a 15 km/h y área central de juegos.

Desde entonces, la expansión del concepto por otros países y su adaptación a otras circunstancias urbanas y de tráfico no se ha detenido. En ese mismo año 1976 se iniciaron en la República Federal de Alemania y en Dinamarca una serie de iniciativas administrativas y proyectos que presentaban rasgos muy similares a los "woonerven"; un año más tarde la primera "rue résidentielle" a semejanza de las de los citados países fue creada en la ciudad suiza de Basilea a petición de los vecinos.

Al final de la década de los setenta esta modalidad de moderación local del tráfico ya contaba con centenares de ejemplos, estaba perfectamente integrada en el marco institucional de tratamiento del tráfico de los citados países europeos, se extendía por otros del subcontinente y encontraba eco en Australia y en los Estados Unidos.

Al mismo tiempo que se difundía por todo el mundo, el concepto "woonerf" evolucionaba en su propia cuna y se extendía y aplicaba en contextos urbanos no residenciales en los que



Área de coexistencia de tráfico tipo "woonerf". Ejemplo de ordenación en planta.



a)



b)



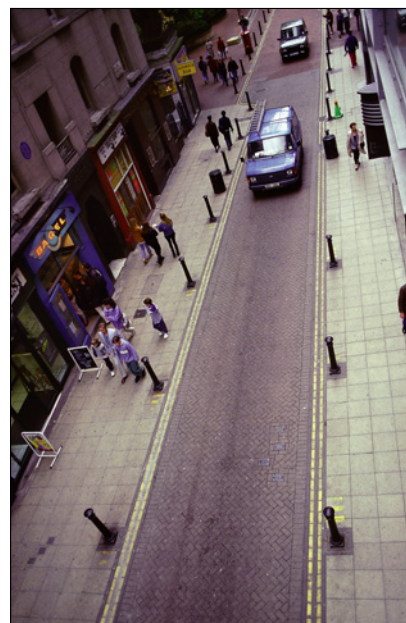
c)



d)



e)



f)

Diversas fórmulas de coexistencia de tráfico en a) y b) Gijón, c) Vallecas (Madrid), d) Tetuán (Madrid), e) y f) Londres.

carecía de fundamento legal. Para obviar ese tipo de situaciones la administración holandesa inició, a mitad de los años ochenta, un periodo de estudio que condujo a la sustitución de la normativa "woonerf" por otra de tipo más amplio conocida como normativa "erf" (véase el capítulo de normativa).

Con la nueva reglamentación, aprobada en 1988, se establecía también una aproximación a las experiencias llevadas a cabo en otros países con la introducción de una nueva señal de entrada y salida de este tipo de áreas que se correspondía con la recomendada por la Conferencia Europea de Ministros de Transportes (directiva (78)2) a partir de la experiencia alemana.

En los "erven" las vías se proyectan fundamentalmente para el tráfico lento con el fin de acentuar el carácter estancial frente al circulatorio. Los peatones tienen el derecho a usar todo el espacio de las calles del "erf" en las que no puede haber una sensación de separación entre calzada y acera. A diferencia de lo que ocurría con la normativa "woonerf", en la reglamentación "erf" se previene específicamente la posibilidad de que la falta de separación entre calzada y acera dé la impresión de que todo el

espacio es para los vehículos y queden en inferioridad de condiciones algunos grupos de usuarios como los viejos o los minusválidos.

Las condiciones para pasear y jugar se hacen óptimas, los vehículos a motor son meros invitados.

Consecuentemente, los "erven" no son solución para vías con mucho tráfico de paso o con una alta proporción de tráfico pesado, aunque sí pueden existir porcentajes razonables de ambos. La intensidad total del tráfico no debe ser muy alta para evitar la interferencia con la función hábitat; se suele recomendar un máximo de 100 vehículos por hora punta en las áreas de tipo residencial, y de hasta 300 vehículos en hora punta en las comerciales o en las situadas en los centros urbanos.

De esa restricción de la intensidad del tráfico, de la limitación que puede suponer la escasez de aparcamiento para los residentes y de la dificultad de integrar los grandes vehículos del transporte colectivo, se deduce que la aplicación de la coexistencia de tráfico propuesta en los "erven" sólo puede efectuarse en algunas tipologías urbanas.

Por ese motivo, desde los inicios de los "woonerven" y de otras normativas de

coexistencia de tráfico, los sectores ciudadanos y profesionales más críticos han señalado la necesidad y la insuficiencia de este tipo de esquemas, defendiendo que hace falta también afrontar el problema de la moderación del tráfico en el conjunto del viario urbano (Loiseau-van Baerle, 1989).

Sin olvidar esa referencia global de la moderación del tráfico, se han realizado considerables esfuerzos por adaptar la idea de la coexistencia a las variaciones del contexto urbano. Mientras que algunas áreas de coexistencia han acabado convirtiéndose en áreas peatonalizadas completamente, otras se han transformado en áreas de limitación de velocidad a 30 km/h y también hay ejemplos de tratamientos intermedios en los que se diseña una separación "débil" o "blanda" entre los espacios de circulación mecanizada y los espacios de circulación peatonal (Hass-Klau y otros, 1992).

### Las áreas 30

Un paso casi natural en la evolución de la moderación del tráfico consistió en la integración de las líneas de trabajo apuntadas con los proyectos de coexistencia de tráfico, con la creación de áreas ambientales y con las limitaciones de velocidad.

Cada una de esas prácticas se topan con dificultades de viabilidad y de eficacia en determinados contextos urbanos. El coste y la rigidez, junto a las intensidades máximas de tráfico, dificultan la creación de calles de coexistencia; las áreas ambientales tradicionales no resuelven el conflicto de la velocidad de circulación en su interior; y las normas de limitación de velocidad no se verifican sin cambios en la morfología de la calle.

En la búsqueda de soluciones más extensas, más flexibles y menos costosas, la integración implícita de esas tres prácticas preexistentes dio lugar a la creación de las denominadas calles o áreas 30, es decir, calle o zonas



"Erf", coexistencia de tráfico en área comercial de Delft (Holanda).

en las que se limita la velocidad de circulación a 30 km/h y se fuerza su cumplimiento mediante un diseño apropiado.

Inicialmente se incluyeron en esta modalidad algunos barrios en los que exclusivamente se introducía mediante señalización la limitación de velocidad. Pero en la actualidad, ante los bajos rendimientos moderadores de dicha opción, ha de descartarse la posibilidad de incluir esta fórmula como auténtica "área 30" y se reserva el concepto para zonas en las que además de señalización se aplican medidas de diseño del viario.

Entre el rediseño completo de la calle propio de las modalidades de coexistencia de tráfico y la mera señalización vertical indicando la velocidad límite, toda la gama de opciones de amortiguación del tráfico fue ensayada bajo esa denominación de "área 30".

También en este caso los países pioneros fueron Dinamarca y Holanda. Este último país aprobó ya en 1983 una normativa específica para su aplicación (véase el capítulo de normativa).

En el modelo holandés para estas "áreas 30", a diferencia de lo que ocurría en los "erven", los peatones no pueden utilizar libremente toda la superficie entre fachadas, pero siguen teniendo gran libertad y facilidad de movimiento en la medida en que pueden cruzar a su libre albedrío. Los dispositivos para moderar la velocidad del tráfico motorizado aprovechan la experiencia obtenida en las áreas de coexistencia, aunque en este caso los proyectistas encuentran un margen más amplio de elección. Las intensidades de tráfico máximas que pueden admitirse en ellas se sitúan en 200 vehículos en hora punta para las calles ordinarias de la zona, y se recomienda que no excedan los 400 vehículos en hora punta en las calles de acceso de la misma.



a)



b)



c)

Áreas 30 en a) Colonia y b) Berlín (Alemania) y c) Copenhague (Dinamarca).

El éxito que acompaña a esta nueva fórmula de gestionar el viario es rotundo. A finales de la década de los ochenta, prácticamente todos los municipios holandeses contaban con al menos un área de este tipo y sus posibilidades de expansión eran todavía enormes (Loiseau-van Baerle, 1991, de Wit, 1993), mientras que en 2002 las zonas 30 cubrían el 50% de las calles residenciales de todo el país (SWOV, 2004).

Las áreas 30 se extendieron en los años ochenta del siglo XX por centroeuropa, escandinavia y, poco a poco, por el resto de los países europeos. De hecho, quizás fueron al principio los alemanes los que con más entusiasmo la acogieron y extendieron, sobre todo a partir de la aceptación oficial como fórmula para el tratamiento del viario; reconocimiento que tuvo lugar provisionalmente en 1985 y de modo definitivo en 1990. Sólo en el estado federal de Renania del Norte-Westfalia había en 1993 15.000 áreas de este tipo o con restricciones más severas (Kniola, 1993).

En 1991 varias ciudades alemanas como Heidelberg o Friburgo contaban ya con "áreas 30" en todo el conjunto de sus zonas residenciales, de las que se excluían únicamente las vías principales (McClintock, 1992). Algo similar se produjo en 1995 en la ciudad suiza de Zúrich, en donde previamente se había extendido el concepto "área 30" a todo un distrito urbano (Stadtplanungsamt, s.f.). En la actualidad algunas ciudades europeas como Graz (Austria) y Estocolmo (Suecia) incluyen todo el viario a excepción del principal en áreas 30, lo que supone entre el 60 y el 80% del total de calles<sup>32</sup>. En Zúrich (Suiza) todos los barrios residenciales son también áreas 30 desde principios del siglo XXI<sup>33</sup>.

Esta posibilidad de extensión al conjunto de áreas residenciales o a distritos completos de una ciudad

amplifica la capacidad de cambio del modelo de movilidad que tienen las "áreas 30". La posibilidad de desviar los conflictos hacia los bordes de las zonas reordenadas se disipa.

### La amortiguación del tráfico en vías principales

Si las "áreas 30" pueden interpretarse como la evolución de las prácticas desarrolladas con la coexistencia de tráficos, con las áreas ambientales y con las limitaciones de velocidad, la amortiguación del tráfico en vías principales puede considerarse hija de los itinerarios peatonales, de la protección de ciclistas y transporte colectivo, y también de las restricciones de la velocidad de circulación.

En efecto, los instrumentos para la moderación del tráfico en vías de considerable intensidad de circulación se basan en la mejora de las condiciones de desplazamiento de los medios de transporte ambientalmente más benignos, lo que supone, sobre todo, un nuevo reparto del espacio en favor de estos últimos y un nuevo enfoque en la prioridad otorgada a cada uno en las intersecciones.

Un factor que estimuló esta extensión de la moderación del tráfico fue la importancia nada desdeñable que poseen las vías principales y travesías para el uso residencial y para otras actividades urbanas que merecen también una mejor calidad ambiental o una menor presión del tráfico. Además, suele ser en ellas en donde se concentra el grueso de la accidentalidad. Y en donde es más difícil el cruce peatonal transversal o longitudinal.

Cuando las vías principales empezaron a reclamar su derecho a no ser consideradas como sumideros del tráfico indeseable de las áreas vecinas, dos programas, impulsados por las administraciones centrales holandesa y alemana, abrieron el campo de las experiencias en su tratamiento.

El primero, denominado por las siglas BREV (Beschikking Rijksbedragen Experimentan in Verblijfsgebieden), fue puesto en marcha en 1977 por el gobierno holandés. Consistió en un sistema de subvenciones al que podían acogerse los ayuntamientos que



Tratamiento ambiental de una carretera en Dinamarca. Reducción de calzada por creación de pista bici y franja de aparcamiento y arbolado.

(32) En 1992 el Ministro de Transportes del Reino Unido indicó que el 80% del viario urbano del

país era susceptible de adoptar una tipología de "área 30" (Davis, A., 1992a).

(33) "Rue de l'Avenir". Nº 1/2001.

quisieran realizar proyectos de mejora de la seguridad de peatones y ciclistas no sólo a través de áreas de coexistencia y “áreas 30”, sino también mediante el tratamiento de vías de tráfico denso (Loiseau-van Baerle, 1989).

El segundo, iniciado en 1980 por tres ministerios de la República Federal de Alemania, fue desarrollado durante toda la década en seis ciudades. A diferencia de los proyectos de moderación del tráfico previos, lo que se pretendió entonces fue desarrollar una estrategia de reforma de la circulación de áreas de gran amplitud en las que se incluían vías de tráfico principal, y en las que, simultáneamente a las restricciones, se potenciaban de una manera integral los desplazamientos peatonales, ciclistas y del transporte colectivo (Döldissen y Draeger, 1990).

A partir de esos ejemplos y de iniciativas más aisladas en muchos otros lugares de Europa como Corbeil-Essonnes (Francia) o Borehamwood (Reino Unido), la moderación del tráfico en vías con intensidades de

tráfico superiores a los 20.000 vehículos/día fue convirtiéndose en una práctica habitual (Pharoah, 1991; Schlabach, 1991; CERTU, 1994).

Una línea reciente de trabajo en materia de reducción de la velocidad en vías principales es el concepto “conducir despacio, llegar rápido” (“Drive Slow, Go Fast”), desarrollado en Holanda, que busca reducir la velocidad pero hacer más homogéneos y continuos los flujos de vehículos mediante el rediseño de toda la sección viaria y de las intersecciones. Entre los años 2.000 y 2.003 la Agencia de la Energía holandesa financió cuatro experiencias piloto de aplicación de este concepto<sup>34</sup>.

Las técnicas de control de velocidad “conducir despacio, llegar rápido”, en lugar de apoyarse en dispositivos como los lomos, que pueden incidir negativamente en ciertos tipos de servicios de autobús o emergencias, se desarrollan a través de la reducción del número o del ancho de los carriles y del tratamiento de las intersecciones.



Vía de Malden (Holanda) rediseñada bajo el concepto de “conducir despacio, llegar rápido”.

## Las travesías

Casi en paralelo a los primeros esfuerzos para moderar el tráfico en vías principales, se llevaron a cabo proyectos de moderación de la circulación en travesías de población. Hasta esos momentos los conflictos entre “circulación” y “urbanidad”, derivados del paso de las carreteras por los núcleos urbanos y rurales, habían sido mitigados a través del reforzamiento del carácter circulatorio del tramo o de la construcción de una variante. Los costes y perjuicios que cualquiera de esas dos opciones tenían sugirieron una tercera alternativa a considerar; lo que los noruegos denominaron estrategia “C” o de amortiguación del tráfico para equilibrar las funciones circulatorias y urbanas de la vía (Statens Vegvesen, 1979).

También en este caso son dos iniciativas estatales de mediados de los ochenta del siglo pasado las que mejor ilustran el nuevo enfoque en relación a las travesías. Una es el proyecto denominado EMIL, que evaluó las consecuencias de la reordenación ambiental de travesías en tres ciudades danesas, las cuales tenían intensidades medias de tráfico de 3-4.000 vehículos/día. El éxito de la experiencia llevó a nuevas actuaciones en travesías de hasta 20.000 vehículos/día (Danish Road Directorate, 1993b).

La otra iniciativa ejemplar fue la impulsada por la administración francesa a partir de 1984 bajo el título “Ville plus sûre, quartiers sans accidents”, en la que de 43 proyectos realizados, 23 eran tratamientos de travesías. Los dos principales objetivos que propuso mostrar este programa son indicativos del cambio de actitud oficial que se había producido en esos años en relación a los conflictos entre “circulación” y “urbanidad”:

(34) Véase al respecto el proyecto europeo Snowball: [www.steer-snowball.info](http://www.steer-snowball.info)



Tratamiento de travesía en un núcleo rural de Alemania.



Tratamiento de travesía en un núcleo rural en El Hierro.

- que es posible organizar la coexistencia de los diferentes tipos de usuarios de la ciudad; los desplazamientos motorizados deben ser integrados mejor en la vida urbana.
- que se puede inducir a los conductores a adoptar un "comportamiento urbano" mediante las cualidades del entorno atravesado por la vía (CERTU, 1994, p.7).

El tratamiento de las travesías tiene en común con el resto de las prácticas descritas más arriba el que busca hacer compatibles el paso de la carretera con la habitabilidad de sus márgenes urbanos, reduciendo la peligrosidad, el ruido, la contaminación y el efecto barrera que todos esos factores sumados producen. Pero a diferencia de otras fórmulas, no busca tanto ni la reducción ni la integración de tráfico, sino la disminución de la velocidad de la circulación en el tramo urbano de la

carretera, el cual debe ser perfectamente percibido y diferenciado.

Con ese fin, la clave del diseño de las travesías son las "puertas" de la ciudad o conjunto de elementos que señalan el cambio de carácter de la vía al entrar/salir de la población. Se trata de encontrar mecanismos para modificar secuencialmente el comportamiento de los conductores de modo que pasen de los 80/100 a los 50 km/h o incluso menos de las zonas urbanas. En ocasiones los proyectistas se apoyan en elementos preexistentes como árboles al borde de la calzada o puentes (CERTU, 1994) que, en el enfoque tradicional de la ingeniería hubieran sido sacrificados en aras de una interpretación particular de la seguridad vial.

Lógicamente, si su propósito no es reducir la circulación sino amortiguar su velocidad y recuperar habitabilidad, los

resultados deben ser valorados desde esa óptica. Al no haberse producido un cambio sustancial en las causas que generan los desplazamientos, los pequeños incrementos del tiempo de recorrido y las hipotéticas incomodidades nuevas en la conducción –compensadas seguramente por los nuevos atractivos de las vías reordenadas– que pueden atribuirse al tratamiento de la travesía, no son suficientes para disuadir los desplazamientos o para cambiar los itinerarios habituales.

Por consiguiente, la gestión ambiental de las travesías de población presenta una mínima capacidad de moderación global del tráfico en relación a la que ofrece el tratamiento del viario principal de la ciudad, pero su efectividad a la hora de reducir la velocidad de circulación y mejorar la calidad urbana la convierten en una práctica convergente con el propósito de calmar la circulación.





### **3 Moderar el tráfico: el corazón de la nueva cultura de la movilidad urbana**



### 3.1. ORIGEN Y EVOLUCIÓN DE LA MODERACIÓN DEL TRÁFICO

La idea de moderar o reducir el tráfico fue una de las más inmediatas respuestas a las tempranas expresiones de la congestión automovilística. Las primeras fórmulas para la moderación del tráfico pueden ya encontrarse en los años veinte en las ciudades estadounidenses en las que la pionera llegada masiva de automóviles se acompañó necesariamente de congestión circulatoria. Igualmente se encuentran referencias en esos años de áreas liberadas del tráfico motorizado y reservadas a los peatones.

Conforme el proceso de motorización se extendió a otros países y conforme las soluciones basadas en la expansión ilimitada de las infraestructuras se mostraron insuficientes o incluso contraproducentes, buena parte de las respuestas de las administraciones encargadas de la gestión del tráfico se orientaron también a las restricciones de la circulación motorizada.

Así, en los años sesenta del siglo XX la totalidad de las grandes ciudades europeas empezaron a aplicar diversas modalidades de restricción del tráfico privado, muy especialmente a través del control del aparcamiento. La preocupación por las consecuencias del incremento del tráfico era ya central a los debates en las áreas urbanas y metropolitanas en esos años. En 1960 el Ministro de Transportes del Reino Unido encargó a Colin D. Buchanan un estudio del desarrollo a largo plazo del tráfico motorizado en las áreas urbanas y de los efectos que podría llegar a tener en ellas; el tráfico era ya

considerado como “una amenaza a la forma física de las ciudades tal y como nosotros las conocemos ahora” (Buchanan, 1963, p.17).

Entre las conclusiones del que sería luego conocido internacionalmente como “Informe Buchanan” se menciona la necesidad de que los planes de transporte incluyan ciertas medidas para influir sobre el uso del automóvil, citando expresamente las licencias de acceso a ciertas zonas urbanas, la tarificación del uso de las vías, el control del aparcamiento y las subvenciones al transporte colectivo<sup>35</sup>.

A partir de ese momento se fue extendiendo la idea de que no se podía de manera práctica suministrar el espacio que el crecimiento del tráfico demandaba. Cuatro años después de la publicación del informe “Buchanan”, otro documento oficial británico divulgaba el estado de conocimientos relativos a la manera de restringir el tráfico con el significativo título de “Better Use of Town Roads. The Report of a Study of the Means of Restraint of Traffic of Urban Roads” (“Un uso mejor de las vías urbanas. Informe sobre los medios para restringir el tráfico en las vías urbanas”). Las limitaciones del volumen de vehículos en las ciudades pasaban a considerarse un imperativo de la vida urbana derivado fundamentalmente de la amenaza de la congestión (Department of Environment, 1967).

En el resto de los países en proceso de hipermotorización, las intenciones y las propuestas también se fueron topando a lo largo de los años sesenta con la necesidad, aunque no siempre se

explicitara tan abiertamente como en el caso británico, de afrontar los problemas del crecimiento del tráfico empleando, en mayor o menor medida, instrumentos restrictivos de la demanda.

El aval internacional de las restricciones del tráfico lo dio, en los primeros años setenta, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), que incluyó entonces estas técnicas en su programa de investigaciones sobre el tráfico. Los intercambios de experiencias e información se multiplican a partir de un primer seminario internacional organizado en Colonia en 1971 (OECD, 1973). Tres años más tarde, cuando la propia OCDE envía un cuestionario a varios centenares de ciudades de todo el mundo para conocer las características y la extensión de las medidas para limitar la circulación, las respuestas muestran una generalización casi total de las restricciones al aparcamiento y una amplia aplicación de otras medidas de limitación del automóvil, de mejora del transporte colectivo, de creación de áreas peatonales, etc.

Finalmente, en ese caldo de cultivo de las iniciativas locales para afrontar el conflicto de la circulación masiva y como desarrollo del trabajo iniciado por la encuesta, la OCDE organizó en 1975 un seminario con el expresivo nombre de “Better towns with less traffic” (“Mejores ciudades con menos tráfico”) (OECD, 1975). La moderación del tráfico daba así sus primeros pasos firmes en el proceso de aceptación institucional internacional, aunque sólo fuera con un enfoque poco global y atendiera especialmente a problemas locales de

(35) En el prólogo de “Traffic in Towns”, edición resumida del informe “Buchanan”, Sir Geoffrey Crowther, que había sido nombrado por el Ministro de Transportes presidente de un grupo de supervisión del trabajo de Buchanan y sus colaboradores, describe perfectamente el estado de la cuestión en aquellos años: “Necesitamos con urgencia autovías en el interior de las ciudades, y no solamente entre ellas. Algún

método para limitar deliberadamente el número de autos privados que circulan por las ciudades –bien sea merced a unos tributos, o a la concesión de licencias–, es cosa que, sencillamente, ya no cabe evitar, por muy desagradable que nos resulte. Y también está claro que los sistemas de transporte público, hoy en franca decadencia, deberán ser estimulados a la par que extendidos” (Buchanan, 1963, p.12).

La creación de grandes infraestructuras para el automóvil, incluso en el interior de las ciudades, todavía estaba incluida en cabeza de las prioridades, pero la limitación del tráfico se apreciaba ya como imprescindible. La búsqueda contradictoria de una solución al problema del tráfico a través de medidas que lo estimulaban y de medidas que lo restringían recibió así la legitimación de los documentos oficiales.

congestión y, en segundo término, a la mejora de la calidad ambiental y la promoción del ahorro energético<sup>36</sup>.

En ese proceso de configuración de las técnicas de moderación del tráfico los argumentos justificatorios fueron cambiando conforme lo hacía el contexto social y técnico del tráfico y según la jerarquía de prioridades establecida en cada país. Inicialmente se trataba de resolver problemas de congestión circulatoria y, por tanto, de gestionar mejor la infraestructura existente, tal y como se deduce del propio nombre del informe británico citado más arriba –“Better use of town roads”–, cuyo asunto central es la contradicción entre el viario disponible y los deseos y demandas de desplazamiento motorizado.

Sin embargo, en los años setenta del siglo pasado se añadieron otras preocupaciones al discurso de las restricciones de tráfico. La reducción de la contaminación del aire justifica las políticas de moderación implantadas con motivo de la nueva legislación atmosférica estadounidense “Clean Air Amendments 1970” (Horowitz y Kuhrtz, 1974); mientras que la necesidad del ahorro energético está en el centro de los debates durante los momentos álgidos de las crisis petrolíferas de esa década.

Posteriormente se hicieron omnipresentes para su justificación conceptos tan amplios y ambiguos como la calidad de vida, el medio ambiente o, ya en los años noventa, la sostenibilidad, la movilidad sostenible.

Tampoco se pueden olvidar los múltiples ejemplos (es el caso de los programas del Estado alemán de Renania-Westfalia) en los que la moderación del tráfico se integró en el marco más general de la renovación urbana: la rehabilitación de los edificios estuvo indisolublemente unida a la rehabilitación del espacio público proporcionado por la moderación del tráfico.

Pero es sobre todo a partir de los ochenta del siglo XX cuando la seguridad vial se sitúa como eje principal de la moderación del tráfico en multitud de proyectos (es el caso del programa experimental francés “Ville plus sûre, quartier sans accidents”), posición que mantiene en los años noventa con la irrupción de nuevos conceptos de seguridad vial como la de **Visión Cero y Seguridad Vial Sostenible**.

En octubre de 1997 se aprobó en el parlamento de Suecia una nueva Ley de Seguridad Vial fundamentada en la denominada Visión Cero, una nueva manera de enfrentar el problema de la accidentalidad en las vías cuyo objetivo, y de ahí su nombre, es que nadie pueda morir o sufrir heridas graves debido al sistema de transportes por carretera<sup>37</sup>. No se trata de evitar que se produzcan accidentes, sino de evitar que en caso de que ocurran tengan como consecuencia la muerte o heridas graves de los usuarios de las vías.

La Visión Cero cambia el sentido de la responsabilidad en la seguridad vial. En el enfoque convencional es el usuario el que tiene casi la total responsabilidad en relación a la seguridad, debe por

tanto comportarse de manera que los accidentes no puedan producirse. Por el contrario, en la Visión Cero se establece explícitamente que la responsabilidad es compartida entre quienes diseñan el sistema y los usuarios del mismo.

La velocidad es uno de los factores esenciales del planteamiento de Visión Cero. A mayor seguridad de las vías y los vehículos se aceptan mayores velocidades de circulación. Para tener una idea de los que puede suponer este concepto en relación a la moderación del tráfico pueden reseñarse las acciones más importantes realizadas en la ciudad sueca de Trollhätan, entre 2000 y 2001, en uno de los proyectos pioneros de la Visión Cero<sup>38</sup>:

- Nuevos límites de velocidad para cada tramo de la red viaria. En las carreteras principales el límite se fijó en 90km/h, reduciéndose a 70 km/h en las intersecciones importantes. El viario urbano se regula a 50 km/h en caso de calles principales y a 30 km/h en el resto, allí donde es posible el contacto entre peatones, ciclistas y vehículos motorizados.
- Nuevos diseños de las carreteras principales con incorporación de barreras de cable entre las calzadas y respecto al exterior de la vía, protección o supresión de obstáculos laterales y creación de rotondas en intersecciones.
- Nuevos diseños de calles locales para el calmado del tráfico y la prioridad de peatones y ciclistas.

(36) El estado de opinión respecto a las restricciones de tráfico en aquellos años queda bien reflejado en una de las conclusiones del primer congreso de la OCDE sobre este tipo de técnicas celebrado en Colonia bajo el título “Techniques of improving urban conditions by restraint of road traffic”: “hay que reconocer que en muchas ciudades es imposible o incluso indeseable por razones de tipo financiero o ambiental, satisfacer todas las demandas del tráfico de automóviles” (OECD, 1973, p.11).

Pero fue el presidente del congreso, el alemán K. Krell, quien despejó la posible dudas sobre el alcance que tenían las medidas de restricción que se barajaban:

“debe quedar claro que la consideración de medidas restrictivas por parte de este simposium no forma parte de ninguna de esas campañas populares contra el uso del automóvil privado”. “En conclusión, las medidas para restringir el tráfico privado en los centros urbanos son razonables únicamente si contribuyen a asegurar y mejorar la capacidad operativa de las concentraciones urbanas y el desarrollo económico de los países muy industrializados” (OECD, 1973, p.20).

(37) Uno de los documentos de partida de este enfoque es “The zero vision. A road transport system free from serious health losses”, publicado por la Swedish National Road

Administration en 1996. El director general de seguridad vial sueco era, en esos años, Claes Tingvall cuyos artículos y publicaciones también pueden consultarse para comprender este nuevo enfoque. Por ejemplo, su ponencia presentada en la “6th ITE Conference Road Safety & Traffic Enforcement: Beyond 2.000” (Melbourne, 1999) tiene el significativo título de “Vision Zero. An ethical approach to safety and mobility”.

(38) Un resumen de las medidas llevadas a cabo en dicho programa se pueden encontrar en el texto “La teoría visión cero sobre seguridad vial”. Centro Zaragoza. 2003.

- Nuevos diseños de calles y carreteras dando prioridad al autobús. Por ejemplo, paradas de autobús que bloquean el tráfico mientras se produce la subida y bajada de viajeros.
- Nuevos sistemas para garantizar el cumplimiento de las nuevas reglas de velocidad y evitar las infracciones en los semáforos.

El otro concepto novedoso de los años noventa del siglo pasado en materia de seguridad vial, la Seguridad Vial Sostenible, con múltiples coincidencias con la Visión Cero, también tiene estrecha relación con la moderación del tráfico, como no podía ser menos procediendo de Holanda.

El enfoque "curativo" de la seguridad vial se completa en la Seguridad Vial Sostenible con el enfoque preventivo, que busca reducir la probabilidad de accidente antes de que ocurra, desarrollado a través de cuatro principales líneas estratégicas<sup>39</sup>:

- Composición y características de la red viaria.
- Política de movilidad.
- Planificación urbanística y ordenación del territorio.
- Comportamientos en la circulación.

Se define así un sistema sostenible de seguridad vial como aquel en el cual la infraestructura ha sido diseñada y adaptada a las limitaciones de la capacidad humana, lo que conduce necesariamente a las técnicas de diseño y gestión del viario propias de la moderación del tráfico.

Independientemente de los argumentos esgrimidos para moderar el tráfico, las diferencias entre los planteamientos de hace veinte o treinta años y la moderna concepción de la moderación del tráfico

residen fundamentalmente en dos elementos. El primero es la importancia que se otorga a la restricción no sólo del número sino de la velocidad de los vehículos, variable que se ha ido mostrando cada vez con mayor claridad como clave en la habitabilidad del espacio urbano que han de compartir las personas y el tráfico.

En segundo lugar, durante estas décadas, el concepto ha sido aplicado en ámbitos cada vez más diferentes y amplios, y con una orientación cada vez más clara en la dirección de la comprensión global de los conflictos del tráfico, evitándose con ello el cúmulo de contradicciones que se observaban en las políticas iniciales de moderación del tráfico, las cuales se simultaneaban con políticas de estímulo decidido del mismo mediante la creación de nuevas infraestructuras de acceso o aparcamiento.

Ese carácter amplio del ámbito de actuación, que elude el desplazamiento del problema a las zonas colindantes; ese enfoque integrador de los distintos aspectos del tráfico y de los diferentes medios de transporte, que multiplica el juego de instrumentos para el cambio; junto a la trascendencia con la que se contempla la velocidad, son la esencia de lo que a partir de entonces ha ido cristalizando en la idea global de moderación del tráfico.

Veinte años después de la conferencia de la OCDE, la moderación del tráfico se instaló sólidamente en el discurso institucional y en la práctica profesional de la planificación y gestión del tráfico. Así, por ejemplo, las actuaciones de moderación del tráfico formaron parte de las propuestas de la Unión Europea descritas en el "Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano" (Comisión de las Comunidades Europeas, 1990), en el "Libro Verde relativo al impacto del transporte sobre el medio ambiente" (Comisión de Comunidades

Europeas, 1992a) o en los documentos del grupo de expertos dedicados a reflexionar sobre "Ciudades Sostenibles". Es también la administración europea la que apoya diversas acciones "sin coches" como el día "sin coches" o la asociación de "Ciudades sin coches" que tienen la pretensión de extender las medidas de promoción de los modos de transporte más benignos ambientalmente y reducir el uso del automóvil.

Como síntomas de su aceptación profesional puede mencionarse su inclusión, a primeros de los años noventa del siglo pasado, en el programa de trabajo de la Asociación Internacional Permanente de los Congresos de la Carretera, la organización más reconocida en favor de la construcción de carreteras (Sloth, 1992); o los premios de la primera convocatoria sobre Seguridad del Tráfico, instituidos por la marca automovilística Volvo en 1986, cuyo galardón principal recayó en dos ingenieros-urbanistas holandeses que incansablemente habían batallado para calmar el tráfico. En su mensaje de agradecimiento en la entrega del premio, Vahl y Giskes no olvidaron el objetivo esencial de su trabajo:

*"El bombardeo de las ciudades y los pueblos por los vehículos a motor debe acabar. Tenemos el deber de reparar y reconstruir las cualidades perdidas de la vida urbana y construir ciudades basadas en la prioridad de la gente a pie sobre los coches. Los peatones deben tener la posibilidad de usar libremente todo el espacio público urbano"* (Vahl y Giskes, 1990, p.6).

Pero su mensaje no fue complaciente, la tarea de calmar el tráfico es gigantesca y, en ocasiones, frustrante en la medida en que los profesionales tienen sólo alguna de las llaves del problema que es, esencialmente, social y político.

(39) "Recommendations for traffic provisions in built-up areas". CROW. Ede, 1998.

*“Recibir este primer premio Volvo de Seguridad del Tráfico es una experiencia extraña y algo dolorosa. Día tras día, año tras año, las ciudades y pueblos son destruidos para permitir el paso del tráfico motorizado lo más rápido y confortablemente posible. Estamos bastante tristes porque sabemos lo poco que se ha conseguido y lo marginal que ha sido nuestro trabajo. Quizás este premio sea un signo, una llamada de atención del jurado para que algo cambie” (Vahl y Giskes, 1990, p.6).*

### 3.2. LAS INTERPRETACIONES DE LA IDEA DE MODERAR EL TRÁFICO

A grandes rasgos se puede decir que existen dos maneras de interpretar la idea de moderar el tráfico. Una, **restringida o parcial**, entiende la moderación de la circulación como la limitación de las velocidades excesivas en áreas urbanas, y no tiene, por tanto, referencia alguna al modelo de tráfico y transporte que alimenta el conflicto de la circulación.

La otra, **global**, asimila la idea de moderar el tráfico a la limitación no sólo de la velocidad sino también del número de vehículos que circulan, lo que la entronca o asocia con el concepto de “restricción del tráfico” difundido a partir de los años sesenta del siglo pasado. Esta interpretación de la moderación del tráfico desemboca necesariamente en una política global de transportes que, además de incluir la reducción de la velocidad de los vehículos como elemento imprescindible, trata también de la manera de restringir su número y potenciar el transporte colectivo, el peatonal y la bicicleta (Hass-Klau, 1990a y 1990b).

Los ingenieros holandeses Vahl y Giskes, citados anteriormente, lo expresaron con claridad:

*“(…) es esencial reducir las velocidades del tráfico aquí y ahora. Pero esto no basta. Será también necesario formular un programa de reconstrucción como si*

*un bombardeo automovilístico hubiera sucedido” (Vahl y Giskes, 1990, p.9)*

*“(la moderación del tráfico) implica no sólo un cambio en las prioridades establecidas entre los usuarios de las vías, o la reducción de la velocidad, sino también la restricción de la circulación a través del control del volumen del tráfico” (Vahl y Giskes, 1990, p.20)*

La interpretación reduccionista limita enormemente las posibilidades de aplicación de la idea o incluso puede llegar a convertirse en una “cortina de humo verde” (Whitelegg, 1990a) que oculte los problemas de fondo ambientales y sociales del tráfico y del transporte. De hecho se pueden citar ciudades que desarrollan al mismo tiempo políticas parciales de moderación del tráfico en ciertas calles y políticas de generación de tráfico a través de la construcción de aparcamientos en el centro (Whitelegg, 1990b) o todo tipo de infraestructuras viarias que estimulan la generación de desplazamientos en automóvil.

Además, la moderación del tráfico en una calle o área puede conducir a derivar el tráfico “salvaje” hacia otras, dejando en entredicho las ganancias reales en la habitabilidad del conjunto. Esas son quizás las razones principales para que en los últimos años se vaya imponiendo una interpretación global de la moderación de la circulación, tanto desde el punto de vista de la teoría como desde el punto de vista de las realizaciones prácticas que, consecuentemente, han ido extendiendo sus objetivos y sus ámbitos de aplicación:

*“En los Países Bajos, en Dinamarca, en Alemania, en Suiza o en Austria, se asiste a la emergencia de gestiones globales, caracterizadas por el paso desde la moderación de la velocidad (preocupación por la seguridad vial y el tratamiento del espacio público) a la moderación del volumen de tráfico en la ciudad (consideración del medio ambiente y control de los*

*desplazamientos)” (Gout, 1993a, p.43).*

Ese mismo proceso se ha seguido en Norteamérica, en donde la Asociación de Ingenieros de Transporte señala que el propósito más directo del “traffic calming” es “reducir la velocidad y el volumen del tráfico a niveles aceptables (interpretando “aceptables” como aquellos coherentes con la función jerárquica de la calle y la naturaleza de la actividad existente en sus bordes). La reducción de la velocidad y el volumen del tráfico son, sin embargo, medios para conseguir otros fines como la seguridad del tráfico y la vitalidad de la calle” (ITE, 1999. Capítulo 1, p 4).

Al margen de esas dos maneras principales de interpretar la moderación del tráfico, existen formas particulares derivadas de intereses también particulares. Los grupos de defensa de la bicicleta, por ejemplo, suelen apoyar la moderación del tráfico, pero tratan de evitar que los diseños concretos del viario hagan peligrosos o incómodos sus desplazamientos. Del mismo modo, las compañías y usuarios del transporte colectivo, beneficiarias de la reducción del tráfico, procuran que los dispositivos de disminución de la velocidad no supongan incomodidades a los pasajeros ni sobrecostes de mantenimiento de los vehículos. E incluso, dentro de la variada familia de asociaciones de automovilistas, las que apoyan la moderación del tráfico sugieren también criterios para velar por sus intereses.

En definitiva, la concepción global de la moderación del tráfico, ejecutada en un proceso de paulatina reducción del volumen y de la velocidad de los vehículos motorizados, busca controlar las tendencias dominantes de expansión de las necesidades de desplazamientos motorizados cada vez más veloces. De las metas concretas que se establezcan en ese proceso de reducción del número y velocidad de los vehículos dependerá la mayor o menor transformación requerida del modelo de movilidad y, con él, del modelo de ciudad.

<p>La evolución de la idea de moderar el tráfico ha sido lógicamente paralela a la de los términos utilizados para describirla aunque, claro está, el proceso ha estado y está trufado de diferencias idiomáticas y en la propia experiencia práctica de cada país.</p> <p>Durante los años sesenta, las limitaciones establecidas a la expansión del automóvil en los centros urbanos, en particular los controles de acceso y del aparcamiento en algunas áreas, fueron englobados bajo el término “<b>restricción del tráfico</b>” (“traffic restraint”) o “limitación de la circulación” (“limitation of the circulation”).</p> <p>Es en la década siguiente cuando aparecen los conceptos ligados a la reducción de las velocidades de la circulación y a la integración de los distintos tipos de tráfico en el mismo espacio viario. Las experiencias alemanas de integración de tráficos en áreas residenciales, desarrolladas a partir de los primeros ejemplos holandeses, son bautizadas con el</p>	<p>nombre de “Verkehrsberuhigung” que se puede traducir aproximadamente por “<b>tranquilización del tráfico</b>”.</p> <p>El significado de ese término alemán estuvo desde su origen expuesto a múltiples interpretaciones. Para algunos se trata exclusivamente de desviar el tráfico de paso de un barrio y reducir la velocidad del que permanece, pero para otros la “tranquilización” supone además la disminución general del tráfico automovilístico y el impulso de los desplazamientos peatonales, ciclistas o en transporte colectivo (Loiseau-van Baerle, 1989).</p> <p>En los años ochenta la “Verkehrsberuhigung” encuentra su reflejo en la lengua francesa con la traducción realizada por los suizos como “<b>moderación del tráfico</b>” (“Modération du trafic”), que sirve para denominar al conjunto de medidas destinadas a reducir la velocidad de circulación y repartir mejor el espacio público de la calle. Pero es la traducción literal al inglés de</p>	<p>“Verkehrsberuhigung”, “traffic calming”, la que consigue a finales de los años ochenta popularizarse en todo el mundo, también con divergentes interpretaciones sobre su significado<sup>40</sup>.</p> <p>Por eso, aunque para muchos el “traffic calming” o “tranquilización del tráfico” conduce necesariamente a la reducción no sólo de la velocidad sino también del volumen de vehículos motorizados, se utiliza sobre todo “traffic calming” para referirse a las técnicas de reducción de la velocidad de circulación.</p> <p>Cuando ese conjunto de términos llegan al castellano heredan la ambigüedad y la ambivalencia de sus originales francés, inglés o alemán<sup>41</sup>, aunque la falta de una difusión amplia permite todavía buscar un mayor rigor y una mayor utilidad en los términos que habrán de usarse en el futuro. Ese es el propósito del siguiente vocabulario.</p>
<p><b>Moderación del tráfico:</b> acción de moderar el tráfico, es decir, de introducir medidas que disminuyen el número y la velocidad de los vehículos.</p> <p><b>Restricción del tráfico o de la circulación motorizada:</b> introducción de medidas que disminuyen el número de vehículos motorizados en circulación o restringen la posibilidad de circular a determinado tipo de vehículos.</p> <p><b>Calmando o pacificación de tráfico.</b> Estos términos y los semejantes de amortiguación, atenuación, tranquilización, templado, enfriamiento o</p>	<p>pacificación del tráfico se aplican más a las técnicas de reducción de velocidad del tráfico y no siempre se asocian también a la reducción del número de vehículos.</p> <p><b>Calle o barrio “tranquilo” o calmado:</b> Área en la que se ha aplicado la moderación del tráfico a través del diseño del viario<sup>42</sup>.</p> <p><b>Calle o barrio de “coexistencia”:</b> área cuya funcionalidad y diseño está dirigida a integrar los diferentes tipos de tráfico sobre el mismo espacio, incluyendo a los peatones y ciclistas sin menoscabo de su seguridad. También se</p>	<p>utiliza el término calle <b>mixta</b> con el mismo propósito. En la legislación de seguridad vial el término utilizado es el de “calles residenciales”, a pesar de que, indudablemente, se debe utilizar y se utiliza en otros contextos urbanos. El término definitivo, que aúne la necesaria claridad técnica y la aceptación y uso social, está todavía por construir en castellano.</p> <p><b>Zona o área 30:</b> conjunto de calles en las que se aplica la limitación de velocidad de 30 km/h. a través de un tratamiento coherente del espacio viario.</p>

Vocabulario de la moderación del tráfico.

(40) Otros términos como el holandés “Verkeersleefbaarheid”, algo así como “tráfico convivencial”, “Wohnstrassen” –calles habitables–, “via abitabili” en italiano, o el danés “Trafiksanerling”, no han tenido una trascendencia internacional similar. Lo mismo ocurre con el concepto de Environmental Traffic Management (ETM), Ordenación Ambiental del Tráfico, con el que distintos autores anglosajones identifican la moderación global del tráfico y la diferencian del tradicional Traffic Management (Tolley, 1990a).

(41) La traducción del alemán de “La ciudad peatonal” (Peters, 1979) emplea los conceptos “coexistencia de tráficos” y “calles de coexistencia” o “mixtas” para describir la experiencia de los “woonerven” holandeses, así como “tráfico atenuado” y “calles habitables”, siendo los dos primeros los que más se han utilizado desde entonces (Molina y Sanz, 1980). En los primeros años noventa De la Hoz y Pozueta asimilan “traffic calming” a “moderación del tráfico”, interpretando este concepto con cierta ambigüedad, pues si bien mencionan que, en algunas circunstancias, “moderación del tráfico y

moderación de la velocidad se consideran prácticamente sinónimos”, también indican que la moderación de la velocidad de circulación es un aspecto de la moderación general del tráfico (De la Hoz y Pozueta, 1991).

(42) En otros idiomas los cambios normativos han ido construyendo conceptos equivalentes a los “woonerf” o a los “erf” holandeses, de manera que en el Reino Unido el concepto equivalente es el de “home zones”, en países francófonos el de “zones de rencontre” y en la zona germánica de Suiza el de “Begegnungszonen”.

### 3.3. BENEFICIOS DE LA REDUCCIÓN DEL NÚMERO Y LA VELOCIDAD DE LOS VEHÍCULOS

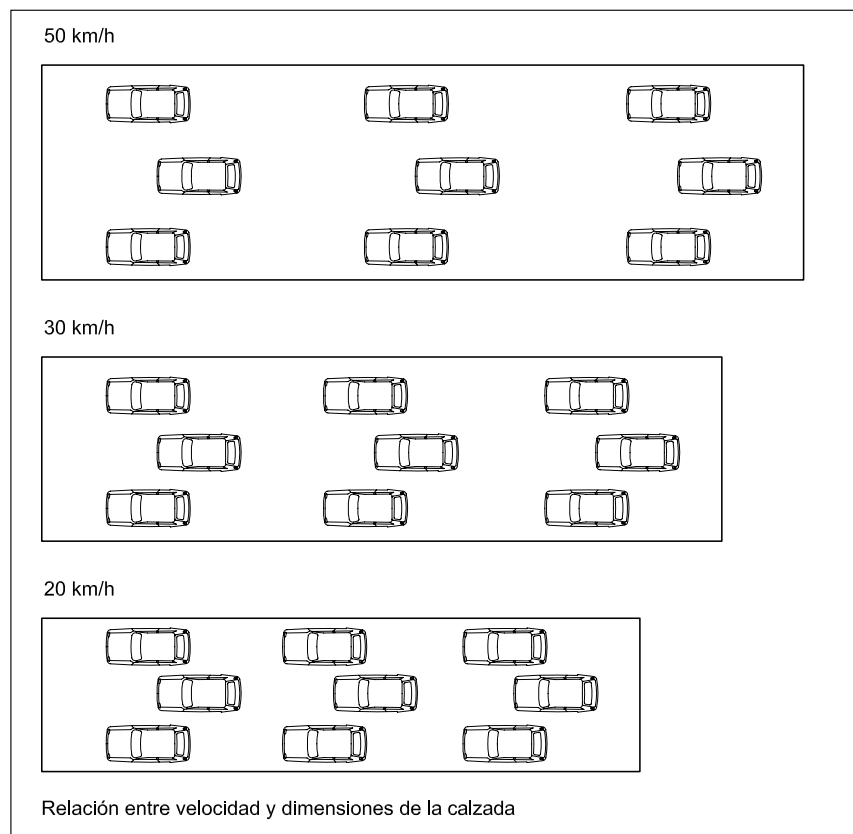
Los conflictos económicos, sociales y ambientales del modelo de movilidad vigente son evidentemente paliados o acotados a través de la reducción del número de vehículos circulando, pero suele ser menos comprendida la importancia y el significado de la reducción de la velocidad de circulación, en relación no sólo a las consecuencias sociales del tráfico, sino también a la configuración de la morfología y la estructura urbana.

Allí donde la reflexión integral tráfico-ciudad ha empezado a desbordar los criterios clásicos de la ingeniería, la velocidad cobra un papel crucial. En Dinamarca, la metodología oficial para la planificación y el diseño del tráfico en áreas urbanas gira en gran parte en torno a la velocidad, a la modulación de la velocidad como criterio jerárquico del viario, a la velocidad deseable para cada vía de la ciudad (Vejdirektoratet, 1991).

Por el contrario, en lugares en los que todavía prima el diseño viario maximador de los flujos y de sus velocidades se pueden encontrar rechazos irracionales al control de la velocidad y argumentaciones poco fundamentadas en su contra. Por ejemplo, la primera reacción ante la propuesta de reducir la velocidad de circulación suele ser la de temer un incremento de la congestión.

Sin embargo, hay que recordar que los modelos aplicados a vías urbanas muestran cómo la máxima capacidad se obtiene con velocidades de circulación situadas entre 30 y 60 km/h, alcanzando su máximo alrededor de los 45 km/h. La reducción de la velocidad supone la disminución del espaciamiento para el cruce o el adelantamiento, así como la reducción de la distancia de seguridad entre vehículos.

Además, esos resultados son propios de regímenes continuos de circulación, mientras que las ciudades muestran una circulación discontinua derivada de



Incremento del espacio necesario para la circulación en función de la velocidad.

las intersecciones con otras vías o con flujos peatonales. Por esa razón hay autores que sostienen que tanto desde el punto de vista teórico como de la experiencia, la máxima capacidad de las zonas reguladas por semáforos en ciudades como las españolas se obtiene con velocidades entre los 14 y los 16 km/h (De la Rica, 1993).

Por consiguiente, las limitaciones de velocidad que se han generalizado en Europa, los 15 km/h en las denominadas áreas de coexistencia de tráfico o los 30 km/h en llamadas "áreas 30", no ponen en cuestión la capacidad del viario sino todo lo contrario.

Pero si las repercusiones para la capacidad de las vías no son significativas, las repercusiones para la calidad de vida de las ciudades derivadas de la reducción de las velocidades de circulación son enormes. La disminución del peligro y del riesgo de la circulación, que conlleva la

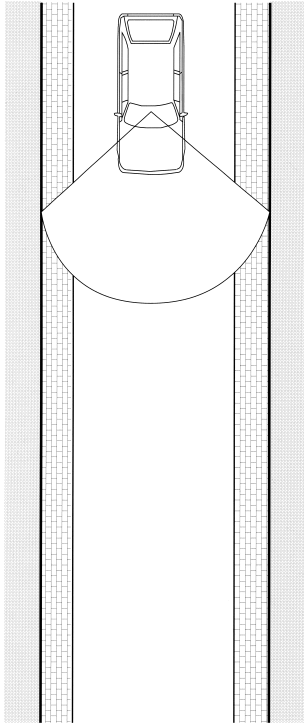
reducción de la velocidad, se reflejan en el florecimiento del resto de las funciones urbanas que puede acoger la calle (la conversación, el juego, la estancia, etc.) y, por tanto, en la reconstrucción de la convivencialidad y la sociabilidad del espacio público.

Para valorar las reducciones del peligro y del riesgo que pueden asociarse a la moderación de la velocidad de circulación hace falta recordar algunas consecuencias de la velocidad para la relación entre el conductor y el entorno por el que circula.

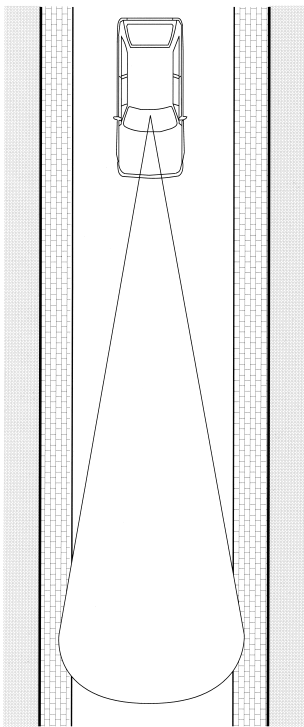
En primer lugar, la velocidad modifica el cono de atención del conductor de un vehículo: a mayor velocidad el cono se estrecha y los sucesos que ocurren en los laterales cerca del vehículo –peatones que desean cruzar, niños que irrumpen en la calzada– pasan más desapercibidos. El conductor veloz se hace ajeno al espacio por el que circula.



El campo de atención del automovilista a distintas velocidades.



25 km/h.



50 km/h.

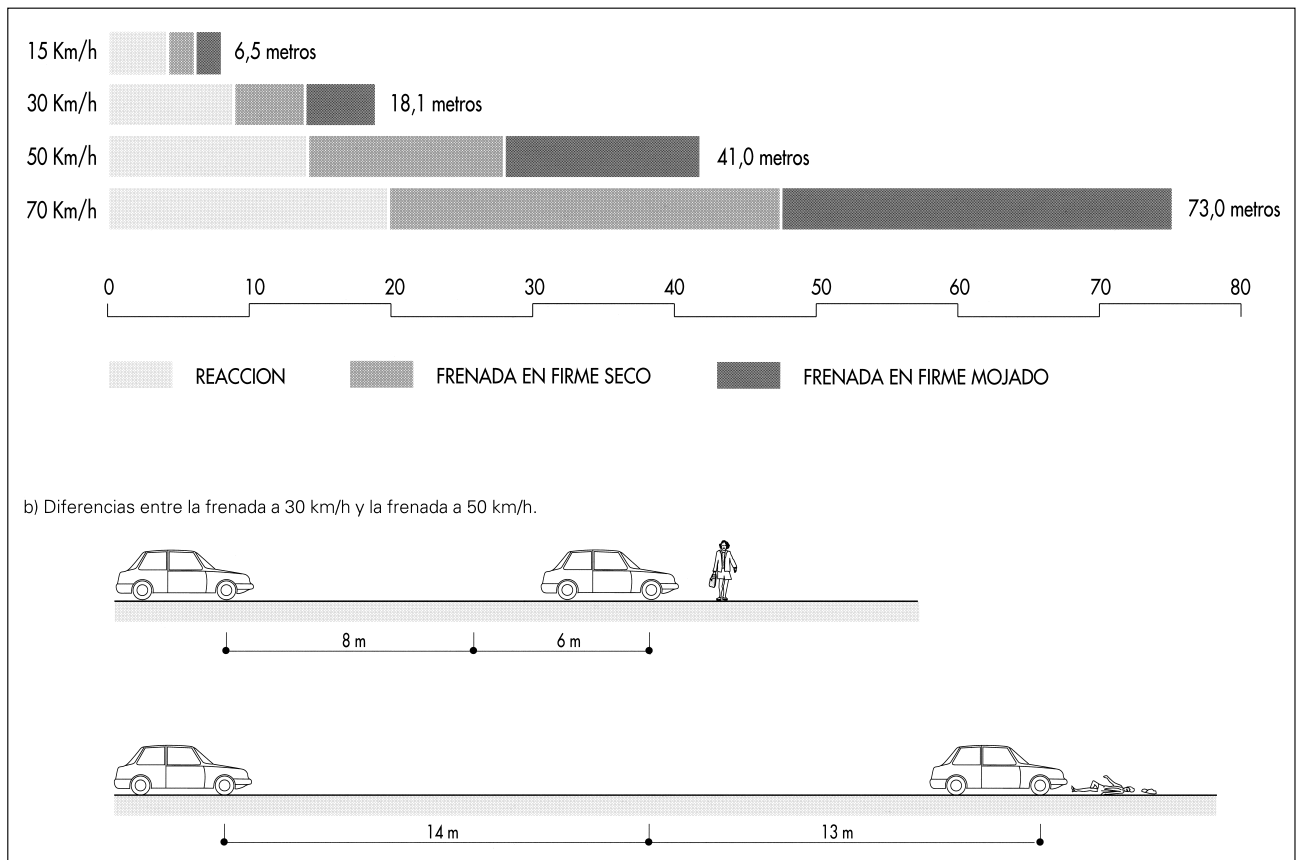


El campo de atención del automovilista a diferentes velocidades.

Tabla 1. Velocidad y peligrosidad en atropellos.

Velocidad de colisión	Probabilidad de fallecimiento (%)
80	100
60	85
40	30
20	10

Fuente: Bonanomi, 1990.



Distancias de reacción y frenada de un automóvil<sup>43</sup>.

En segundo lugar, la velocidad es una de las variables que definen y miden el peligro del tráfico: a mayor velocidad mayor capacidad de hacer daño y provocar destrucción. La energía de choque derivada de una colisión sigue la fórmula  $E=1/2mv^2$  de manera que la energía disipada a 20 km/h representa un 16% de la disipada a 50 km/h. Esa

capacidad destructiva explica también la mortalidad peatonal resultante de atropellos a distintas velocidades.

Traducir esas cifras relativas a la velocidad de colisión a cifras correspondientes a velocidad de circulación es una operación compleja cuyos resultados, según Pasanen y

Salmivaara, indican que la seguridad de los peatones depende extraordinariamente de la velocidad del vehículo: "Una velocidad de 50 km/h incrementa el riesgo de muerte casi ocho veces en comparación con la de 30 km/h y 2,6 veces en comparación con la de 40 km/h" (Pasanen y Salmivaara, 1993, p.308; Pasanen, 2001).

(43) Para realizar los cálculos de distancia recorrida durante la frenada se han utilizado las siguientes hipótesis y fórmulas:

$$v_f = v_0 + at$$

$$e = v_0 t + \frac{1}{2} at^2 \quad e = \frac{-1}{2} (v_0^2 / a)$$

donde  
 $v_f$  = velocidad final = 0  
 $v_0$  = velocidad al inicio de la frenada.  
 $e$  = espacio recorrido.  
 $a = -7 \text{ m/seg}^2$  en firme seco.  
 $a = -3,5 \text{ m/seg}^2$  en firme mojado.

El tiempo de reacción necesario para accionar el freno se ha supuesto de 1 segundo, lo que se corresponde con una atención relativamente concentrada del conductor.

Una parada de emergencia de un automóvil ante cualquier incidencia observada en la vía requiere un tiempo de reacción –hasta el accionamiento del freno– y un tiempo de desaceleración –hasta su parada completa–, los cuales se traducen en una distancia total de frenada que se incrementa con la velocidad de circulación.

Las investigaciones relativas a la capacidad de reacción de los conductores ante un incidente en la vía señalan que, en momentos de atención concentrada, el tiempo de reacción ronda los 0,75-1 segundos, mientras que con una conducción de atención más difusa ese tiempo de reacción puede alcanzar los 2 segundos. Por su parte, la capacidad de frenada también tiene distintos márgenes en función del estado del vehículo y de la calzada, pero suele admitirse una desaceleración en firme seco de 7-8 metros/seg.<sup>2</sup> y de 3-4 metros/seg.<sup>2</sup> en firme mojado (Ministerium für Wirtschaft und Verkehr Rheinland-Pfalz, 1990; CETUR, s.f.).

En el supuesto de que el conductor mantenga una atención relativamente concentrada y el firme esté seco, la distancia de parada a 30 km/h será de unos trece metros, mientras que a 50 km/h será más del doble, con el consiguiente incremento en el dominio del espacio por parte del automóvil y en la peligrosidad del mismo.

Todo ello explica parcialmente el éxito en la reducción de los accidentes derivado de la introducción de medidas de amortiguación de la velocidad de los vehículos. Las investigaciones “antes y después” realizadas en numerosos países y ciudades registran importantes aunque variables reducciones del número de accidentes y de su gravedad. Un meta-análisis basado en 33 estudios

internacionales sobre los efectos del calmado del tráfico mostró reducciones del 25% en los accidentes con víctimas en áreas residenciales con dispositivos de amortiguación de la velocidad y del 10% en vías distribuidoras<sup>44</sup>. Las reducciones del número de accidentes suelen ser también elevadas con la implantación de áreas 30, tal y como se comprobó en un análisis de 78 de ese tipo de esquemas en Londres que registraron una disminución media del 42% de los accidentes con víctimas (Transport for London, 2003).

En una prueba piloto, previa a la extensión de las áreas 30 en Barcelona, realizada en el barrio de Sant Andreu en 2006, se registró una reducción del 27% en la accidentalidad al mismo tiempo que se incrementó el tránsito peatonal y ciclista<sup>45</sup>.

Hay que advertir, en cualquier caso, que no deben establecerse predicciones simples en relación a los resultados para la accidentalidad de la pacificación del tráfico, pues también en este ámbito operan las fuerzas de la compensación del riesgo, produciéndose cambios en los comportamientos de los usuarios vulnerables de la calle, de manera que una parte de los efectos resultan compensados por una actitud más arriesgada, por ejemplo, de peatones y ciclistas o por la migración de accidentes<sup>46</sup>.

La velocidad es también un factor esencial en el consumo energético de los vehículos, en sus emisiones contaminantes y en el ruido que producen al circular. Sin embargo, las reducciones de velocidad en ciudad no tienen en estos casos una traducción tan directa en mejoras ambientales como la tienen en la disminución de la peligrosidad del tráfico. La razón es que

el automóvil tipo que hoy se fabrica alcanza su máxima eficacia energética a velocidades que rondan los 70-80 km/h dependiendo del cubaje y de que el motor sea diesel o gasolina; se trata, por tanto, de vehículos diseñados para circulación en carretera y no en medio urbano.

De esa manera, los ahorros energéticos –y las correspondientes disminuciones de la emisión de contaminantes– registrados en distintas experiencias de reducción de la velocidad, son sobre todo el fruto de los cambios en el comportamiento de los conductores. Las limitaciones de velocidad suelen inducir un apaciguamiento del estilo agresivo de conducción, es decir, del que apura las aceleraciones y frenadas y que se corresponde con los más altas necesidades de combustible y las mayores emisiones de contaminantes.

Por consiguiente, la reducción de la velocidad tiene una incidencia relativamente pequeña en relación a los objetivos de aminorar el uso de recursos energéticos y restringir las emisiones de elementos contaminantes a la atmósfera por parte del tráfico. Objetivos que para afrontarse de una manera decidida requieren la reducción del número de vehículos y no sólo su velocidad.

El otro gran aspecto del conflicto ambiental del tráfico urbano, el ruido, tiene una conexión más estrecha con la velocidad. Al ser proporcional a la velocidad de circulación, y al agravarse con las modalidades agresivas de conducción antes citadas, la rebaja en los nivel de ruido suele reflejarse en las evaluaciones de las experiencias de limitación de velocidad; aunque obviamente las reducciones más drásticas de los niveles acústicos se

(44) Elvik, R. (2001). “Area-wide urban traffic calming schemes; a meta-analysis of safety effects”. Artículo de la revista “Accident Analysis and Prevention, 33, 327-336”, citado en Van Schagen, I. (ed.) (2003).

(45) “Zones 30 a Barcelona. A poc a poc és millor per a tothom”. Seguretat i Mobilitat. Ajuntament de Barcelona. Enero 2007.

(46) Las limitaciones del “traffic calming” deducidas de la teoría del riesgo homeostático se describen en “Traffic calming: a promise unfulfilled”. G. J.S. Wilde. 1999. [www.drivers.com/article/303/](http://www.drivers.com/article/303/).

derivan de la disminución del número de fuentes emisoras.

En síntesis, la reducción del número y la de la velocidad de los vehículos tienen una capacidad transformadora diversa y complementaria sobre cada faceta del conflicto ambiental y social del tráfico. Por tanto, sólo la aplicación simultánea y coordinada de las dos reducciones, lo que se ha denominado aquí la moderación global del tráfico, parece ofrecer cimientos suficientemente sólidos para paliar los problemas ambientales y sociales de las ciudades.

### 3.4. ALGUNOS DEBATES SUSCITADOS POR LA MODERACIÓN DEL TRÁFICO

En el conjunto de debates que configuran la historia del urbanismo contemporáneo el tráfico ha ido cobrando una relevancia creciente, en correspondencia con su también creciente presencia en las calles y en el modo de vida urbano. Por ello, la posibilidad de moderar el tráfico modifica sustancialmente las perspectivas de buena parte de los campos de la discusión urbanística.

Indudablemente este no es el lugar adecuado para revisar las ideologías y las prácticas urbanísticas a la luz de sus propuestas en relación al viario o a las calles. Ni tampoco en relación a sus consecuencias para el modelo de tráfico y transportes o para la forma en que se generan y satisfacen las necesidades de desplazamiento de personas y mercancías.

Sin embargo, sin desbordar el campo de medidas y soluciones relativas al diseño del espacio público y a la gestión de la circulación, es conveniente plantear brevemente el modo en que el concepto de moderación del tráfico sugiere nuevos interrogantes urbanos y reaviva otros. En particular aquellos que revelan lo que para algunos puede ser sorprendentes derivaciones del problema del tráfico hacia lo social: hacia la habitabilidad de

la calle, hacia el bienestar social y ambiental como ampliación del objeto de estudio de la ingeniería del tráfico y hacia los comportamientos humanos como extensión del propósito de la seguridad vial.

Derivaciones que han de afrontarse para hacer viable la moderación de la circulación que, lejos de ser un problema esencialmente técnico, deviene así en un problema social, cultural y político, eso sí, con consecuencias técnicas.

#### La calle

El concepto de calle no es tan trivial como a primera vista pudiera parecer; para algunos propósitos puede definirse morfológicamente, pero para otros ha de relacionarse con el conjunto de actividades que acoge o con las formas culturales que los determinan (Rapoport, 1991).

La moderación del tráfico, en la medida en que modifica el aspecto y el reparto de la calle –su morfología– y el modo en que se utiliza –su funcionalidad–, facilita el desarrollo de ciertas concepciones particulares del espacio callejero y fricciona con otras.

En este aspecto, como en tantos otros del urbanismo, la reflexión teórica de Ildelfonso Cerdá permite desbrozar el terreno con contundencia, a pesar del casi siglo y medio transcurrido desde su formulación, y a pesar también de que ni el automóvil ni su masificación habían sido imaginados en los tiempos del urbanista catalán.

Cerdá presenta en sus textos teóricos una concepción integral de la calle que “debe ser considerada (...) bajo el doble concepto de patio o ante-patio de la casa y de vía pública” (Cerdá, 1861, p.136). La coincidencia terminológica de esa idea con los “woonerven” o “patios residenciales” holandeses, descritos en el capítulo precedente, revela una búsqueda común de la habitabilidad de la calle frente a la vialidad excluyente.

Aunque mantiene que es en la vialidad en donde ha de descansar todo proyecto de reforma urbana, no por ello deja de insistir en el objetivo de las calles: “Más al trazarlas [las vías], no se crea que olvida [el facultativo] su fin principal que es el mejoramiento de la habitabilidad” (Cerdá, 1861, p.177).

“Es muy sensible y doloroso para la ciencia, que la costumbre de llamar calle a la vía pública haya hecho olvidar hasta el presente ese otro destino tan útil, tan importante, tan necesario y esencial (...). Y es doloroso porque de no haberse considerado bajo este concepto la calle, han emanado y están emanando perjuicios e injusticias sin cuento” (Cerdá, 1861, p.135-6).

Mientras el trabajo teórico del ingeniero catalán se empolvaba en oscuras estanterías de un país de la periferia europea, las diferentes ideologías urbanísticas que fueron saliendo a la palestra estuvieron unidas casi unánimemente por el rechazo a la calle tradicional y resultaron, por tanto, poco cuidadosas con la búsqueda de soluciones que integraran acceso y vía, habitabilidad y movilidad.

Una de ellas, el funcionalismo, que habría de dominar la ideología y la práctica urbanística a partir de los años treinta de este siglo, propone en su texto fundacional de 1933, la Carta de Atenas, que:

“Las construcciones levantadas a lo largo de las vías de comunicación y en las proximidades de los cruces son perjudiciales para la habitabilidad: ruidos, polvo y gases nocivos.

“Si se pretende tener en cuenta esta prohibición, en lo sucesivo deberán asignarse zonas independientes a la habitación y la circulación. Entonces la casa dejará de estar soldada a la calle a través de la acera” (Le Corbusier, 1933, p.46).

Es cierto que la producción teórica de Le Corbusier, mentor del funcionalismo, ofrece múltiples aspectos

contradictorios y que la evolución de su trabajo de planificación añade sustanciales transformaciones y ajustes de los planteamientos teóricos iniciales, incluyendo aquellos relativos a la configuración del viario y a las funciones y concepto de "calle". Es cierto también que los resultados del movimiento moderno o funcionalista son muy diversos en cada parte del mundo. Pero todo ello no quita para que puedan encontrarse nexos comunes en la gruesa corriente funcionalista.

Uno de ellos es precisamente la quiebra entre la vivienda y el espacio público callejero. Las calles tradicionales flanqueadas por edificios que les prestan su fachada y cobijo, dan paso a la edificación de bloques abiertos, aislados, rodeados de jardines y aparcamientos, en la que se rompe efectivamente la ligazón acera-edificio y, consecuentemente, las formas de utilización y de convivencia que propicia la calle-corredor.

La reacción más sonada frente a la concepción de la calle que arrastró el movimiento moderno fue la ya clásica obra de Jane Jacobs, "The Death and Life of Great American Cities" ("Vida y muerte de las grandes ciudades americanas"), en la que se revaloriza la vida callejera y el carácter indisoluble de vías y edificios:

"una acera por sí misma no es nada, significa algo en relación a los edificios y usos que la flanquean" (Jacobs, 1961, p.39)

La obra de Jacobs no se puede desligar de las circunstancias que vivieron las ciudades estadounidenses desde finales de los años cincuenta del siglo XX, un período en el que se desencadenaron múltiples e importantes revueltas contra la construcción de autovías urbanas que, de un modo casi natural, hicieron volver la mirada de muchos profesionales hacia las calles tradicionales. Por eso también se explica cómo, a pesar de la perspectiva

tan radicalmente diferente de la calle que suponía la crítica de Jacobs, el revulsivo intelectual que provocó fue de suficiente calado como para que a partir de entonces la práctica y la teoría urbanística admitieran paulatinamente algunas de sus conclusiones (Ellis, 1990).

Obviamente, la moderación del tráfico, tal y como se define en este trabajo, entronca con la concepción cerdiana y con la reacción antifuncionalista para reclamar el carácter plural de la calle, un espacio en el que se ha de desarrollar la circulación pero también la habitación. Reducir el número y la velocidad de los vehículos no es un fin en sí mismo, sino un instrumento para la mejora de la calidad ambiental y habitacional de las vías.

Aunque es posible moderar el tráfico en cualquier tipología urbana mediante la gestión y diseño del viario, en cada una ofrece distintos resultados. Allí donde la estructura urbana se ha pensado y desarrollado más a partir de las vías que de las calles, la moderación del tráfico encontrará mayores dificultades para hacer florecer el atractivo de la vida callejera. De la misma manera, la moderación del tráfico en tejidos urbanos de baja o muy baja densidad puede cambiar drásticamente el uso de las vías y la dependencia respecto al automóvil o los vehículos motorizados, pero nunca se traducirá en la densidad de sucesos callejeros que caracterizan las tipologías más compactas.

En síntesis, la moderación del tráfico puede contribuir a que se verifiquen las condiciones necesarias para el desarrollo del concepto de calle propuesto por Cerdá y, al mismo tiempo, aporta nuevos aires al debate sobre el modelo de ciudad y las relaciones entre viario y la edificación.

### **La ingeniería como economía**

En paralelo a esa vindicación de la calle como espacio habitable, Cerdá

pretendió aplicar el método científico a la circulación y para ello analiza sus características y demandas que resultan ser específicas para cada medio de transporte y cada uso:

"el movimiento directo tiene una exigencia y otra el transversal: una tiene el que va a pie, otra el que va a caballo o en carruaje, (...): una el que marcha con velocidad y otra el que va pausadamente".

Y deduce también la "primera ley de la vialidad": la continuidad del movimiento (Soria, 1995). Especialización y continuidad serían efectivamente, claro que sin referencia al ingeniero catalán, los criterios centrales subyacentes en todo el desarrollo de la ingeniería del tráfico y que se transmitirían a partir de ella a la planificación urbana.

Especialización y segregación, son por ejemplo, los criterios que proclama el ideal del movimiento moderno:

"La circulación se desdoblará por medio de vías de recorrido lento para uso de los peatones y vías de recorrido rápido para uso de vehículos. Cada una de estas vías desempeñará su función respectiva, aproximándose a las viviendas sólo ocasionalmente" (Le Corbusier, 1933).

"Los cruces de calles son el enemigo de la circulación" (Le Corbusier, 1923, citado por Choay, 1965, p.294)

Especialización que conduce años más tarde a la regla de las "7 v" con la que Le Corbusier jerarquiza el proyecto viario de la ciudad india de Chandigarh en siete tipos diferentes de vías/velocidades; y segregación que le permite imaginar, ya en los años veinte, los "grandes autódromos" (autovías) para vehículos rápidos sobrevolando la ciudad sin mezclarse con el resto de los vehículos y sin cruces a nivel (Choay, 1965).

Pero si en la reflexión de Cerdá se encuentran las raíces de los criterios de

la ingeniería de tráfico posterior, existe también en este caso una sutil pero crucial diferencia entre el planteamiento del ingeniero catalán y el desarrollo en este siglo de esos mismos criterios. Mientras que para la moderna ingeniería del tráfico, nacida en los Estados Unidos para afrontar el crecimiento del número de automóviles, el punto de partida es la hegemonía de éstos, Cerdá se preocupó de formas de locomoción como los peatones y de sus movimientos transversales, que consideraba el fundamento de la sociabilidad de la calle, “de las fraternales relaciones de vecindad”.

Una vez definido el flujo de automóviles como el objeto principal de estudio, faltaba delimitar cuál era el propósito y cuál era el método apropiado para que la ingeniería del tráfico pudiera lograrlo.

Durante mucho tiempo el propósito fue acomodar el mayor número de automóviles en el viario. Donald Appleyard lo explicó muchos años después, cuando ya había una mayor multiplicidad de objetivos complementarios con las siguientes palabras: “El paradigma de la ingeniería de tráfico ha estado dirigido a la expansión de la capacidad de las calles para acomodar el creciente número de automóviles” (Appleyard, 1991, p.7).

Gracias a esa sencillez en el propósito principal, la ingeniería pudo construir un método también directo y cuantificable de analizar la circulación, aprovechando dos modelos como referencia, los de la física mecánica, el comportamiento de los flujos de vehículos, y los de la economía neoclásica, maximar los flujos para un recurso dado.

De hecho se ha hablado de una tentación economicista en la evolución de la ingeniería de tráfico ya que, en varias ocasiones, ha tomado prestadas de la economía conceptos que luego han resultado poco operativos en su aplicación a la circulación, como es el caso de la elasticidad de la demanda (OECD, 1973, p.77).

Por esa razón puede ser acertada la analogía entre la economía neoclásica, cuyo propósito y fundamento es el crecimiento de ciertos flujos de valor, y la ingeniería clásica de tráfico, cuyo propósito y fundamento es el crecimiento de los flujos de vehículos y de sus velocidades.

En efecto, de los dos aspectos que conforman tradicionalmente la ingeniería de tráfico –el planeamiento y la ordenación– el primero se ha solido traducir como planificación de vías capaces de acoger el crecimiento previsto de los flujos de vehículos motorizados, mientras que el segundo ha tenido habitualmente el objetivo fundamental de “lograr el máximo rendimiento de las redes viarias existentes” tal y como señala el conocido manual “Ingeniería de tráfico” de Antonio Valdés (Valdés y otros, 1982).

Por tanto, de la misma manera que en el objeto de estudio de la economía neoclásica, en el “sistema económico” usual, no caben enormes esferas de utilidad que, como el medio ambiente o los intercambios no monetarios quedan al margen de su contabilidad (Naredo, 1987), en el objeto de estudio de la ingeniería clásica del tráfico se excluyen distintos medios de transporte y se eluden las relaciones entre el tráfico y el entorno social y ambiental en el que se desenvuelve; se elude en concreto el carácter

multifuncional, no meramente circulatorio, que tiene la calle.

En ese sentido, la moderación del tráfico se convierte en una propuesta para el cambio del objeto de estudio de la ingeniería de tráfico; un cambio que pretende ir más allá de la ampliación del “sistema circulatorio” al conjunto de medios de transporte motorizados o no motorizados, para adentrarse en el conjunto de relaciones y consecuencias sociales y ambientales en las que interviene el tráfico. Pretensión a la que implícitamente apuntaban las propuestas de Buchanan de tener en cuenta la “capacidad ambiental” de las vías y no únicamente la capacidad de acogida de vehículos que presentan.

Por ese motivo, al igual que suele aplicarse el adjetivo “ecológico” a los intentos de ampliar el objeto de estudio de la economía, o de introducir en un nuevo sistema económico las esferas social y ambiental, cabe sugerir la aplicación del mismo adjetivo a una ingeniería de tráfico cuyo propósito sea la integración de los flujos de vehículos en el entorno social y ambiental con el que se interrelacionan. Esta nueva **ingeniería ecológica del tráfico**, partiría de una definición social y política de las dimensiones y características aceptables del tráfico, y propondría fórmulas técnicas de adecuarse a dichas dimensiones<sup>47</sup>.

A través de la ingeniería ecológica del tráfico cabría aquilatar y no meramente acrecentar los grados de especialización de las vías y de segregación de los medios de transporte. Cabría también establecer nuevos equilibrios entre habitabilidad y vialidad. La moderación del tráfico sería así uno de sus instrumentos principales.

(47) El concepto de “diseño sensible al contexto” (Context Sensitive Design), que se está desarrollando en Estados Unidos con el fin de adaptar y flexibilizar los estándares y el modo de

diseñar el viario en aras de preservar los valores locales, se dirige al menos parcialmente en esa dirección de la ingeniería ecológica, ya que pretende encontrar soluciones de diseño que

ofrezcan un mejor balance de los objetivos sociales, económicos y ambientales. Véase al respecto la página web dedicada a ese concepto: [www.contextsensitivesolutions.org](http://www.contextsensitivesolutions.org)

### Peligro y riesgo: el propósito de la seguridad vial

La revisión del objeto de estudio de la ingeniería de tráfico sugiere también la revisión del objeto de estudio de una de sus ramas, la seguridad vial, con el fin de que ésta interprete de un modo más global e integrado el fenómeno de los accidentes de circulación.

Desmenuzando los conceptos de peligro y riesgo que se manejan en la seguridad vial convencional se encuentran sustanciosas claves de la forma en que se ha ido configurando un entorno desfavorable a los modos de transporte más vulnerables, la marcha a pie o en bicicleta, entorno que hay que modificar para consolidar cualquier propósito de moderar el tráfico. Por ejemplo, es habitual calificar como “peligrosos” a modos de transporte que, como el peatón o el ciclista, no parecen capaces de causar grandes daños a otros, y de aplicar el apelativo de “seguro” a pesados vehículos de motor con una gran capacidad de producir daños.

Para desvelar esa paradoja es útil atender a las orientaciones que ofrece el diccionario, en donde **peligro** se define como “aquella situación de la que se puede derivar un daño para una persona o una cosa”, o también como “aquello que puede ocasionar un daño o mal”; el **riesgo**, por su parte, se define como “la contingencia o posibilidad de que suceda un daño, desgracia o contratiempo”. En otras palabras, el peligro es una situación de hecho, que amenaza la seguridad de las personas y las cosas, mientras que el riesgo es un concepto probabilístico, que mide la posibilidad de que tal amenaza se materialice en forma de daños (Davis, R., 1993; Estevan y Sanz, 1995).

Por consiguiente, el tráfico de vehículos motorizados es una circunstancia peligrosa en sí misma, pues puede ocasionar cuantiosos daños debido a las velocidades y masas en movimiento

que conlleva, pero no lo es el desplazamiento de los peatones y ciclistas que, obviamente, tienen escasa capacidad de producir daños. Por el contrario, el riesgo de que el conductor o los pasajeros de un automóvil sufran daños puede llegar a ser menor que el de los peatones y ciclistas inmersos en el tráfico. Caminar o pedalear pueden ser, en ciertas circunstancias, formas arriesgadas de locomoción, pero en ningún caso formas peligrosas de desplazamiento (Sanz, 1994b).

La confusión entre peligro y riesgo no es una mera disquisición académica y semántica, pues sobre ella se ha construido el objeto de estudio de la seguridad vial clásica y gracias a ella se mixtifica la evolución real del peligro existente en las vías urbanas. Más en particular, la seguridad vial clásica tiene como objetivo el de intentar reducir el riesgo de accidentes y está permanentemente tentada de presentar los resultados como éxitos en la reducción del peligro. La asociación espuria entre la cuantificación de los accidentes, una expresión estadística del riesgo, y el peligro del tráfico, que se debe medir en términos de número, tipo y velocidad de los vehículos, conduce a olvidar las ventajas y posibilidades de la reducción del peligro del tráfico.

Por el contrario, si el objeto de estudio de la seguridad vial se ensancha hasta abrazar el concepto de peligro, en los términos arriba expuestos, el instrumental requerido para sus propósitos también ha de ampliarse. En primer lugar, parece necesario encontrar algunas pistas de explicación de diversos fenómenos paradójicos como el de que ciertas vías de alta peligrosidad –por intensidad de tráfico y velocidad– no reflejan grados comparables de accidentalidad, o el de que a pesar del incremento exponencial del tráfico motorizado en las ciudades, el número de peatones atropellados tiende a estabilizarse.

Una de las pistas para la investigación son los mecanismos de adaptación

conocidos como **compensación del riesgo**. Cuando las personas que intervienen en el tráfico perciben cambios en el entorno, registran modificaciones del comportamiento que tratan de compensar la variación del nivel de riesgo percibida (Adams, 1985 y 1995, Wilde, 2001).

Es la percepción subjetiva del riesgo por parte de los usuarios potenciales o reales de las vías la que determina su comportamiento en cada circunstancia. De esa manera se explica por qué, por ejemplo, los aumentos de la peligrosidad de una calle –por incremento de la intensidad de tráfico o de su velocidad– no se traducen siempre en un aumento de peatones atropellados. Las respuestas de los peatones ante la percepción de una mayor peligrosidad de la calle es la inhibición de los cruces transversales, la adopción de medidas precautorias adicionales o incluso el cambio de modo de locomoción, lo que redundará en la reducción del riesgo de accidente.

La moderación del tráfico está estrechamente ligada al debate sobre el propósito de la seguridad vial y al subdebate sobre el fenómeno de la “compensación del riesgo”. En primer lugar, porque se orienta en dirección opuesta a la seguridad vial convencional; en vez de atacar frontalmente el riesgo de la circulación, procura reducir el peligro del tráfico y desde esa plataforma trata de reducir también el riesgo. Y, en segundo lugar, porque es el principio de la “compensación del riesgo” el que ayuda a explicar el éxito y el funcionamiento de los métodos de integración de medios de transporte que convergen, como se ha descrito en el capítulo precedente, en la moderación del tráfico.

“Después de mucho tiempo de abatir los árboles en los bordes de las vías so pretexto de la seguridad, se plantan ahora en medio de la calzada. Si lo habitual, para la circulación moderna, era el ensanchamiento de la vía, aquí

se estrecha" (Cartoux, 1993). Esta provocadora reflexión sintetiza el cambio de instrumentos que emplea la seguridad vial en los proyectos de integración de tráfico.

Cambio de instrumentos que obedece, a su vez, a una modificación de los objetivos que se propone y sobre los que se construye la ingeniería de tráfico convencional: el rendimiento de las infraestructuras, es decir el acrecentamiento de los flujos de vehículos y el aumento de sus velocidades. Sin embargo, las leyes de la especialización y de la segregación de tráfico que se deducen inmediatamente, como se ha mostrado en el capítulo precedente, de esa búsqueda del rendimiento de las vías, se pueden interpretar en clave de una tercera: la relajación de la conducción. En efecto, la preocupación fundamental de los profesionales del tráfico ha sido la de acrecentar los flujos de vehículos y sus velocidades, sin por ello generar mayores tensiones en la conducción.

Si se analizan desde ese punto de vista los instrumentos utilizados por las denominadas técnicas de seguridad vial en relación a la infraestructura viaria o a las calles, se puede observar que todos obedecen a esa ley.

La especialización de la vía, la segregación de los flujos heterogéneos, la rectitud de las perspectivas, la visibilidad de las intersecciones, la homogeneidad del pavimento, la amplitud de la sección, de los cruces y de los radios de giro, la ausencia de cambios bruscos de rasante o la supresión de obstáculos e interrupciones, es decir los criterios más característicos de los que dispone la ingeniería de tráfico para ordenar el espacio urbano, son todos caminos para que efectivamente se puedan incrementar las capacidades y las velocidades de los flujos de vehículos, pero son todos caminos indisolubles también de la libertad/facilidad de acción, en definitiva, de la relajación en

los desplazamientos. Todo lo que constriñe esa libertad de acción, todo lo que alerta en lugar de relajar, se traduce en menores velocidades y menor capacidad en el flujo de vehículos.

El diseño y la gestión que se derivan de la integración de tráfico se fundamenta precisamente en la ruptura de esos criterios, buscando un mayor equilibrio con los opuestos: allí donde se tendía a la especialización y la segregación de los flujos de tráfico, se propone la integración de los mismos y por tanto la fricción entre ellos, la reducción de la libertad de acción a los más poderosos y la expansión de la autonomía de los más vulnerables –peatones y ciclistas–; allí donde la rectitud de las perspectivas, la visibilidad de los cruces y la uniformidad del pavimento impulsaba la velocidad en los desplazamientos longitudinales de los vehículos motorizados, ahora se pretende ir al encuentro de los desplazamientos transversales (frente al cono de visibilidad pequeño y lejano el cono de visibilidad amplio y cercano); allí donde se garantizaba la inocuidad de las desviaciones incidentales sobre el camino marcado a los vehículos, ahora se advierten sus riesgos; allí donde se limpiaba la vía de obstáculos y se reducían las interrupciones en la marcha, se intenta ahora que la conducción permanezca alerta ante la presencia de objetos, muebles, elevaciones de la calzada, árboles y vehículos que "interrumpen" el camino (Dumbaugh, 2005).

La "compensación del riesgo" es la clave para entender el éxito de esos cambios drásticos en el instrumental de la seguridad vial aplicados en la coexistencia de tráfico y, en general, en los proyectos de moderación de la circulación. Cuando el entorno muestra señales inequívocas de riesgo para los ocupantes, para los vehículos o para terceros, en caso de circular a gran velocidad, los conductores de automóviles modifican su

comportamiento para reducir el nivel de riesgo percibido –disminuyen su velocidad, aumentan su atención, evitan aceleraciones bruscas que les lleven a frenadas también bruscas–.

Al mismo tiempo, la disminución de la velocidad y la aceleración de los vehículos motorizados es percibida como una reducción del riesgo por parte de los peatones y ciclistas, lo que les conduce a una mayor libertad de acción, a la disminución del miedo y las preocupaciones en relación al tráfico, a una mayor facilidad de movimientos transversales y, en definitiva, a una reconstrucción de la sociabilidad de la calle. Se trataría, por tanto, de otro fenómeno de "compensación del riesgo", esta vez dirigido a la adopción de conductas menos precautorias.

Se apunta entonces un último interrogante sobre las consecuencias de la reducción del número y la velocidad de los vehículos motorizados: la nueva libertad y autonomía de los modos de transporte vulnerables podría derivar hacia el mantenimiento de los niveles de riesgo que ellos asumen –la **homeostasis del riesgo** (Adams, 1988, Wilde, 2001)– y, por tanto, no cabría esperar descensos significativos de la accidentalidad.

Sin embargo, tal y como confirman las cifras de la mayoría de los procesos de moderación del tráfico, en la medida en que modifican el peligro de la circulación y facilitan un salto en la maduración cultural de las sociedades relativo al riesgo de la circulación, parecen contribuir a rebajar también las cotas individuales de asunción de riesgos, con el resultado de disminuir netamente los accidentes en las áreas urbanas afectadas.

En cualquier caso, la importancia y el éxito de los procesos de moderación del tráfico no deben valorarse a través únicamente del indicador de la accidentalidad, sino también a través de sus resultados para todo el conjunto de aspectos sociales y ambientales que



los nuevos enfoques de la seguridad vial y de la ingeniería del tráfico permiten aprehender.

### 3.5. PROMESAS Y LÍMITES DE LA MODERACIÓN DEL TRÁFICO

Agobiados por el tráfico, conscientes cada vez más de las consecuencias ambientales, sociales y económicas que conlleva, los ciudadanos, los técnicos y los políticos pueden caer en la tentación de depositar esperanzas desproporcionadas en la moderación del tráfico como remedio para el malestar urbano. O incluso caer en el error de considerar a la moderación del tráfico como un fin en sí mismo, en lugar de contemplarla como un medio para alcanzar objetivos ambientales, económicos y sociales (Pharoah, 1992).

Aunque es cierto que la moderación del tráfico tiene ventajas para la convivencia, la equidad, la salud física y psíquica de los ciudadanos, no hay motivos para pensar que de una reducción en el número y velocidad de los vehículos se deduzca la solución de problemas como el de la desintegración social o el desempleo.

Se puede afirmar por el contrario que la crisis que atraviesan las ciudades y las metrópolis obedece a razones de fondo del modelo social, económico y político construido en la era del desarrollo económico e industrial (Fernández Durán, 1993); el tráfico sería un complemento ciertamente gravoso de esos problemas radicales, una expresión clarividente de los fracasos en la concepción cultural y económica dominante, pero nunca el corazón del conflicto urbano.

Es más, el tráfico tiene pocos grados de autonomía en relación a los fundamentos del modelo social, económico y político. La sacralización de la movilidad y la velocidad como bienes en sí mismos y las tendencias a la globalización económica y al incremento de la especialización productiva, se traducen en una

agitación creciente de personas y mercancías a larga distancia, que no pueden por menos de reflejarse en la circulación urbana. Todo ello sugiere la fricción entre la moderación del tráfico y las grandes tendencias de fondo culturales y económicas que dominan el planeta.

De la misma manera, la moderación del tráfico parece a contracorriente de los procesos urbanísticos y territoriales dominantes, en los que se mantiene la expansión suburbana apoyada en infraestructuras de transportes y telecomunicaciones, con los correspondientes incrementos de las distancias a recorrer, la necesidad de transporte motorizado para salvarlas y la dificultad del transporte colectivo para adaptarse a su carácter disperso.

La moderación del tráfico planteada rigurosamente requiere, por tanto, un replanteamiento de todo el marco territorial y urbanístico y de la movilidad que, hoy por hoy, estimula los desplazamientos, las distancias y las velocidades. Por esa razón, cuando desde textos como el presente se proponen técnicas de moderación del tráfico a través de la gestión y diseño del espacio público, hace falta advertir que se trata únicamente de intervenciones realizadas al final de la cadena de condicionantes que configuran la movilidad y la accesibilidad.

Es cierto que el diseño deja un buen margen de cambios en la manera en que se efectúan los desplazamientos y que incluso condiciona la realización de una parte de ellos. Pero su posición en el extremo de la cadena explica que antes o después se ha de topar con las grandes cifras inalteradas de la demanda de desplazamientos. Si no se han puesto en cuestión las necesidades de desplazamiento (el modelo cultural, territorial y urbano), ni la manera en que son satisfechas (el modelo de transportes), la moderación de la circulación mediante mecanismos de diseño quedará restringida a la

domesticación del comportamiento del automóvil en ciertas áreas, pero no actuará sobre la otra cara de la moneda, sobre el número global de vehículos en circulación.

No hay que olvidar tampoco que mientras los diseñadores urbanos se preocupan de moderar la velocidad, los diseñadores industriales ofrecen cada día automóviles con características físicas –anchura, altura de la carrocería– y prestaciones –velocidades y aceleraciones– más elevadas, las cuales contrarrestan en buena parte los esfuerzos de los primeros. En realidad el grueso de transformaciones que conlleva el diseño urbano moderador del tráfico, con sus consiguientes costes económicos, podría evitarse si se introdujeran los criterios de la tranquilización del tráfico en la propia fabricación de los vehículos (Russel y Pharoah, 1990).

En definitiva, los primeros pasos para moderar el tráfico pueden darse en el terreno de la gestión y la morfología del viario, pero para tranquilizar en profundidad la agitación automovilística hace falta desbordar ese estrecho campo y adentrarse en políticas de transporte, urbanísticas e incluso industriales y económicas. La confrontación entre las distintas lógicas desde las que se puede contemplar la realidad urbana, que subyace en la discusión sobre diseño viario, se prolonga así en un debate urbano y de transportes más general (Sanz, 1994c).

### 3.6. LAS TÉCNICAS DE CALMADO DEL TRÁFICO Y SUS CONTRADICCIONES

La reducción de la velocidad en la circulación motorizada es el resultado de cambios en el comportamiento del conductor derivados de una modificación del contexto cultural, normativo, tecnológico y físico de la conducción. Se trata, por tanto de combinar medidas en los siguientes campos:

- educación y formación

- regulación (normativa) y disciplina
- tecnología (del vehículo y de la infraestructura)
- diseño físico y señalización (convencional y semafórica) de la infraestructura

El cambio fundamental de fondo es de tipo cultural, lo que conlleva la modificación de los enfoques educativos y formativos vinculados a la movilidad. Uno de los rasgos principales de la nueva cultura de la movilidad es una nueva actitud ante la velocidad; una actitud de mucha mayor responsabilidad derivada del conocimiento de las consecuencias sociales, ambientales y económicas de la aceleración.

Las normativas que regulan los comportamientos en la conducción, así como los instrumentos disciplinarios para velar por ellas, configuran un contexto político y administrativo que debe construirse en sintonía con esa nueva cultura de la movilidad y la velocidad. La normativa de seguridad vial, todavía sesgada hacia la velocidad y la circulación motorizada, ha de ser reformada para ajustarse al calmado del tráfico de una manera mucho más efectiva.

Repasando las técnicas de diseño viario que se aplican para pacificar el tráfico se puede observar que, en muchos casos, se trata de instrumentos físicos que buscan el cumplimiento de las reglas de la circulación y la seguridad vial, o mejor, que están pensados para que la legislación se haga cumplir sin la presencia de la policía, con el recurso a la coerción física del diseño.

*“Los bolardos, las orejas, los lomos, los zigzags son la huella del uso indisciplinado del automóvil y, por*

*consiguiente, son en parte un signo del fracaso de la cultura urbana para encontrar el equilibrio entre los vehículos y las personas. Si los automóviles y demás vehículos no aparcaran donde no deben y no circularan a velocidades inapropiadas, contraviniendo la ley o la normativa establecida por el municipio en cada caso, no haría falta sembrar nuestras calles de artilugios ni violentarla con diseños forzados. El bolardo, defensa, obstáculo y perturbación de la circulación peatonal, es de ese modo el símbolo más ilustrativo de un fracaso cultural que se ha venido preparando durante varias décadas de abandono de la ciudad al imperativo del automóvil” (Sanz, 1999).*

A ese respecto, es conveniente llamar la atención acerca de los resultados paisajísticos de las técnicas de calmado del tráfico mediante la gestión y el diseño viario, sobre todo en las primeras experiencias desarrolladas en cada país o ciudad. Si los dispositivos que se implantan no forman parte de una concepción integral del diseño viario, desde una perspectiva urbanística y arquitectónica, es muy posible que los resultados sean muy poco atractivos desde el punto de vista del paisaje urbano, más aún cuando se sobreseñalizan para solventar posibles reclamaciones y conflictos.

Puede así ocurrir, paradójicamente, que los condicionantes del diseño destinados a abrir paso al automóvil –a su número y su velocidad– sean sustituidos por nuevas rigideces dirigidas esta vez a domesticar al automóvil. Es cierto que con el calmado del tráfico se abren nuevas perspectivas para la construcción de paisaje callejero y la calidad del espacio público, pero no se debe pensar ingenuamente que con ello el tráfico y sus demandas desaparecen completamente.

Es quizás esa contradicción, entre la pretensión de reducir el dominio automovilístico y la implantación de artilugios cuyo origen no es otro que el automóvil, la que estimula a confiar a determinados autores en soluciones más tecnológicas que físicas para el calmado del tráfico. Heiner Monheim, por ejemplo, espera que “en lugar de implantar millones de “obstáculos” contra los conductores rápidos, el control electrónico regulará las velocidades deseables de modo automático en cualquier lugar” (H. Monheim, 2001).

Para la modificación cultural (educativa) y normativa (disciplinaria) se confía en la contribución de tecnologías como el radar o el laser, empleadas en paneles de advertencia o en cámaras de registro de los infractores. Pero son las tecnologías del vehículo, tales como los limitadores de velocidad variables, los que están sugiriendo que el camino de la amortiguación de la velocidad va a encontrar nuevas oportunidades con la maduración de determinadas tecnologías.

La cuestión es qué tipo, cuándo, cómo y a qué coste se pueden desarrollar esas nuevas tecnologías de control de la velocidad, pues mientras que los limitadores de velocidad simples, que fijan una velocidad máxima de circulación, ya están regulados y se están implantando en los vehículos pesados desde los años noventa del siglo pasado<sup>48</sup>, su inclusión en los automóviles sigue suscitando grandes resistencias por parte de la industria. Igualmente ocurre con los limitadores de velocidad dinámicos, que vinculan la velocidad a las vías o áreas diferenciales por las que se circula.

En cualquier caso, es prudente pensar que las tecnologías de control de las velocidades no van a evitar la toma de

(48) Directiva 2002/85/EC del Parlamento y el Consejo Europeo sobre instalación de dispositivos de limitación de la velocidad en determinados vehículos.

decisiones por parte de los conductores de los vehículos motorizados, la aplicación de la inteligencia a la conducción, de manera que van a seguir siendo necesarios los mecanismos perceptuales que inducen los comportamientos o, dicho de otra manera, van a ser necesarios criterios de diseño viario que acompañen a dichas tecnologías y apoyen sus efectos pacificadores.

Por ese motivo, otros autores apuestan por reinterpretar las calles en clave sociopsicológica, bajo el principio de que la velocidad del tráfico, al menos en las calles residenciales, está gobernada en buena parte por el modo

en que los residentes se apropian social y psicológicamente del espacio público. En ese sentido David Engwich habla de los “lomos” o dispositivos de reducción de la velocidad mentales (“mental speed bumps”) como alternativa más eficaz y directa de calmar el tráfico (Engwich, 2005).

Otra faceta polémica de las técnicas de calmado del tráfico son sus costes, para algunos reducidos respecto a las ganancias sociales y ambientales obtenidas con ellas, mientras que para otros excesivamente elevados. La clave aquí, de nuevo, es encontrar el modelo y el momento oportunos de implantación de las medidas de

calmado del tráfico. Integrando las medidas en el proyecto original de la calle o en las reformas necesarias para su mantenimiento o mejora, sus costes pueden ser absorbidos sin dificultad.

En conclusión, mientras se modifica el fundamento cultural de la velocidad excesiva y se implantan tecnologías avanzadas de control de la velocidad internas a los vehículos, va a ser imprescindible el recurso a las técnicas que modifican del diseño y la gestión del viario con el fin de adaptar los comportamientos de los usuarios y, en particular, amoldar sus velocidades al conjunto de funciones y características de las calles.



## **PARTE II. LAS TÉCNICAS DE CALMADO DEL TRÁFICO**

Como se ha comprobado más arriba, existe un gran variedad de instrumentos que pudieran ser incluidos en una relación exhaustiva de técnicas para la moderación de la circulación a través de la gestión y diseño del viario.

Incluirlos todos en este trabajo sería una tarea enciclopédica que desbordaría las fuerzas y el volumen previsto para esta publicación. Por consiguiente, se ha optado por seleccionar los instrumentos de calmado del tráfico vinculados directamente al diseño del espacio público. Se trata de describir las técnicas de diseño y gestión del viario que amortiguan la velocidad del tráfico motorizado y sus relaciones con las que favorecen la movilidad peatonal, ciclista y del transporte colectivo.

Muchas de ellas se fundamentan en el hecho de que los conductores tienen comportamientos inducidos por la lectura del entorno viario y, por tanto, las medidas a implantar tratan de moldear dichos comportamientos a través de la reconstrucción de la vía.

En particular, los conductores determinan su velocidad como respuesta a la percepción de distintos elementos que constituyen el "paisaje" de la vía en sentido amplio: funciones y actividades callejeras principales, características del tráfico, geometría de la vía, pavimentación, regulación y señalización del tráfico, etc. Respuesta que se relaciona con el nivel de riesgo asumido por cada individuo, que sólo se modifica a largo plazo, y por la percepción del riesgo que reciben del entorno.

Por consiguiente, las técnicas de moderación de la velocidad del tráfico buscan señalar claramente los factores de riesgo asociados a velocidades superiores a las deseadas y, con ello, modificar el comportamiento de los conductores.

## **4 La movilidad peatonal**

Las condiciones ideales para los desplazamientos peatonales han sido señaladas repetidamente en las publicaciones especializadas, sin embargo, su recordatorio siempre es útil para centrar la reflexión del diseñador o del gestor del viario. Dichas condiciones ideales se traducen en los requerimientos, también ideales, de las vías e itinerarios para viandantes que se pueden sintetizar en los siguientes:

- Amenidad social, atractivo paisajístico
- Accesibilidad o conexión al mayor número posible de generadores de viaje.
- Mínimas distancias a los destinos potenciales de viaje.
- Calidad ambiental -ruido y contaminación mínimos-.
- Características geométricas adecuadas en relación al tipo y número de usuarios previsto y a las funciones y actividades que va a acoger.
- Seguridad y comodidad para el cruce peatonal en intersecciones y en tramos intermedios.
- Señalización conveniente para la orientación de los viandantes.
- Vegetación y protección climática para aprovechar y adecuar la naturaleza urbana a los desplazamientos peatonales.
- Mobiliario urbano, pavimentación e iluminación armoniosos y funcionales.
- Coste de construcción y mantenimiento mínimos.

La búsqueda del equilibrio entre todo ese conjunto de criterios es lo que determina las opciones de diseño particulares de cada proyecto.

En las siguientes páginas no se trata de repasar todo ese conjunto de criterios, sino de fijar los parámetros principales del modo de transporte a pie y los elementos estructurales de la calle que requieren un dimensionamiento adecuado para los viandantes. No se pretende por tanto ofrecer un manual de diseño de la pavimentación, el arbolado o el mobiliario urbano de las vías peatonales, ni sistematizar el trabajo de planificación o el cálculo económico de las redes peatonales, sino establecer los fundamentos de la funcionalidad peatonal del viario, como paso previo a la consideración de las técnicas de amortiguación de la velocidad de los vehículos.



**Vocabulario general.**

**Itinerarios peatonal:** Conjunto articulado de vías y cruces pensados para peatones que unen dos puntos determinados.

**Calle peatonal.** Calle dedicada al tránsito de peatones en la que se puede regular la circulación de determinados vehículos como pueden ser las bicicletas, el transporte colectivo, los de residentes o los dedicados a la carga y descarga. En algunos lugares se denominan como **calles semipeatonales** a aquellas vías en las que existe una relativamente amplia circulación de vehículos en determinados horarios o circunstancias.

**Red peatonal.** Conjunto de itinerarios peatonales que facilitan las interrelaciones entre los barrios, los equipamientos y lugares de actividad de un núcleo de población.

**Zona o área peatonal.** Conjunto de calles peatonales.

**Acera continua.** Prolongación longitudinal de la acera a través de una intersección de modo que son los vehículos los que dejan su espacio de circulación para entrar en el dominio de los viandantes.

**Marmolillo (bolardo).** Dispositivo vertical dispuesto para proteger los espacios peatonales de la invasión de los vehículos motorizados circulando o aparcados. También se utilizan los términos **pivote y horquilla** para referirse a formas particulares de marmolillo o bolardo.

**Oreja.** Prolongación en la calzada del espacio peatonal situado en las intersecciones.

**Refugio peatonal.** Espacio peatonal situado en la calzada que permite el cruce en dos fases de una vía del tráfico motorizado. Recibe también el nombre de isleta peatonal.

**Definiciones de la legislación de accesibilidad<sup>49</sup>.**

**Itinerario peatonal:** El itinerario público o privado de uso comunitario destinado al tránsito de personas o al tránsito compartido de personas y vehículos.

**Itinerario de circulación peatonal:** Aquel itinerario peatonal que se destina al uso exclusivo de personas.

**Itinerario de circulación compartida:** Aquel itinerario peatonal en el cual se comparte el espacio entre personas y vehículos.

**Itinerario peatonal adaptado:** Aquel en el cual el volumen de desarrollo continuo formado por la longitud del itinerario y un área perpendicular al suelo sea de 1,20 m de ancho y 2,10 m de altura, en el que no exista ningún obstáculo que reduzca o altere su tamaño, desde el acceso a la edificación o desde un itinerario peatonal, hasta su encuentro con otro itinerario peatonal, con pendiente longitudinal no mayor del 12 por 100 y transversal inferior al 3 por 100, sin resaltes ni rehundidos mayores de 0,5 cm, ni peldaños aislados o escaleras y con visibilidad suficiente del encuentro con los otros modos de desplazamiento.

**Itinerario peatonal practicable:** El itinerario en el que el área perpendicular al suelo es de 0,90 m de ancho y 2,10 m de altura, con las restantes características iguales que el grado de adaptado.

Vocabulario básico de la movilidad peatonal.

(49) La legislación de accesibilidad es de competencia autonómica. Las definiciones aquí referidas forman parte de la legislación de la Comunidad de Madrid, aunque hay una gran coincidencia al respecto con el resto de normativas autonómicas. Decreto 13/2007, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Desarrollo en Materia de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid nº 96, de 24 de abril de 2007.

### 4.1. EL ESPACIO DEL PEATÓN

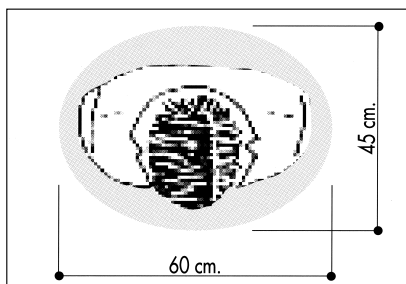
#### Antropometría

Las dimensiones corporales imponen un primer grado de necesidades para los desplazamientos andando. Además, un individuo, si tiene posibilidades de elección en su relación con otros, adopta diferentes distancias interpersonales o de separación con sus otros semejantes.

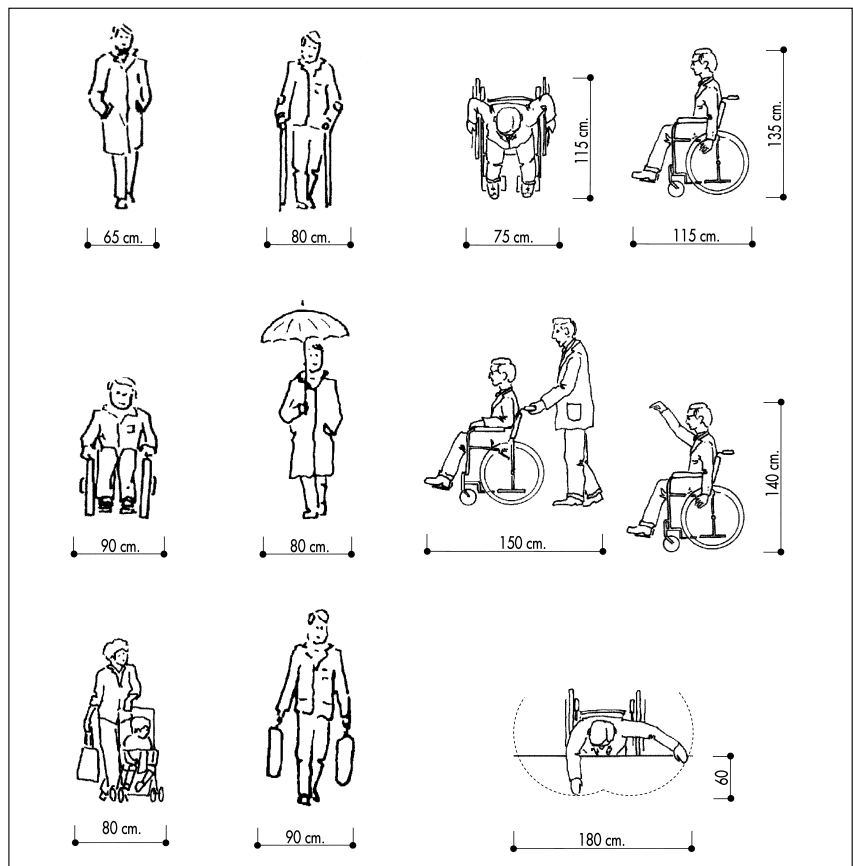
Estas distancias interpersonales varían según el tipo de acción que el individuo esté desarrollando –andar con prisa, conversar, pasear, etc.–, las circunstancias del entorno en el que camine –afluencia de peatones, climatología, hora del día, etc.–, las reglas sociales y culturales en que se desenvuelva o la propia psicología de las personas que se relacionan.

Sin embargo, a efectos de que el diseño tenga valores de referencia la dimensión corporal humana se puede aproximar a la de un espacio con forma elíptica, la denominada **elipse corporal**, con ejes de dimensiones respectivas de 60 y 45 cm. En estos valores se incluyen, además del espacio corporal estricto, los ligeros movimientos necesarios para el mantenimiento del equilibrio y el transporte de pequeños objetos sin contacto físico con otras personas.

El área de la elipse corporal es, por tanto, de 0,27 m<sup>2</sup>, pero las personas en situación estática –formando cola, por ejemplo–, sin restricciones de espacio de otro tipo, adoptan un esparcimiento



Elipse corporal. Dimensiones de la planta proyectada por un peatón.



Dimensiones básicas en el desplazamiento de viandantes.

de aproximadamente unos 0,75 m<sup>2</sup> por persona, o convergen hacia un ascensor comprimiéndose hasta los 0,28 m<sup>2</sup> por persona, aceptando en su interior una compresión de 0,19 m<sup>2</sup>/persona durante un tiempo breve.

Junto a las dimensiones antropométricas medias, el diseño urbano favorable a los desplazamientos andando ha de considerar las innumerables circunstancias en las que el espacio ocupado por las personas se incrementa. En el caso de requerirse el despliegue de un paraguas la superficie a considerar está entre los 0,5 y los 0,9 m<sup>2</sup> por persona, mientras que las personas que utilizan silla de ruedas o empujan un carrito infantil requieren un espacio mayor.

Las principales dimensiones de una silla de ruedas están indicadas en los gráficos adjuntos en los que se puede

observar que la anchura tipo es de unos 65-75 cm y la profundidad de unos 115 cm. Para obtener el espacio estricto necesario para una persona en silla de ruedas hay que añadir a las cifras anteriores algunos centímetros correspondientes a las partes de la persona que sobresalen de la silla (brazos, manos y pies).

Caminando, el ser humano pone en juego capacidades como las del equilibrio, el ritmo, la percepción visual o la agilidad, cuyo despliegue exige la disponibilidad de un espacio libre determinado a su alrededor.

El área proyectada en planta por un peatón andante es mayor que la de un peatón parado y, además, necesita mantener un intervalo mínimo con las personas que le preceden para prevenir colisiones. Este espacio depende principalmente del ángulo de visión

humano y de su capacidad física de respuesta ante los cambios en el entorno.

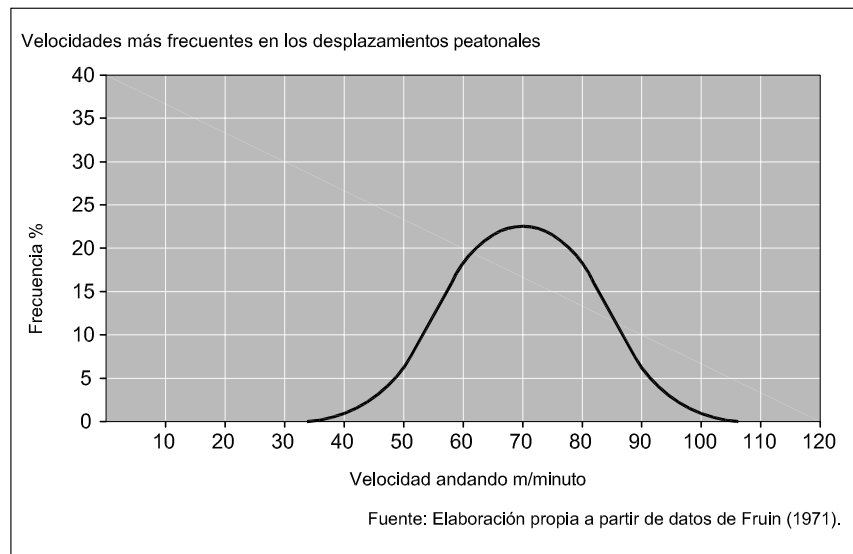
A una velocidad de desplazamiento media, el espaciamiento entre dos personas consecutivas es de alrededor de los 2 m, distancia que permite distinguir la figura completa de la persona precedente y juzgar acerca de su velocidad y dirección de movimiento, previniendo posible colisiones. A mayor velocidad, mayor será el intervalo necesario, mientras que en situaciones singulares como subidas o bajadas de escaleras ese espaciamiento disminuye.

### Velocidad

En condiciones de circulación sin trabas, la velocidad de desplazamiento andando se distribuye aproximadamente como una curva de tipo "normal" o de Gauss (ver figura). El intervalo principal de velocidades varía entre los 0,8 metros por segundo y los 1,75 metros por segundo, es decir, entre los 45 metros por minuto (2,7 km/h) y los 105 metros por minuto (6,3 km/h). La velocidad media ronda los 1,25 metros por segundo, es decir, los 75 metros por minuto (4,5 km/h).

Existen, obviamente, múltiples factores que influyen en la velocidad de los desplazamientos peatonales, derivados unos de las propias condiciones y propósitos de los viandantes (edad, hábitos culturales y sociabilidad, condición física, motivo del viaje, hora del día); relativos otros a las condiciones geográficas (climáticas –temperatura, humedad, precipitaciones–, pendientes) de las vías; y resultantes otros del propio entorno en el que se realizan los desplazamientos (atractivo, comodidad, disponibilidad de espacio).

De todos esos factores quizás el último, la disponibilidad de espacio, sea el que determina en primera instancia el diseño de la vía peatonal. Cuando el espacio disponible es inferior a 0,25 m<sup>2</sup>



Velocidades más frecuentes del desplazamiento peatonal.

por persona, la velocidad es prácticamente nula. A partir de este valor y hasta disponer de 1 m<sup>2</sup>, la velocidad resultante crece rápidamente hasta los 65 metros/minuto, y con valores superiores el incremento de velocidad es muy poco significativo, entrando en el dominio del desplazamiento sin restricciones (Fruin, 1971).

El espacio disponible será, por consiguiente, el factor al que habrá que atenderse para fijar las condiciones de velocidad de una vía peatonal, las cuales se traducirán en anchuras requeridas por esas vías para que se produzcan los desplazamientos peatonales con holgura; un concepto éste evidentemente subjetivo y dependiente de las pautas culturales dominantes en cada lugar.

A pesar de esas dosis de relativismo y subjetividad, es necesario realizar estimaciones de la holgura o espacio disponible peatonal para las condiciones de funcionamiento cotidianas previstas, con el fin de no sobredimensionar o infradimensionar las vías peatonales, haciéndolas perder atractivo. Una tarea que, además, se hace crítica cuando se trata de establecer dimensiones y requisitos

para la evacuación de personas en casos de emergencia (Casadesús, 2005).

### Elementos de discontinuidad en la marcha a pie

Hasta aquí se ha tratado de los desplazamientos peatonales uniformes, es decir, de aquellos que tienen unas condiciones físicas homogéneas en cuanto a disponibilidad de espacio y pendientes. Sin embargo, dichas condiciones nunca se dan en la realidad en tramos de gran longitud, sino que se producen una serie de interrupciones en la uniformidad de la marcha derivadas de la existencia de pendientes, escaleras, cruces y accesos que han de completar el análisis.

Si a esas interrupciones en la marcha se añaden otros factores de discontinuidad como la descarga de peatones de los vehículos del transporte colectivo o las propias diferencias de velocidad entre peatones, que producen retenciones de los más rápidos, la imagen del movimiento de los viandantes tendrá poco que ver con un flujo continuo de unidades homogéneas y mucho con un flujo irregular de grupos involuntarios de peatones, denominados por

distintos autores como **pelotones**, lo cual dificulta enormemente la posibilidad de definir unos requerimientos teóricos universales del espacio dedicado a los desplazamientos peatonales.

Por ello, puede ser de mayor utilidad describir algunos de los efectos producidos por las discontinuidades del movimiento de peatones:

*pendientes*

La velocidad peatonal no parece verse afectada significativamente por las pendientes hasta desniveles superiores al 5%. Con pendientes superiores al 10% la velocidad media decrece en un 11,5% y con inclinaciones del 20% la disminución de velocidad es del 25%.

*escaleras*

La velocidad peatonal se ve afectada significativamente por las escaleras cuando éstas cubren más de 3 m de desnivel. En bajadas la reducción puede ser de un 15-20% y en subidas de un 30-35%, siempre que no se superen los 20 m de desnivel. El tipo de escaleras también influye en los resultados.

*accesos*

La velocidad de paso de los peatones a través de diversos tipos de dispositivos depende de la capacidad que tengan en relación al flujo peatonal.

Existen ya en el mercado programas informáticos de simulación de los flujos peatonales, los cuales pueden ser empleados para calcular o predecir conflictos de congestión de peatones en diferentes situaciones como aglomeraciones y emergencias o ante distintos obstáculos.

Esquema de las bandas funcionales de una acera.

Tabla 2. Flujo de paso de peatones en diversos dispositivos.

Tipo de dispositivo	Peatones/minuto
Puerta normal	40-60
Puerta rotatoria	25-35
Torniquetes libres	40-60
Torniquetes de billete	15-25
Acceso al autobús con cambio de moneda	12-20
Acceso al autobús con bonobús	20-30
Acceso al autobús con abono	30-45

**4.2. LAS ACERAS Y OTRAS VÍAS PEATONALES**

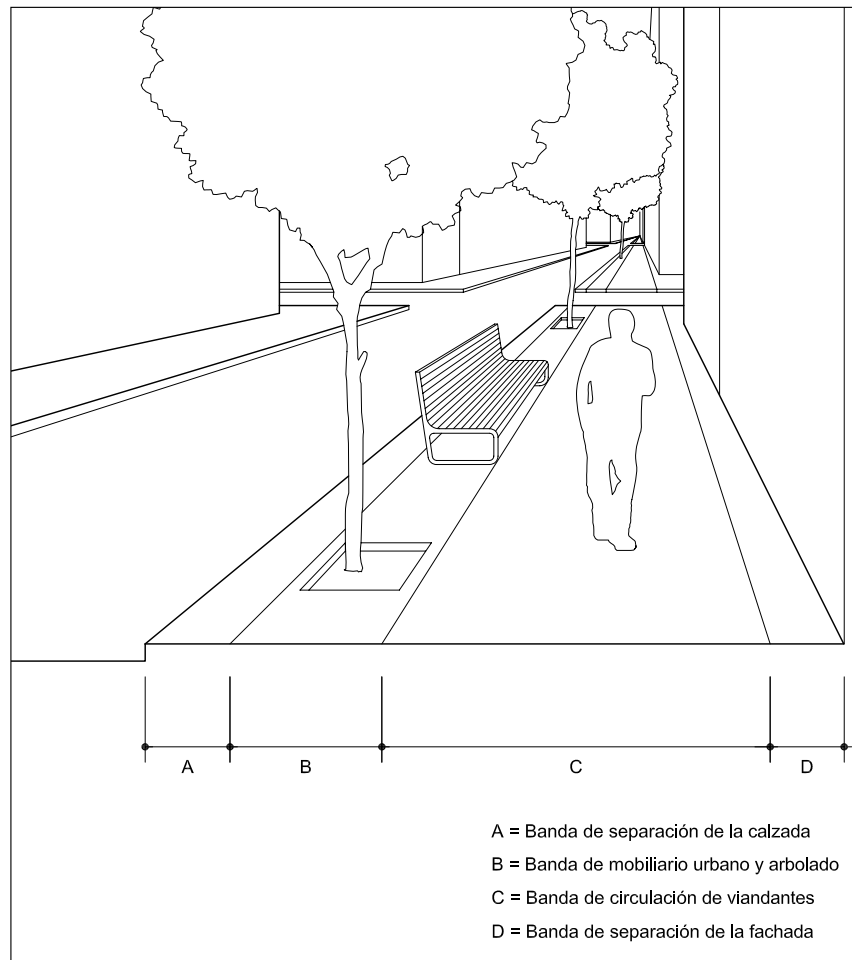
**Elementos constituyentes de una vía peatonal**

En el análisis de las vías para peatones no puede pasar desapercibido el hecho de que la superficie pavimentada no es homogénea desde el punto de vista funcional. Cada franja de la vía soporta

diferentes funciones y recoge de manera distinta la actividad de los peatones. La clarificación analítica sugiere la siguiente aproximación de los espacios incluidos en una vía peatonal:

*Banda de separación de la calzada*

Sirve como espacio muerto entre los peatones y el tráfico motorizado, reduciendo las fricciones entre ambos, o



- A = Banda de separación de la calzada
- B = Banda de mobiliario urbano y arbolado
- C = Banda de circulación de viandantes
- D = Banda de separación de la fachada

también para permitir la carga y descarga de los vehículos estacionados, con la consiguiente apertura de puertas.

La anchura mínima de esta banda es de 0,5 metros, a pesar de que algunos automóviles tienen puertas que alcanzan 1 metro de anchura y de que, aparcados en batería, pueden sobrevolar con sus extremos hasta 0,75 metros del acerado. Obviamente, la función circulatoria de la vía, su sección y su aspecto morfológico determinan la mayor o menor potencia de esta banda, criterio del que se deducirá la anchura necesaria y su carácter segregador.

#### *Banda de separación de la fachada*

Sirve como espacio muerto entre los peatones que circulan por la acera, los que salen de los edificios y los que están parados observando por ejemplo escaparates. El mínimo recomendable para esta banda es de 0,5 metros, aunque delante de escaparates el espacio no circulatorio puede estimarse en 1 metro.

#### *Banda estancial (de arbolamiento y de mobiliario urbano)*

Sirve para instalar en ella todo el conjunto de árboles y muebles urbanos que necesitan tanto la acera como la calzada adyacente. Puede solaparse con la banda de separación de la calzada antes citada.

#### *Banda de circulación peatonal*

Sirve para soportar las múltiples variantes del tránsito peatonal; múltiples también en cuanto a velocidad y requerimientos de anchura.

De esta clasificación analítica se deduce una consideración general de suma importancia para el dimensionamiento de las vías peatonales: la anchura de la vía

peatonal es un indicador insuficiente de su adecuación a los flujos de viandantes, siendo imprescindible completar ese dato con las anchuras correspondientes a las distintas bandas constituyentes de la vía.

Con esa orientación se ha definido la **anchura efectiva** de la vía peatonal como la anchura de la banda de circulación, es decir, la anchura total menos la anchura de las bandas de separación de calzada y fachada y la de la estancial (Transportation Research Board, 1985).

#### **Dimensiones de la banda de circulación peatonal**

A imagen y semejanza del concepto de "nivel de servicio" de una vía de vehículos motorizados, manejado por la ingeniería del tráfico clásica, se definió hace muchos años el concepto de "nivel de servicio peatonal", cuyo propósito es el de aproximar las necesidades de espacio que tienen los flujos de viandantes. Basándose en esa elipse corporal, Fruin desarrolló un modelo que permite ilustrar y sintetizar la movilidad peatonal en aglomeraciones tal y como se refleja en los gráficos adjuntos (Fruin, 1971).

Sin embargo, la práctica y la teoría posteriores mostraron diversas limitaciones de este instrumental, tales como la falta de consideración de los fenómenos de agrupamiento involuntario de peatones derivados de las discontinuidades de los flujos.

Revisando todo ese cuerpo teórico, Pushkarev y Zupan (Pushkarev y Zupan, 1975) llegaron a la conclusión de que una acera tiene una capacidad práctica de 1.200 peatones por metro de anchura y hora, en el caso de dicha acera tenga intersecciones semaforizadas; mientras que para alcanzar un aceptable nivel de servicio o comodidad en los desplazamientos, esa cifra ha de rebajarse a 390 peatones por metro de anchura y hora.

En la sociedad española, el contraste de esa teoría con la práctica real ha mostrado que se pueden recomendar cifras de hasta 500 peatones/metro/hora para el diseño de áreas de gran intensidad peatonal (Soria y otros, 1984).

Obviamente, esa cifra no es válida para intensidades peatonales bajas pues se llegaría al absurdo de anchuras recomendables inferiores a la

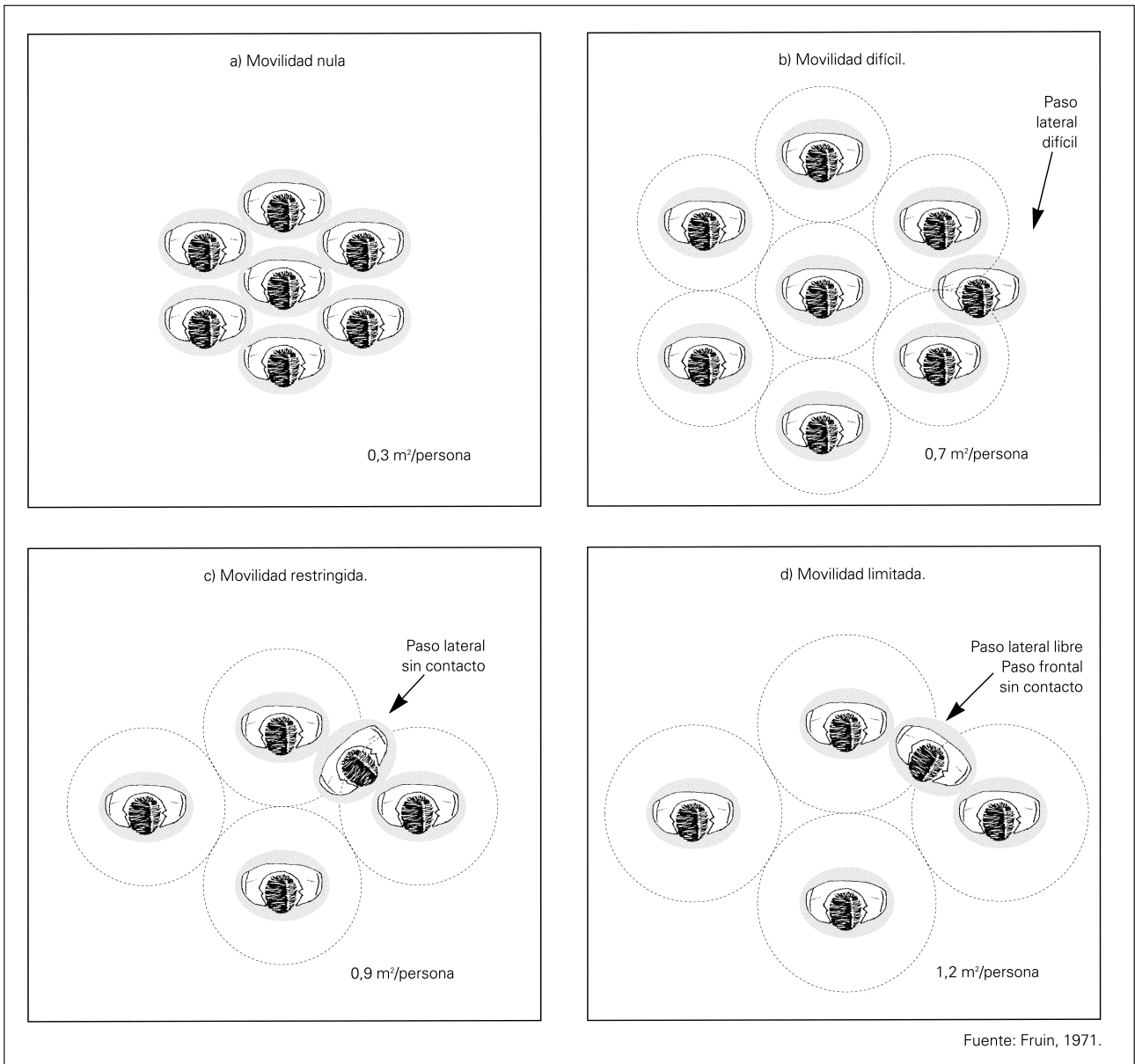
Tabla 3. Requerimientos normativos usuales de las comunidades autónomas en relación a los itinerarios peatonales, las rampas y las escaleras<sup>50</sup>.

Itinerario peatonal	Ancho libre de obstáculos	1,20-1,50 m
	Altura libre de obstáculos	2,1 m
	Pendiente longitudinal máxima	6-8%
Rampas	Ancho libre de obstáculos	1,20-1,80 m
	Pendiente longitudinal máxima	12% en tramos menores de 3 m 10% en tramos entre 3 y 10 m 8% en tramos superiores a 10 m
Escaleras	Ancho libre de obstáculos	1,20-1,50 m

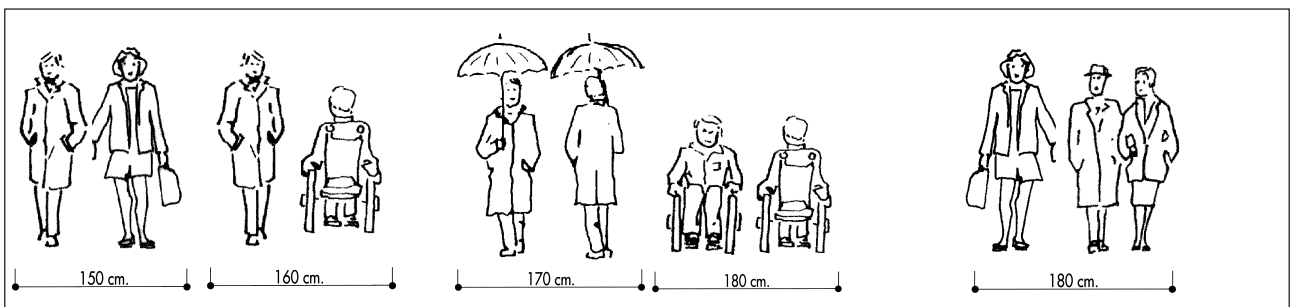
(50) "Análisis comparado de las normas autonómicas y estatales de accesibilidad". Documentos nº 47/2005, publicada por el Real

Patronato de Prevención y Atención a Personas con Minusvalía (Madrid, 2005). Dada la evolución permanente de esta legislación y su variabilidad

autonómica, se recomienda contrastar este conjunto de requisitos en cada lugar y momento.



Esquema de simulación de la movilidad peatonal en aglomeraciones.



Dimensiones necesarias para el cruce de viandantes.

imprescindible para el cruce de dos peatones, siendo evidentemente las vías peatonales de tipo bidireccional.

Por esa razón, al criterio de la capacidad debe añadirse las posibilidades de cruce de los viandantes que circulan en sentidos opuestos, es decir, no basta con tener en cuenta los datos antropométricos señalados más

arriba, sino también los márgenes laterales necesarios para el cruce de dos viandantes.

A la vista de los requerimientos señalados en los gráficos adjuntos, no son recomendables aceras de menos de 1,80-2,00 metros de anchura efectiva, puesto que no permitirían el cruce cómodo de una silla de ruedas con otra

o de una pareja con otro peatón. Estas dimensiones permiten también el cumplimiento de la legislación autonómica de accesibilidad, tal y como se puede observar en la tabla 3 (página 83) en la que se detallan también los valores más usuales empleados en dicha normativa para escaleras y rampas.

Reducción del número de carriles o supresión de un sentido de circulación.

El análisis de la vía permite deducir la adecuación de la calzada a las funciones que tiene asignadas en los flujos del tráfico y su adecuación a los mínimos de calidad ambiental prefijados.

Si la conclusión es la existencia de un exceso de calzada cabe plantear como alternativas la reducción del número de carriles o la supresión de uno de los sentidos de circulación.

Reducción de la anchura de los carriles de circulación.

Allí donde no sea posible limitar el número de carriles de circulación se puede repensar la anchura de cada uno de ellos, teniendo en cuenta además que el dimensionamiento estricto de los carriles favorece la moderación de la velocidad de circulación (véase el siguiente capítulo de esta obra).

Reducción del espacio asignado al aparcamiento de vehículos.

Mediante la mera supresión de alguna de las franjas asignadas al efecto o a través de la conversión de una franja de aparcamiento en batería a aparcamiento en línea.

Asignación puntual del espacio de los vehículos a la banda estancial.

El estrechamiento localizado de la calzada, realizado por ejemplo para moderar la velocidad de circulación (véase el siguiente capítulo de esta obra), o la supresión selectiva de plazas de aparcamiento, acogen los obstáculos existentes en la banda de circulación peatonal o los árboles y muebles urbanos que se consideren útiles para la circulación de viandantes.

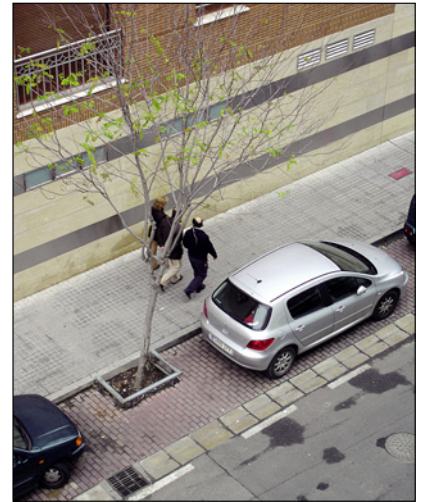
Ordenación de las bandas de circulación peatonal y estancial.

La reordenación de las distintas bandas que conforman las vías peatonales permite aumentar la anchura efectiva de las mismas. La selección de los muebles urbanos más adecuados para cada circunstancia, su agrupamiento menos entorpecedor o la instalación de tapas sobre los alcorques que amplíen el espacio del tránsito de los peatones son ejemplos de dicha reordenación.

Alternativas para la obtención de anchuras adecuadas en las vías peatonales.



Ampliación de acera para mobiliario urbano y arbolado en una calle de Donostia-San Sebastián gracias a la reducción de la calzada y la supresión de la doble fila de aparcamiento.



Arbolado plantado en la banda de aparcamiento. Córdoba.



Ampliación puntual de acera en una calle de Donostia-San Sebastián.



Prolongaciones de acera en banda de aparcamiento para arbolado. Donostia-San Sebastián.



Ampliación de acera por supresión de una de las dos bandas de aparcamiento. Madrid.



Farola en banda de aparcamiento. Madrid.





Los bancos dejan libre la banda de circulación peatonal en una calle de Barcelona con moderación del tráfico.



Marmolillo en la calzada para proteger la acera sin reducir la franja de circulación peatonal. Maó (Menorca).

### 4.3. LOCALIZACIÓN Y ASPECTOS GENERALES DE LOS CRUCES PEATONALES

Las intersecciones de los itinerarios peatonales con las vías del tráfico motorizado son el escenario principal de los conflictos y accidentes de viandantes. Al mismo tiempo, los cruces son también un lugar clave para el atractivo, comodidad y rapidez de los desplazamientos peatonales.

Tal y como se explicó en la primera parte de este trabajo, la diferenciación entre peligro y riesgo y la hipótesis de la compensación del riesgo, permiten entender de una manera integral las consecuencias de la mayor o menor facilidad de cruce peatonal.

Desgraciadamente, el peligro generado en el cruce con la vía motorizada y el riesgo de accidente con peatones involucrados son procesos independientes, es decir, cada uno de esos parámetros no tiene una relación biunívoca con los demás. Si aumenta el peligro del tráfico no por ello se incrementa el riesgo de accidente y viceversa. Del mismo modo, una determinada facilidad para el cruce, percibida o real, puede darse en

diferentes condiciones de peligro y de riesgo.

Por poner un ejemplo aclaratorio, un paso de peatones sobre una vía de tráfico motorizado peligrosa puede tener una baja accidentalidad o riesgo al provocar una gran prudencia en el cruce de los viandantes y, consecuentemente, tener muy limitada la facilidad de cruce. Por el contrario, en ese mismo lugar, la instalación de un semáforo puede contribuir a disminuir el peligro del tráfico al reducir la velocidad media a la que atraviesan los vehículos la intersección, mientras que el riesgo de accidente y la facilidad de cruce pueden con ello haber aumentado.

Por esa razón, el análisis de los distintos métodos para la intersección de las vías peatonales y del tráfico motorizado ha de realizarse desde esa triple vertiente: el peligro, el riesgo y la facilidad de cruce por parte de los viandantes.

En ese sentido puede enunciarse como principio general que el diseño de las intersecciones de las vías peatonales debe preocuparse de contribuir a los objetivos establecidos previamente en cada caso, favoreciendo los

comportamientos seleccionados para cada uno de los usuarios y la adecuación entre el riesgo percibido y el riesgo objetivo de los mismos.

Desarrollando la línea propositiva de esta parte del texto se pueden apuntar como objetivos de las actuaciones en las intersecciones los siguientes:

- reducción de la velocidad y por tanto del peligro de los vehículos motorizados.
- reducción de la trayectoria o del tiempo de espera de los viandantes.

La ubicación de los pasos peatonales puede contribuir tanto a reducir la velocidad y el peligro del tráfico motorizado como a disminuir la trayectoria de los recorridos de los viandantes.

En muchas ocasiones se sacrifica tanto la continuidad de las trayectorias peatonales como la permeabilidad peatonal de la vía en aras de un incremento de la capacidad de absorber vehículos en las intersecciones o en los tramos. De ese modo, es muy frecuente la carencia de pasos peatonales y, si existen, su localización



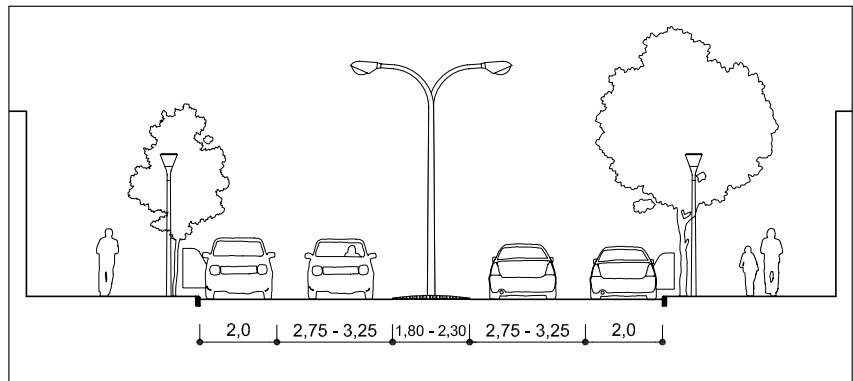
El cruce diagonal como posibilidad de acortar los recorridos peatonales. Bilbao.

retranqueada respecto a las trayectorias deseables para los viandantes.

Incrementar las posibilidades de cruce supone en general una mejora de la calidad peatonal y, simultáneamente, la restricción del número de vehículos y su velocidad.

Para reducir al mínimo los rodeos de los peatones hace falta revisar críticamente las necesidades de acumulación de vehículos y los radios de giro en las esquinas, elementos ambos que contribuyen a la moderación de la velocidad del tráfico, tanto en la vía longitudinal como en la transversal. En los brazos de las rotondas también hay que revisar críticamente las necesidades de acumulación de vehículos con el fin de evitar retranqueos excesivos de los pasos peatonales.

Otro factor que ha de ser analizado en la localización de los pasos peatonales es la distancia entre dos de ellos. Un estudio suizo<sup>51</sup> estableció la tasa de



Sección de una calle con mediana central permeable al cruce peatonal.



Calle Strand (Londres) rediseñada para mejorar el cruce transversal de peatones.

utilización (relación entre el número de viandantes que cruzan por el paso de peatones y el total de los que cruzan la calle) de los pasos peatonales en función de la distancia que separa a dos de ellos. La conclusión fue que la distancia no debe sobrepasar los 100 metros, siendo recomendables separaciones de entre 50 y 80 metros.

Indudablemente este análisis es muy dependiente de varios factores locales (anchura de la vía, tráfico, atractivo de cada lateral de la calle, etc.) que modifican los comportamientos y las

percepciones del riesgo por parte de los peatones, pero es útil al menos para concluir que existe un umbral de distancia entre pasos de peatones a partir del cual su uso disminuye.

La permeabilidad peatonal ha sido un objetivo fundamental de numerosas reformas de calles principales en las que, en lugar de intentar canalizar a los peatones en unos pocos lugares, se ha procurado que puedan cruzar con mayor libertad en todo el tramo, dando opción a los peatones más vulnerables a hacerlo en los lugares de mayor protección.

(51) Departamento Federal de Justicia y Policía (1972): Sécurité sur les passages piétons. Citado en Sécurité des piétons lors de leurs traversée de chaussées.

Hay que señalar, por último, que la longitud excesiva de los cruces genera inseguridad para el peatón y dificulta su empleo por parte de los niños, personas mayores y de visión reducida. Por ello, la longitud de calzada a atravesar no debe ser superior a los 12 metros ó 3 carriles de circulación, aunque se admiten distancias mayores en caso de que se dispongan refugios intermedios que más abajo se detallan.

#### 4.4. TIPOS DE CRUCE PEATONAL

Se puede hablar de dos categorías de pasos peatonales transversales a una vía de circulación motorizada: los que segregan a peatones y vehículos en el tiempo y los que les separan en el espacio estableciendo dos niveles que no llegan a mezclarse.

La distribución del tiempo para el paso de peatones y para el paso de vehículos puede efectuarse mediante una regulación de prioridades y comportamientos (pasos de cebra, aceras continuas) o mediante un reparto mecánico del mismo (semáforos).



Pintura antideslizante para paso de cebra.

#### Pasos de cebra

Son lugares de la calzada señalizados horizontalmente (y a veces también verticalmente) en los que la normativa da prioridad al cruce de los peatones sobre el de los vehículos.

El uso de los pasos de cebra, es decir, el comportamiento que presentan los peatones y los conductores de vehículos en ellos ha ido evolucionando de manera diferente en cada país. Y lo mismo ha ocurrido con la normativa que los regula y da mayor o menor preferencia a los peatones. Esa evolución particular en cada país puede ser valorada en función de tres criterios: la facilidad de cruce, el peligro y el riesgo.

El primero, la facilidad de cruce, depende del comportamiento de los que lo atraviesan. Existen, en efecto, países en los que todos los grupos de peatones encuentran una enorme facilidad de cruce en los pasos de cebra, pues los conductores de vehículos los respetan estrictamente. Pero igualmente existen países en los que los grupos de viandantes más vulnerables encuentran grandes dificultades para el cruce en pasos de cebra, ya que no se verifica la teórica prioridad peatonal y las esperas se prolongan hasta la aparición de huecos en el flujo motorizado o la llegada de algún conductor respetuoso de la norma.

Ese comportamiento también se refleja en el peligro de la circulación, pues la presencia del paso de cebra determina regímenes de velocidad distintos en cada país, en cada localización e, incluso, en cada circunstancia u hora del día. El respeto de la prioridad peatonal exige velocidades bajas de aproximación para los vehículos que avistan un paso de cebra.

Por último, la consideración del riesgo asociado a un paso de cebra, medida a través de la accidentalidad que registra, conduce a reforzar la importancia del entorno del mismo. La accidentalidad es básicamente el

resultado de un desajuste entre el riesgo percibido por los distintos usuarios, el riesgo objetivo y el riesgo asumido socialmente. Por consiguiente, el riesgo en un paso de cebra depende en buena parte de las características paisajísticas de su entorno y de las reglas de juego establecidas en cuanto a la prioridad peatón/vehículo.

Por esa razón, el establecimiento de un paso de cebra no garantiza la disminución de la accidentalidad en el grado esperado (Preston, 1989). Más aún cuando la velocidad de circulación es superior a los 30 km/h y el número de carriles a atravesar es mayor de dos.

Ajenos a esa complejidad del conflicto peatón-vehículo, los manuales de ingeniería establecen una serie de criterios, relativos a las características de los flujos de vehículos y de peatones, para seleccionar el tipo de cruce idóneo para cada localización.

En el caso de los pasos de cebra es evidente que el tránsito denso de peatones puede bloquear el tráfico de vehículos motorizados si se cumple –y para eso se ha establecido– la regla de prioridad peatonal. Por tanto, un criterio para la implantación de pasos de cebra es que el flujo de peatones no rebase ciertos límites superiores, límites que varían con la cifra de vehículos que transitan por el lugar en cuestión: a mayor número de peatones el flujo de vehículos compatibles con el paso de cebra se reduce. También es importante tener en consideración la proximidad de otros pasos de cebra, pues si se sitúan muy cerca unos de otros pueden poner en cuestión la capacidad de la vía.

En paralelo, se suele establecer otro criterio de límites, esta vez inferiores, para que existan condiciones adecuadas para la instalación de pasos de cebra. El motivo del límite inferior es que la baja densidad peatonal tiende a disminuir el respeto de la prioridad peatonal y, por tanto, a incrementar el riesgo del tráfico.



Paso de cebra con señalización horizontal e iluminación según las normas británicas.



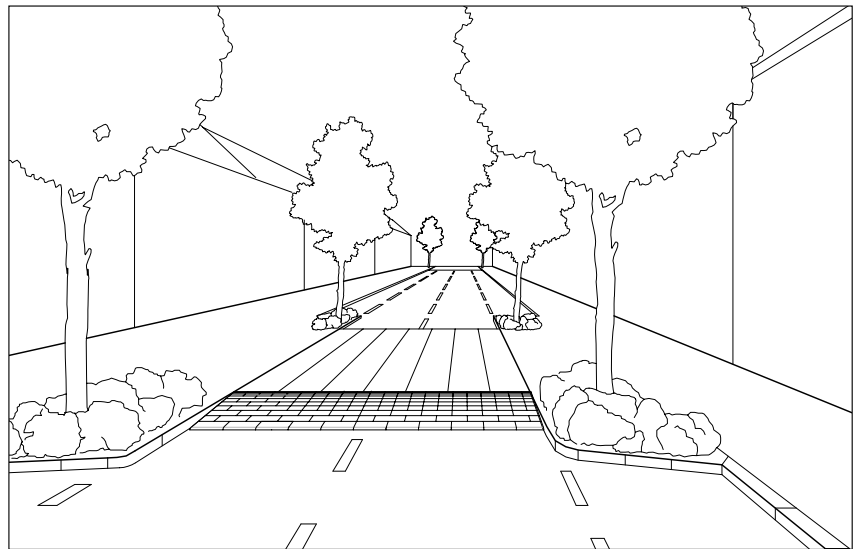
Paso de cebra sobreelevado.

La anchura mínima de un paso de cebra suele establecerse en 4 metros, mientras que su longitud no se recomienda que sea superior a los 8-10 metros, de manera que el peatón no esté obligado a atravesar más de dos o tres carriles de circulación<sup>52</sup>. En caso de que la calzada a atravesar sea de mayor anchura debe considerarse la posibilidad de que instalar dispositivos de ayuda como pueden ser los estrechamientos de calzada o los refugios peatonales.

Paso de cebra **sobreelevado** es aquel que se construye en el mismo plano de la acera, siendo los vehículos los que se ven obligados a superar una pequeña rampa de acceso. Pueden ser incluidos en el concepto de "lomos" que se describen en el capítulo siguiente.

### Semáforos

En este tipo especial de señalización vertical, el reparto del tiempo de paso o fase verde entre los peatones y los vehículos motorizados es clave para la comodidad del cruce peatonal. Habitualmente dicho reparto está pensado desde el punto de vista de las necesidades de los distintos flujos vehiculares existentes en cada intersección, asignándosele a los



Paso de cebra a nivel de acera.

peatones el residuo temporal de dichas necesidades. Pero existen programas de control centralizado de los semáforos que tienen en cuenta los retrasos en el flujo peatonal e incluso contemplan la gestión adecuada de intersecciones peatonales próximas.

En el recuadro adjunto se pueden observar las condiciones recomendadas en el Reino Unido para la instalación de un cruce peatonal semaforizado. Al igual que ocurría con los pasos de

cebra, existen límites inferiores de los flujos peatonales y vehiculares que indican la conveniencia de la instalación de un semáforo.

Las recomendaciones más simplificadas del CETUR francés sobre instalación de semáforos se resumen en el gráfico de la página 92 en el que se puede observar que el flujo peatonal debe ser superior a 100-250 peatones/hora según la intensidad del paso de vehículos.

(52) 10 metros de longitud es la medida establecida en las normas suizas y británicas, mientras que las noruegas la reducen a 8 metros y

en algunas recomendaciones francesas se rebaja hasta los 7 metros en determinadas circunstancias (De la Hoz y Pozueta, 1991).

**Criterios para la elección de los distintos tipos de cruce peatonal**

Tratando de acotar ese campo de la idoneidad de los pasos de cebra y de otros tipos de cruce de peatones, el Ministerio de Transportes británico sugiere su instalación cuando se verifican una serie de condiciones que dependen del volumen potencial de conflictos entre peatones y vehículos (Institution of Highways and Transportation, 1987), condiciones que se resumen en la siguiente adjunta.

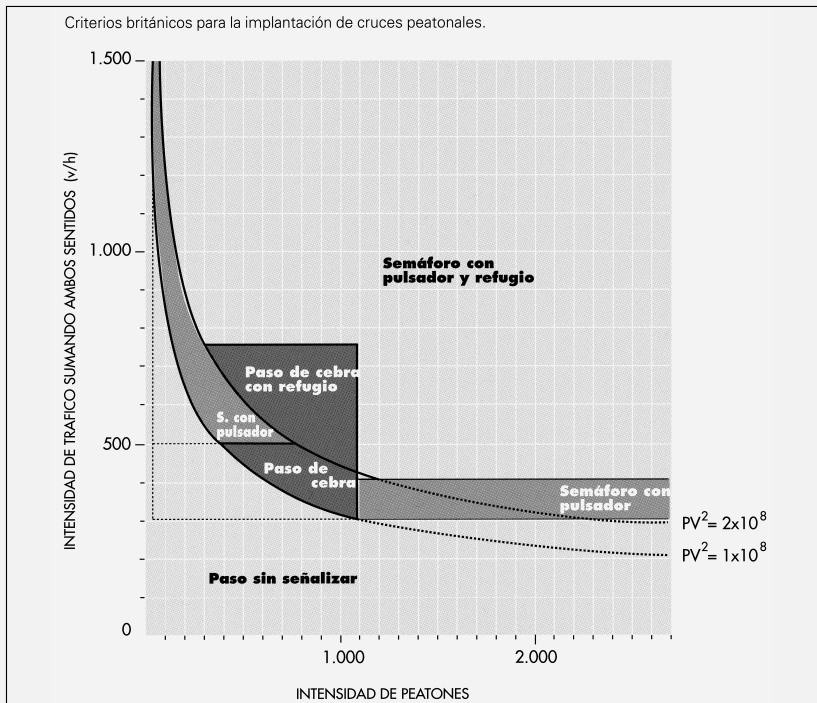
La figura está basada, en primer lugar, en la fórmula  $PV^2$  en la que:

P = flujo de peatones (medidos en peatones/hora) que cruzan la vía en cuestión en una longitud de 100 metros en torno al punto en el que se quiere implantar el paso peatonal.

V = flujo de vehículos en ambas direcciones (medidos en vehículos/hora).

El valor de  $PV^2$  debe ser la media de las cuatro horas punta principales.

Hay que advertir en cualquier caso que esta fórmula requiere una revisión empírica para el contexto urbano de las ciudades españolas y que, además, no debe interpretarse rígidamente. En primer lugar porque no tiene en consideración el tráfico peatonal que podría inducir la creación de itinerarios para viandantes apoyados en los distintos tipos de cruces. Y en segundo lugar, porque las propias recomendaciones británicas mencionan casos singulares en los que la creación de pasos peatonales debe ser tenida en cuenta al margen del valor resultante de la fórmula:



casos singulares en los que la creación de pasos peatonales debe ser tenida en cuenta al margen del valor resultante de la fórmula:

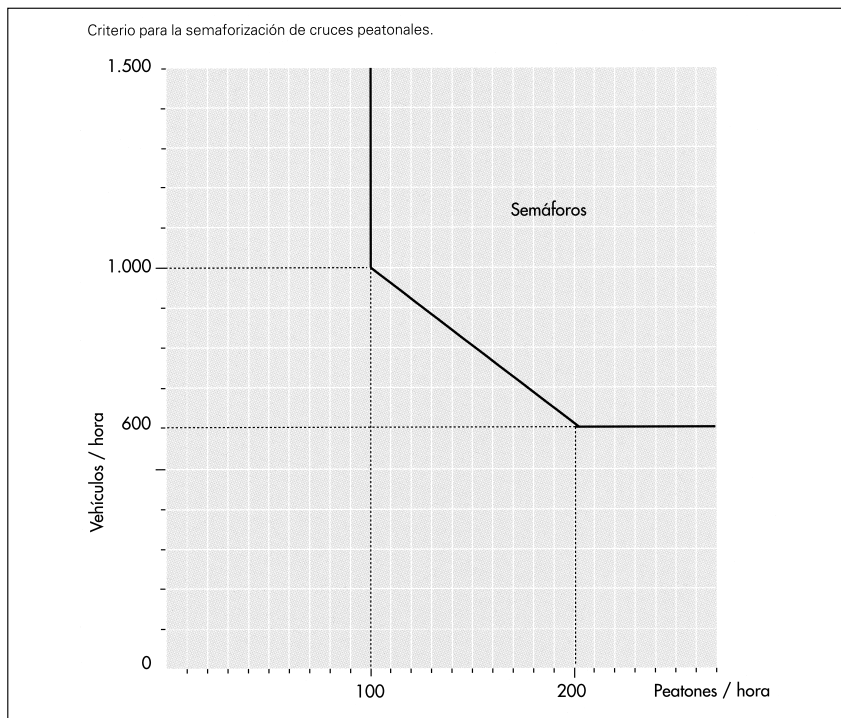
- allí donde existan perjuicios sustanciales para la comunidad en caso de no existir el paso peatonal.
- en lugares próximos a equipamientos colectivos, residencias de ancianos o discapacitados, hospitales, colegios y áreas comerciales con fuerte flujo de clientes.
- allí donde circule un significativo número de vehículos pesados (300 vehículos/hora en las cuatro horas punta principales)
- en los lugares en los que existan pronunciadas variaciones estacionales del flujo peatonal.

Criterios británicos para la implantación de cruces peatonales.

Tabla 4. Criterios británicos para la implantación de cruces peatonales.

P (intensidad de peatones)	V (intensidad de vehículos)	$PV^2$	Recomendaciones preliminares
50 a 1.100	300 a 500	> de $10^8$	Paso de cebra
50 a 1.100	400 a 750	> $2 \times 10^8$	Paso de cebra con refugio
50 a 1.100	> 500	> $10^8$	Semáforo con pulsador
> 1.100	> 300	> $10^8$	Semáforo con pulsador
50 a 1.100	> 750	> $2 \times 10^8$	Semáforo con pulsador y refugio peatonal
> 1.100	> 400	> $2 \times 10^8$	Semáforo con pulsador y refugio peatonal

Criterios para la elección de los distintos tipos de cruce peatonal.



Criterios franceses para la implantación de semáforos.

Al margen de esos criterios generales la Dirección General de Transportes de la Comunidad de Madrid recomienda la implantación de semáforos en las siguientes circunstancias (De la Hoz y Pozueta, 1991):

- cuando concurren dificultades de cruce especiales como mala visibilidad o ilegibilidad de la intersección.
- cuando la calzada tiene cuatro o más carriles.
- cuando concurren aglomeraciones peatonales en horas concretas del día por proximidad del cruce a lugares como fábricas o colegios.
- cuando la vía cuenta con regulación semafórica en otros tramos.

Una variante del semáforo convencional es el semáforo facultativo



Semáforo con pulsador.

o de pulsador. El peatón que desea cruzar debe accionar un botón con el fin de reajustar las fases e iniciar un ciclo de verde para los viandantes. La gestión de estos semáforos puede

también ser más o menos favorable a los peatones según ofrezca la fase verde peatonal con mayor o menor celeridad.

La altura máxima del pulsador debe ser de 1 metro, con el fin de que sea accesible a la mayor parte posible de la población y su localización bien visible.

Para la regulación de las fases semafóricas, la velocidad máxima de paso que debe considerarse con criterios equitativos, tal y como se indica más adelante, es de 0,8 metros por segundo (0,5 m/s en la normativa de accesibilidad de la Comunidad de Madrid). Además, ha de calcularse un tiempo de reacción antes de iniciar la marcha. Por último, como criterio general, cabe recomendar que la fase de verde de los vehículos no aparezca hasta transcurrido el tiempo en el que haya garantía de que el último peatón que haya empezado la travesía en la fase intermitente la haya finalizado.

En algunas ciudades y países se establecen ciclos especiales de las fases semafóricas denominados de "protección peatonal"<sup>53</sup>, en los cuales los peatones tienen la oportunidad simultánea de cruzar en todas las direcciones, mientras que los vehículos están detenidos en todos los accesos a la intersección. Sus resultados en términos de comodidad y seguridad peatonal, así como en relación al número y velocidad de los vehículos, depende del tipo de cruce, la dimensión de los flujos peatonales y de vehículos y la duración establecida para cada una de las fases semafóricas, aunque diversas investigaciones apuntan reducciones significativas de la accidentalidad en este tipo de esquemas (Road Directorate, 1998).

Esta opción ha sido aplicada en la ciudad vasca de Vitoria, pero no suele

(53) En los países anglosajones se conoce este sistema semafórico como "pedestrian scramble" o, también, como "Barnes Dance", en referencia al ingeniero de tráfico Henry Barnes que, sin ser el

inventor del mismo, lo aplicó por primera vez extensamente, a finales de los años cuarenta del siglo XX, en algunas ciudades norteamericanas.

contar con el beneplácito de los ingenieros municipales debido a que ofrece teóricamente una menor capacidad de paso de vehículos que las fases convencionales. La realidad es que esa ventaja de la mayor capacidad de flujo depende de cómo se establezca el giro a la derecha de los vehículos, habitualmente en detrimento de la facilidad de paso de los peatones. En caso de que los viandantes dispongan de una fase verde amplia y un paso sin retranqueos, las restricciones en la capacidad de acumulación de los vehículos que giran puede ser determinante de la capacidad global y resultar ésta inferior a un sistema semafórico con protección peatonal.

Otra opción complementaria consiste en trazar pasos peatonales diagonales para reducir las distancias a cruzar en ciertas trayectorias de los viandantes.

Hay que señalar, por último, que desde hace algunos años se están introduciendo en España modificaciones sustanciales del formato y de los ciclos semafóricos, sin que existan investigaciones que las evalúen en términos de comodidad y seguridad peatonal a corto y largo plazo. Entre las novedades destacan las diversas fórmulas de intermitencia de la fase verde peatonal, en combinación con las fases ambar y roja de los vehículos y los semáforos con cronómetro. En el primer caso, el resultado ha sido una pérdida real de la prioridad peatonal en la fase de verde, generándose una cultura de derecho de paso de los vehículos en dicha fase que acarrea incomodidad e inseguridad para los peatones. Los semáforos con cronómetro han sido acusados de generar inseguridad y estrés *“sirviendo de cortina de humo de los verdaderos problemas del*

*peatón en los cruces de nuestras calles”*<sup>54</sup>. Ninguna de esas novedades tiene encaje claro en la normativa vigente de seguridad vial.

#### *Aceras continuas*

La prolongación longitudinal de la acera en las intersecciones es un procedimiento para el cruce más claro y prioritario para los peatones que los pasos de cebra. Tiene la virtud de mostrar físicamente a los conductores que van a abandonar, durante unos

metros, su espacio de circulación incorporándose a un territorio ajeno.

#### *Pasos a desnivel*

Pueden ser elevados (pasarelas) sobre la infraestructura a sobrepasar o inferiores a la misma (túneles o pasos bajo viaducto).

Dado que penalizan los desplazamientos peatonales, un primer criterio a considerar es la reducción al mínimo del

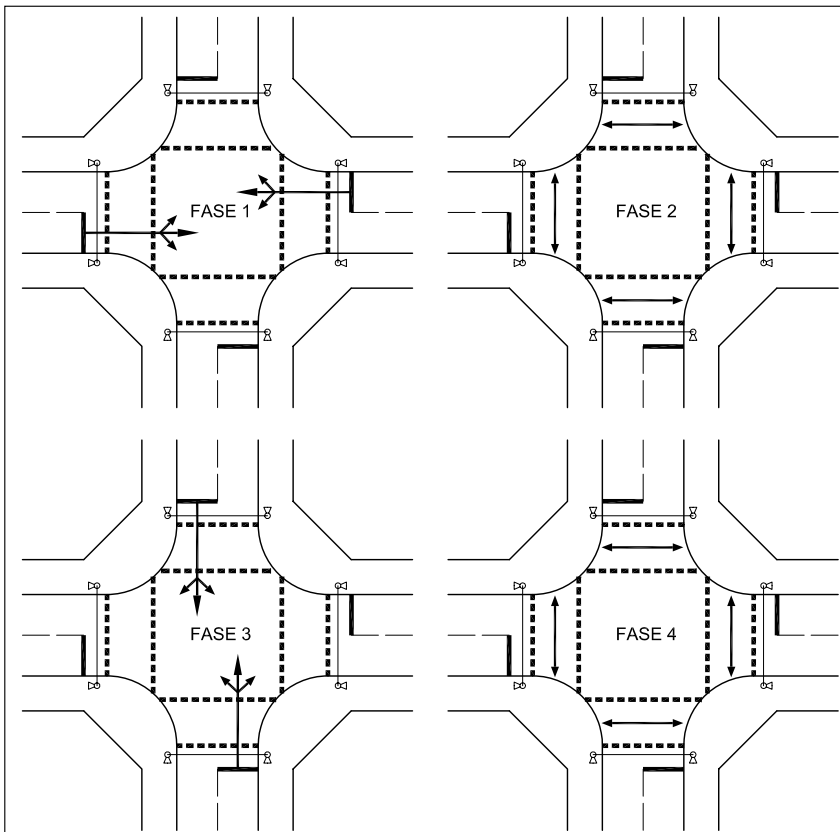


Acera continua en San Sebastián. El semáforo tiene únicamente una fase de rojo y otra de ambar intermitentes en la cual los vehículos pueden pasar manteniendo la preferencia peatonal.



Paso inferior bajo las vías del ferrocarril. Amplitud, visibilidad, transparencia como requisitos de la seguridad. San Sebastián.

(54) Nota de prensa de la asociación de viandantes A PIE, del 23 de diciembre de 2002, titulada "No queremos ser peatones contra el reloj".



Esquema de los ciclos semafóricos de protección peatonal.

En pasarelas se recomienda un ancho mínimo de 2,5 metros y de 5 metros para las que combinan tránsito peatonal y ciclista. En pasos inferiores esas cifras deben aumentar a 4 y 6 m. La altura mínima recomendable es de 3 m.

*Pasos peatonales sin prioridad peatonal*

Un último tipo de paso peatonal es aquel en el cual no existe prioridad peatonal, aunque se diseñan de modo que el peatón tenga comodidad y seguridad para el cruce. En los países en los que existe este tipo de pasos peatonales suelen ser indicados mediante un cambio de pavimento, el rebaje del bordillo, color, etc. Se utilizan mucho allí donde ni los flujos de vehículos motorizados ni sus velocidades son muy elevados y las posibilidades de que los peatones se intercalen entre los vehículos son amplias.

En España las necesidades de un diseño coherente con las funciones urbanas está llevando a implantar pasos de peatones sin prioridad en algunas calles. En particular se están utilizando pavimentaciones diferenciadas para indicar el lugar de paso peatonal sin señalizar como paso de cebra. Otra fórmula utilizada sin completo agarre legal es la señalización vertical de paso de cebra en aceras continuas.

Hay que tener en cuenta, además, que en determinadas circunstancias no es recomendable ni la implantación de

cambio de cota, de manera que las pendientes no superen el 5% o las cifras exigidas en su caso por las normativas de accesibilidad (entre el 5% y el 12% en las diferentes autonomías).

Un segundo criterio es la legibilidad del paso, es decir, la posibilidad de ver el final de la pasarela o el túnel desde su inicio, pues de ese modo se incrementa

el atractivo y la sensación de seguridad.

Por ese mismo motivo de aumentar el atractivo y la seguridad la sección de los pasos superiores o inferiores debe ser suficientemente generosa; así como equilibrada con respecto a la altura en los pasos inferiores (proporciones 1,5:1 entre el ancho y el alto en túneles).



Paso peatonal indicado mediante pavimentación. Madrid. Nueva. H-



Acera continua con pavimentación que simula paso de cebra. Zaragoza.



pasos de cebra, ni de semáforos, bien sea por la baja intensidad del flujo peatonal o de vehículos o por la velocidad de éstos, en cuyo caso el paso peatonal sin prioridad puede ser una opción adecuada.

#### 4.5. DISPOSITIVOS DE APOYO PARA EL CRUCE PEATONAL

##### Orejas

Las ampliaciones del espacio peatonal en intersecciones tienen como fin facilitar el cruce de los peatones, disminuir el peligro de la circulación y el riesgo de los viandantes. El primero de esos objetivos se busca mediante la disminución del espacio que los viandantes han de recorrer en la calzada y, también por la capacidad que tienen las orejas de impedir el aparcamiento ilegal en las esquinas.

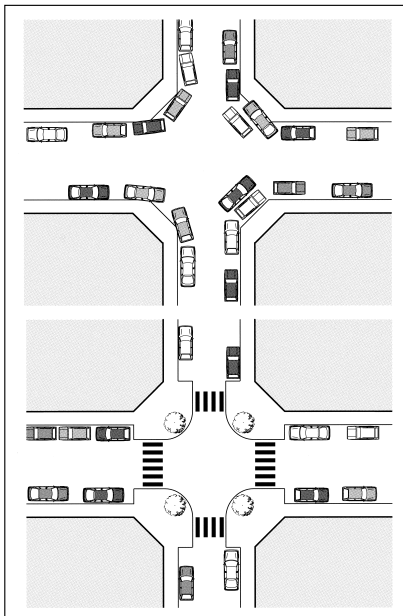
El segundo objetivo puede alcanzarse gracias a la disminución de la velocidad del tráfico que se deriva del estrechamiento de la calzada y de la reducción del radio de giro de los vehículos. Por último, el tercer propósito puede ser el resultado de un diseño que adecue el riesgo objetivo al



Oreja en Copenhague.



Orejas en Berlín.



Creación de "orejas" y supresión del aparcamiento ilegal.



Orejas en Madrid.

riesgo percibido por los peatones al cruzar apoyándose en las orejas.

Como complemento a los objetivos anteriores, las orejas pueden servir para acoger parte del mobiliario urbano en las operaciones de reordenación que allanan de obstáculos la banda de circulación peatonal. O para generar espacios de calidad estancial en las intersecciones.

Las dimensiones de las orejas se deducen de los radios de giro necesarios para cada tramo del espacio urbano y se ofrecen en el capítulo correspondiente al ajuste de dichos radios.

*Refugios*

Los refugios, que permiten el cruce de una calzada en dos etapas, se pueden utilizar en combinación con todo tipo de cruces peatonales, desde los semaforizados hasta los que no establecen prioridad peatonal.

Esta última opción es frecuente en el Reino Unido, Francia y Alemania, por su idoneidad para intersecciones de escaso flujo peatonal en las que, además, se reducen también las esperas de los vehículos.

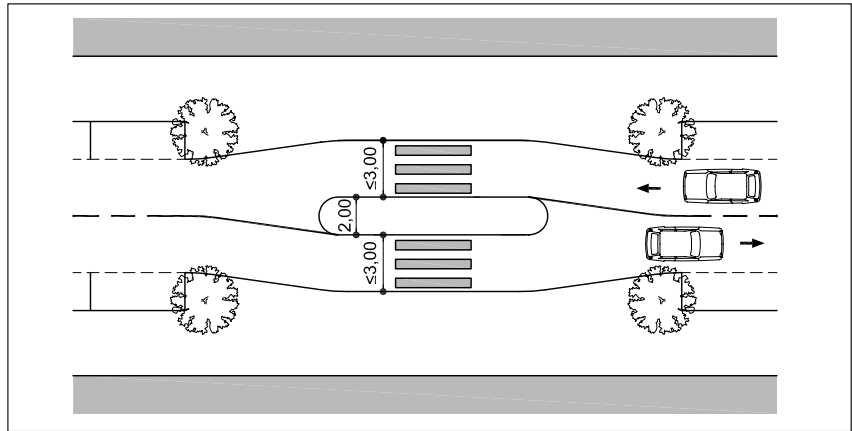
La introducción de refugios peatonales en el centro de la calzada tuvo originalmente el objetivo de reducir el número de accidentes de peatones. Los refugios disminuyen la velocidad de circulación por:

- estrechamiento de la calzada
- efecto de apotonamiento por imposibilidad de adelantamiento
- efecto zig-zag

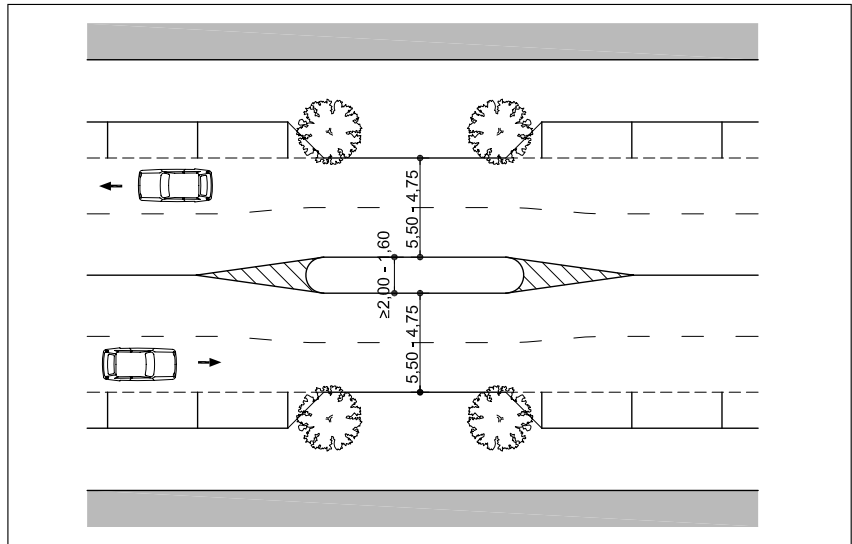
Además, facilitan el control del aparcamiento en sus proximidades. Lo cierto es que los resultados de este dispositivo no son tan espectaculares como al principio se pensaba; disminuyen efectivamente los accidentes pero no tanto los de peatones (Thompson y otros, 1990). La razón habría que buscarla en que los refugios peatonales contribuyen a disminuir el peligro general del tráfico

pero no necesariamente a reducir el riesgo de todos los usuarios de la vía.

A pesar de todo, los peatones perciben una disminución del riesgo y



Refugio peatonal intermedio en tramo longitudinal en calle de un carril de circulación.



Refugio peatonal intermedio en tramo longitudinal en calle de dos carriles por sentido.



Refugio peatonal sin paso de cebra pero con lomo. Londres.

por lo tanto apoyan mayoritariamente el mantenimiento del dispositivo.

La profundidad de los refugios está reglamentada en las legislaciones autonómicas de supresión de barreras, las cuales establecen medidas que varían entre 1,2 y 1,8 metros, aunque la primera medida no permite la protección completa de una bicicleta o de un adulto empujando una silla de ruedas o un carrito de niño. Por esa razón en manuales de países como Holanda, Alemania y Dinamarca la profundidad recomendada varía entre los 1,5 y los 2 metros.

La anchura de los refugios ha de ser superior a los 2 metros para facilitar el cruzamiento de peatones caminando en ambas direcciones. Sus bordillos de acceso deben estar rebajados así como los correspondientes a las aceras que tenga enfrente. En cualquier caso, es necesario tener en cuenta las normativas de accesibilidad autonómicas para aplicarlas en cada caso.

En el Reino Unido se recomienda su señalización mediante un marmolillo iluminado internamente en cada extremo y una luminaria en su centro que no obstruya el paso de los viandantes. En ambos casos se trata de ofrecer su rápida identificación por parte tanto de los peatones como de los conductores de vehículos.

Los refugios peatonales pueden localizarse bien en intersecciones bien en tramos de vía en los que se considere necesario favorecer el cruce de los peatones. Es frecuente la combinación de un refugio peatonal con otras medidas de moderación del tráfico tales como lomos, zig-zag, estrechamientos de calzada, etc, que refuerzan las ventajas para el cruce de los viandantes.

#### *Estrechamientos de calzada*

Los estrechamientos de calzada destinados a facilitar el cruce peatonal pueden ser extendidos a lo largo de todo un tramo de vía o localizado en puntos particulares de la misma.



Refugio peatonal sin paso de cebra en Londres.



Refugio peatonal en paso de cebra. Ámsterdam.



Estrechamiento de calzada.

El cruce peatonal se realiza sin prioridad salvo que, en el caso de los estrechamientos localizados, se combine con la señalización de paso de cebrá correspondiente. Su descripción se encuentra en el capítulo siguiente en razón de la importancia que estos estrechamientos presentan adicionalmente para el propósito de moderar la velocidad de circulación.

#### *Rebajes de bordillo*

Las normativas autonómicas relativas a la supresión de barreras arquitectónicas establecen los criterios para el rebaje de los bordillos en los vados y pasos para peatones. En algunas autonomías se admite un resalte de 2 cm. entre la calzada y el vado, pero la tendencia es a exigir su enrasamiento. Las pendientes exigidas a las rampas de los vados también varían entre las diferentes autonomías, siendo lo más habitual el 8%.

Si se requiere proteger la acera del aparcamiento ilegal el espacio entre marmolillos debe tener en consideración el paso holgado de una silla de ruedas 1,20-1,50 metros; el cruce cómodo de dos sillas requeriría una anchura de 1,8 metros en la que ya podría introducirse un automóvil.

#### *Reductores de velocidad*

Tanto los lomos como las almohadas, que serán descritos en el siguiente capítulo, son dispositivos de amortiguación de la velocidad que pueden ser situados en la proximidad de los cruces peatonales para reforzar su comodidad y su seguridad.

### **4.6. TIEMPO DE LA FASE PEATONAL EN SEMÁFOROS**

La estimación del tiempo que requieren los peatones para el cruce de la calzada permite evaluar la idoneidad de los dispositivos establecidos para dicho cruce.

En ese sentido, el punto de partida es la consideración de que las velocidades medias son excesivamente elevadas para una parte significativa de la población y,



Rebaje de bordillo en paso peatonal de Barcelona.



Almohada protegiendo un paso peatonal en Malmö (Suecia).

por tanto, se requiere adaptar los cruces a velocidades de desplazamiento más bajas, que no obliguen a la carrera y que sean alcanzables por casi la totalidad de la población.

Frente a las velocidades medias de entre 1,2 y 1,5 metros por segundo (entre 4,3 y 5,4 km/h) que se estipulan en algunos manuales de ingeniería (Valdés, 1982; Transportation Research Board, 1985), otras fuentes (Vejdirektiratet, 1983; Svenska Kommunförbundet, 1993) coinciden en señalar que velocidades de 0,8 metros por segundo son más equitativas, pudiendo ser alcanzadas por la casi

totalidad de la población, incluyendo el 85% de las personas mayores de 60 años.

En el caso de cruces semaforizados, además de las velocidades de marcha, hay que tener en cuenta el tiempo que los peatones tardan en arrancar tras la aparición de su fase verde luminosa. Para los cálculos de capacidad de los cruces peatonales el archiconocido Manual de Capacidad de Carreteras (Transportation Research Board, 1985) establece un tiempo de arrancada de 3 segundos.

Teniendo esas dos referencias de velocidad de marcha y tiempo de

arrancada, es posible evaluar la idoneidad del diseño de los cruces peatonales y del tiempo de la fase verde de los viandantes.

La legislación de accesibilidad y supresión de barreras ha establecido, en algunas normas autonómicas, los criterios de cálculo de la velocidad de peatones en semáforos. Así, por ejemplo, en el Reglamento aplicable en la Comunidad de Madrid se exige que:

“El tiempo de duración del intervalo de paso de personas en los cruces regulados por semáforos se calculará teniendo en cuenta los siguientes parámetros: velocidad de desplazamiento de las personas, 50 cm/s; tiempo muerto para la percepción del momento de paso, tres segundos, y tiempo de holgura, tres segundos<sup>55</sup>”.

Es importante, por último, tener en consideración el tiempo de la fase roja peatonal pues, en caso de ser muy larga no sólo resulta incómoda para el peatón, sino que supone un estímulo al cruce ilegal. Por ese motivo, en algunos países se recomienda que la fase roja no supere los 60 segundos.

#### 4.7. SEÑALIZACIÓN DE PASOS PEATONALES

La señalización vertical y horizontal de pasos peatonales, que determina en buena parte su visibilidad/legibilidad), ha tenido una cierta evolución en los últimos años en España.

En las dos últimas décadas del siglo XX se generalizó por ejemplo la combinación de semáforo y marcas viales de paso de cebra. Esta fórmula, que desvaloriza la marca vial de paso de cebra cuando no está acompañada de semáforo, no fue contrastada o debatida técnicamente en cuanto a sus



Señalización de paso de peatones en semáforo. Barcelona.



Retranqueo amplio de la línea de detención de los vehículos ante el paso de peatones. San Sebastián.

resultados para la seguridad vial y recientemente ha sido revertida en varias ciudades españolas como Barcelona y Madrid en donde se ha vuelto a la doble línea de rectángulos flanqueando el camino peatonal<sup>56</sup>.

El motivo argumentado para este cambio ha sido el carácter deslizante para vehículos de dos ruedas y peatones que tienen las franjas del

paso de cebra, aunque hay métodos de pintado rugoso o antideslizante que evitan también el problema. Esta opción tiene el inconveniente de ser idéntica a la del paso de ciclistas, generándose la correspondiente confusión entre usuarios.

Hay que decir, en cualquier caso, que esta opción no es la única ni dominante en el plano internacional en

(55) Decreto 13/2007, de 15 de marzo, del Consejo de Gobierno, por el que se aprueba el Reglamento Técnico de Desarrollo en Materia de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de

Barreras Arquitectónicas. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid nº 96, de 24 de abril de 2007.

(56) Véase “A peu per Barcelona”. Pacte per la Mobilitat. Vía Pública. Ajuntament de Barcelona. 2002.

donde existen múltiples fórmulas de marcar horizontalmente la presencia del paso semaforizado y del lugar por el que han de transitar los peatones.

Lo mismo ocurre con la señalización de pasos de peatones sin semáforo, en donde la variedad de conceptos y diseños es muy elevada.

Un elemento complementario de la señalización horizontal de los semáforos y de otras modalidades de cruce peatonal es la línea de detención para los vehículos que se implanta en determinadas circunstancias. La separación entre la marca de paso de peatones o de paso de cebray y la de detención es importante para la seguridad y para la percepción de la seguridad del cruce por parte de los peatones. Las líneas de detención situadas a muy poca distancia del paso peatonal, por ejemplo, a distancias inferiores a 1 metro, generan una mayor inseguridad y una falta de atractivo para el peatón.

En numerosas ciudades europeas y en algunas españolas se emplea habitualmente un retranqueo mayor de la línea de detención de los automóviles en los pasos peatonales con o sin semáforo. La intención de esta medida es la de garantizar una interacción más clara entre peatones y



Retranqueo de la línea de detención diferenciado para vehículos y ciclistas en un semáforo. Friburgo (Alemania).

vehículos, de modo que se incremente la seguridad de los viandantes. En un experimento realizado en la ciudad francesa de Brignais la conclusión fue que el retranqueo de 5 metros respecto a la franja peatonal representaba la solución más eficaz en términos de seguridad y comodidad peatonal<sup>57</sup>.

En cualquier caso, la dimensión del retranqueo tiene que conjugar otras variables de la circulación motorizada, como el espacio de acumulación de vehículos, y también de la circulación peatonal, como el mantenimiento de la trayectoria peatonal que tendría que

desviarse en intersecciones de calles estrechas.

Una opción complementaria o alternativa al retranqueo de la línea de detención de los vehículos, que refuerza la seguridad del paso peatonal y ofrece ventajas también a los ciclistas, es la señalización de marcas viales para la espera de las bicicletas en primera fila de los semáforos. Estas "plataformas avanzadas de espera" de ciclistas son moneda corriente en Europa por sus ventajas para hacer más seguro el inicio de la marcha una vez que el semáforo se pone en verde para los vehículos.

(57) "Évaluation de l'expérimentation de Brignais d'une ligne avancée devant les passages-piétons". CERTU. Lyon, 1999.

## **5 La amortiguación de la velocidad a través del diseño y gestión del viario**

Ya se subrayó anteriormente la importancia que tiene la reducción de la velocidad para la consecución de un entorno social y ambiental capaz de devolver a la calle su condición de espacio de convivencia. Queda, por tanto, pendiente la descripción de las técnicas que conducen a obtener dichas reducciones.

A este respecto conviene mencionar que la reducción de la velocidad puede obtenerse por uno o una combinación de los siguientes caminos: cambios en el vehículo, cambios en la vía y cambios en el comportamiento del conductor.

Los dispositivos que limitan internamente la velocidad y la potencia al acceder el vehículo a determinadas áreas urbanas empiezan a ser contemplados como alternativas a otros tipos de control. Sin embargo, las técnicas más empleadas son las que modifican del diseño viario con el fin de que el conductor adapte su comportamiento al entorno que soporta la vía y, en particular, que desarrolle velocidades adecuadas al conjunto de funciones y cualidades de las calles por las que circula.

En dichas técnicas de diseño viario se va a centrar este documento; técnicas que pueden emplearse en la reducción zonal de la velocidad –en un barrio residencial, en una zona comercial, en una travesía de población– o en la reducción localizada de la misma –en los accesos a una estación, alrededor de un colegio o de un hospital–.

Se fundamentan todas ellas en el hecho de que los conductores tienen comportamientos inducidos por la lectura del entorno viario y, por tanto, tratan de moldear dichos comportamientos a través de la reconstrucción de la vía.

En particular, los conductores determinan su velocidad como respuesta a la percepción de distintos elementos que constituyen el “paisaje” de la vía en sentido amplio: funciones y actividades callejeras principales, características del tráfico, geometría de la vía, pavimentación, regulación y señalización del tráfico, etc. Respuesta que se relaciona con el nivel de riesgo asumido por cada individuo, que sólo se modifica a largo plazo, y por la percepción del riesgo que reciben del entorno.

Por consiguiente, las técnicas de moderación de la velocidad del tráfico buscan señalar los factores de riesgo asociados a velocidades superiores a las deseadas y, con ello, modificar el comportamiento de los conductores. Aunque se describen de manera independiente, todas están vinculadas a las demás, no se puede, por ejemplo, ajustar la calzada sin tener en consideración los radios de giro o el tratamiento de las intersecciones; es la combinación de todas ellas la que establece el resultado final.



**Vocabulario de los dispositivos de amortiguación de la velocidad.**

**Almohada.** Elevación ligera del perfil de la calzada en su zona central cuyo fin es la reducción de la velocidad de circulación de los vehículos de cuatro ruedas cuyos ejes tengan una longitud inferior a la dimensión del dispositivo. Podría también emplearse el término cojín, a semejanza de las denominaciones en inglés ("speed cushions") y en francés ("coussin").

**Lomo.** Elevación ancha del perfil transversal de la calzada con el fin de inducir a los conductores una marcha de velocidad más reducida. Denominado en francés como "Dos d'âne" (espalda o lomo de asno) y en inglés como "hump" (joroba).

**Banda reductora de velocidad.** Elevación estrecha del perfil transversal de la calzada para inducir la disminución de la velocidad. En inglés se suele emplear el término "speed bump" para este tipo de bandas, aunque también coloquialmente se utiliza el término "sleeping policeman" ("policía dormido"), que hace referencia a su carácter disuasorio de comportamientos indebidos.

**Franja rugosa o franja transversal de alerta.** Modificación transversal de la pavimentación de la calzada con el fin de estimular un cambio en la velocidad de circulación.

**Meseta o plataforma.** Elevación ligera del perfil transversal de la calzada en un tramo significativo de la vía, en general en las intersecciones, con el fin de señalar la presencia de una singularidad del itinerario e inducir la reducción de la velocidad. Denominada en francés como "plateau".

**Miniglorieta.** Tipo de glorieta –intersección giratoria con un islote central– en la que dicho islote central tiene un radio de pocos metros (4 m como máximo en el Reino Unido).

**Puerta.** Entrada o acceso a un área de moderación del tráfico en la que se señala de alguna manera el cambio en la normativa y en el uso del viario que a partir de ella se ha de cumplir.

**Vaguada.** Depresión del perfil de la calzada cuyo fin es inducir a que los conductores desarrollen una velocidad más reducida. En el Reglamento General de Circulación este tipo de depresiones cuenta con una señal de advertencia y se denominan "badenes".

**Zig-zag.** Cambio brusco en la alineación horizontal de la calzada diseñado para inducir velocidades moderadas de la circulación.

## 5.1. ORDENACIÓN Y JERARQUIZACIÓN

La fijación de un orden o jerarquía funcional de las vías de una ciudad es más antigua que el propio automóvil (Hass-Klau, 1990). Al menos desde los años sesenta el uso de la jerarquización del viario ha estado frecuentemente asociado al objetivo declarado de reducir los daños del tráfico, mediante su concentración en unas cuantas vías en las que teóricamente se podrían controlar mejor que en un tejido disperso.

Sin embargo, hay indicios de que ese objetivo no se verifica en la práctica de un modo tan evidente. En las vías principales, en las que se concentran gracias a la jerarquización grandes flujos de tráfico, reside y realiza sus actividades una parte considerable de la población, hasta el punto de que muchas veces es dudoso que las ganancias en las vías locales compensen las pérdidas en las principales. Al mismo tiempo, la aparición de vías de tráfico muy denso, permanente y peligroso induce otros efectos indeseables como la ruptura de la continuidad urbana (Holzapfel, 1991) que, a su vez, disuade los desplazamientos andando o en bicicleta.

Este carácter ambivalente de la jerarquización del tráfico en el viario urbano se refleja también en una doble orientación de este método de la ingeniería para contribuir a la moderación del tráfico. En efecto, la jerarquización del viario sirve tanto como instrumento para acotar las medidas de moderación del tráfico en parcelas aisladas de la ciudad, es decir, para aplicar una concepción parcial de la moderación del tráfico; pero sirve también como mecanismo de adecuación paulatina de las diferentes medidas propias de la moderación global del tráfico que aquí se está describiendo.

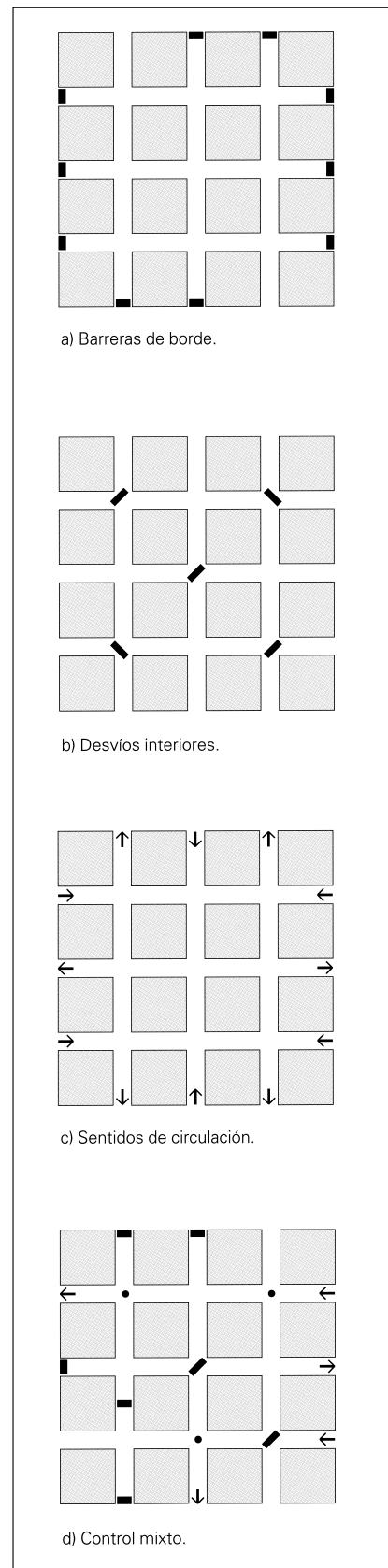
Tradicionalmente, el parámetro principal de la jerarquización ha sido la capacidad de acogida de vehículos. Sin embargo, el nuevo énfasis puesto en la velocidad

del tráfico, como determinante de varias consecuencias ambientales y sociales del mismo, ha conducido a nuevas jerarquizaciones de las vías urbanas en la que al parámetro de la capacidad se añade el de la velocidad. De ese modo, se habla de la "gestión modulada de la velocidad" (Guillaume, 1993), es decir de una clasificación de la red viaria con criterios ambientales y funcionales que da lugar, por ejemplo en Bélgica, a los siguientes tipos de vías urbanas: calles peatonales, calles de zonas residenciales (con limitación de velocidad de 20 km/h.), calles incluidas en "áreas 30" (con limitación de velocidad de 30 km/h.) y resto de vías urbanas (con limitación de velocidad de 50 km/h.).

Un instrumento esencial para planificar la jerarquización del viario es el establecimiento de los sentidos de circulación y de las posibilidades de giro, que determina el mayor o menor atractivo de cada itinerario urbano. La práctica de la moderación del tráfico en espacios aislados ha estado basada precisamente en el uso de los sentidos de circulación para disuadir el tráfico de paso y con él las demandas más fuertes de capacidad y velocidad.

Se pueden sintetizar en cuatro los sistemas de control del tráfico en áreas acotadas de la ciudad en los que interviene la gestión de los sentidos circulatorios (Sanz, 1985):

- Control de borde. Diversos tipos de barreras y prohibiciones impiden la entrada de vehículos salvo en unos pocos lugares.
- Control interior. Diversos tipos de barreras y diagonales, instalados en el interior del área, disuaden o expulsan al tráfico de paso.
- Control por sentidos circulatorios. La ordenación de los sentidos de circulación penaliza los tráficos de paso.
- Control mixto. A través de la implantación de dispositivos de control en los accesos y en el interior y mediante la adecuada ordenación de los sentidos



Esquemas de ordenación para la moderación del tráfico en áreas delimitadas.

circulatorios, el tráfico de paso es expulsado y el viario únicamente atrae tráfico local.

### Un sentido o dos sentidos de circulación

En los proyectos de ordenación del tráfico suele plantearse la conveniencia de establecer sentidos únicos o dobles de circulación en ciertas calles.

De entrada hay que señalar que la conversión de las calles de varios carriles y doble sentido en vías de un único flujo de circulación se ha utilizado tradicionalmente para aumentar la capacidad y la velocidad, pues las calles de un solo sentido absorben más tráfico y con velocidades a veces superiores, gracias fundamentalmente a la simplificación de las intersecciones.

También es cierto que se ha solido sobrevalorar la eficacia del método para obtener incrementos de la capacidad y que el aumento de los rodeos pone en cuestión la ganancia total de tiempo para los automovilistas y se traduce en incrementos de las emisiones y el ruido.

Las calles de un solo sentido generan dificultades a los ciclistas y al transporte colectivo a los que obligan a dar rodeos y, en el caso del transporte colectivo, a trazar sus líneas de un modo menos atractivo para los usuarios. Los peatones también tienen mayores dificultades de cruce transversal si el número de carriles es mayor que 2 ó 3 y el sentido de circulación es único, pues no es posible o fácil implantar refugios intermedios.

Las vías de un sentido de circulación con varios carriles son difíciles de calmar

fuera de los periodos de congestión, pues la anchura de calzada libre de otros vehículos induce velocidades altas. En el caso de doble sentido de circulación, la posibilidad de giro a la izquierda, frecuente en otros países europeos pero relativamente poco extendida en España, contribuye a la moderación de la velocidad al exigir de los conductores mayores precauciones. Por todo ello, como criterio de partida, se puede decir que no es conveniente diseñar calles de varios carriles con un solo sentido de circulación.

Una situación diferente se presenta cuando se trata de viario local con uno o dos carriles de circulación, en el que se establece una ordenación circulatoria destinada a evitar el tráfico de paso mediante dispositivos de cierre o prohibiciones en diversos accesos o tramos. En estos casos el sentido único de circulación puede ser útil si además se acompaña de una reforma de la sección viaria más favorable a los modos no motorizados (ampliación de aceras, espacio para bicicletas, circulación a contramano de ciclistas, etc).

### Instrumentos para la ordenación circulatoria

Además de la señalización horizontal y vertical, la jerarquización del viario destinada a moderar el tráfico en espacios acotados de la red, emplea cuatro tipos de instrumentos para alcanzar sus propósitos disuasorios y amortiguadores.

Bajo el concepto de puerta se agrupan todos aquellos tratamientos de los accesos a los barrios o a vías singulares cuyo objetivo es llamar la atención de los conductores acerca del nuevo territorio que allí comienza, así como de la exigencia de un nuevo comportamiento y velocidad. Árboles, jardineras, muebles, luminarias, etc pueden constituir una puerta semiótica, pero su efecto psicológico sólo se traducirá en comportamiento si se combina con otras medidas de diseño físico del barrio o vía en cuestión.



Giro a la izquierda directo en calle de doble sentido de circulación. Tübinga (Alemania).

- **Barreras.** Cierran el paso a determinados vehículos.
- **Fondos de saco.** Obligan a invertir el sentido de la marcha a determinados tipos de vehículos.
- **Diagonales.** Obligan al giro a determinados tipos de vehículos.
- **Puertas.** Marcan conspicuamente el cambio en la jerarquía viaria.

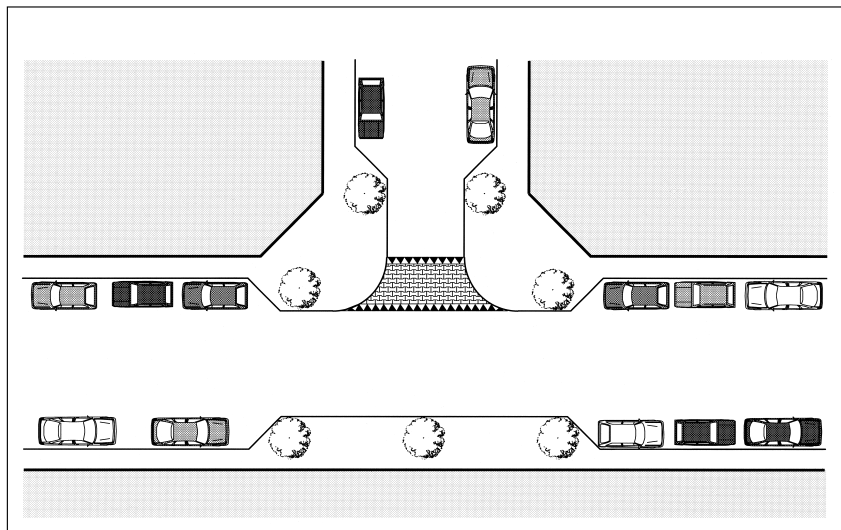
Instrumentos de gestión circulatoria para la creación de áreas de tráfico calmado.



Puerta de acceso a un área 30. Colonia.



Acceso peatonal y fondo de saco en Berlín.



Planta de una "puerta" de acceso a un área de moderación del tráfico.



Acceso a area 30 en Holanda.



Barrera ("bus-sluis") que permite el paso de autobuses y vehículos de dos ruedas en Holanda.



Diagonal en Pimlico (Londres).



Barrera en Pimlico (Londres).



Barrera/fondo de saco con paso de bicicletas en Londres.



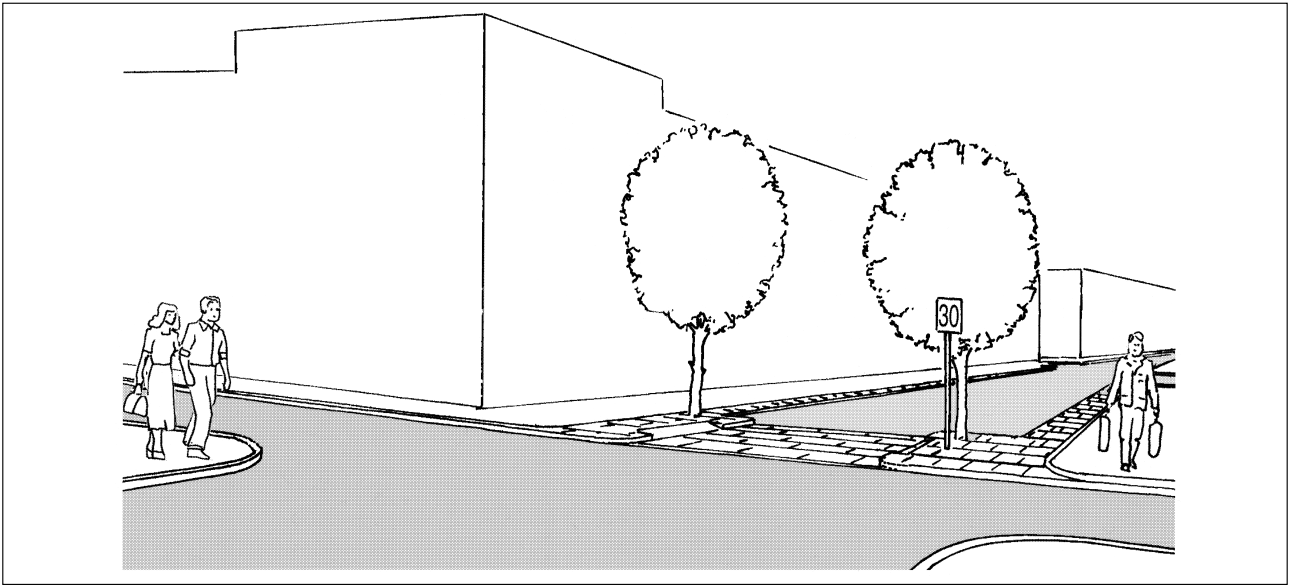
Diagonal franqueable en Candem (Londres). H.



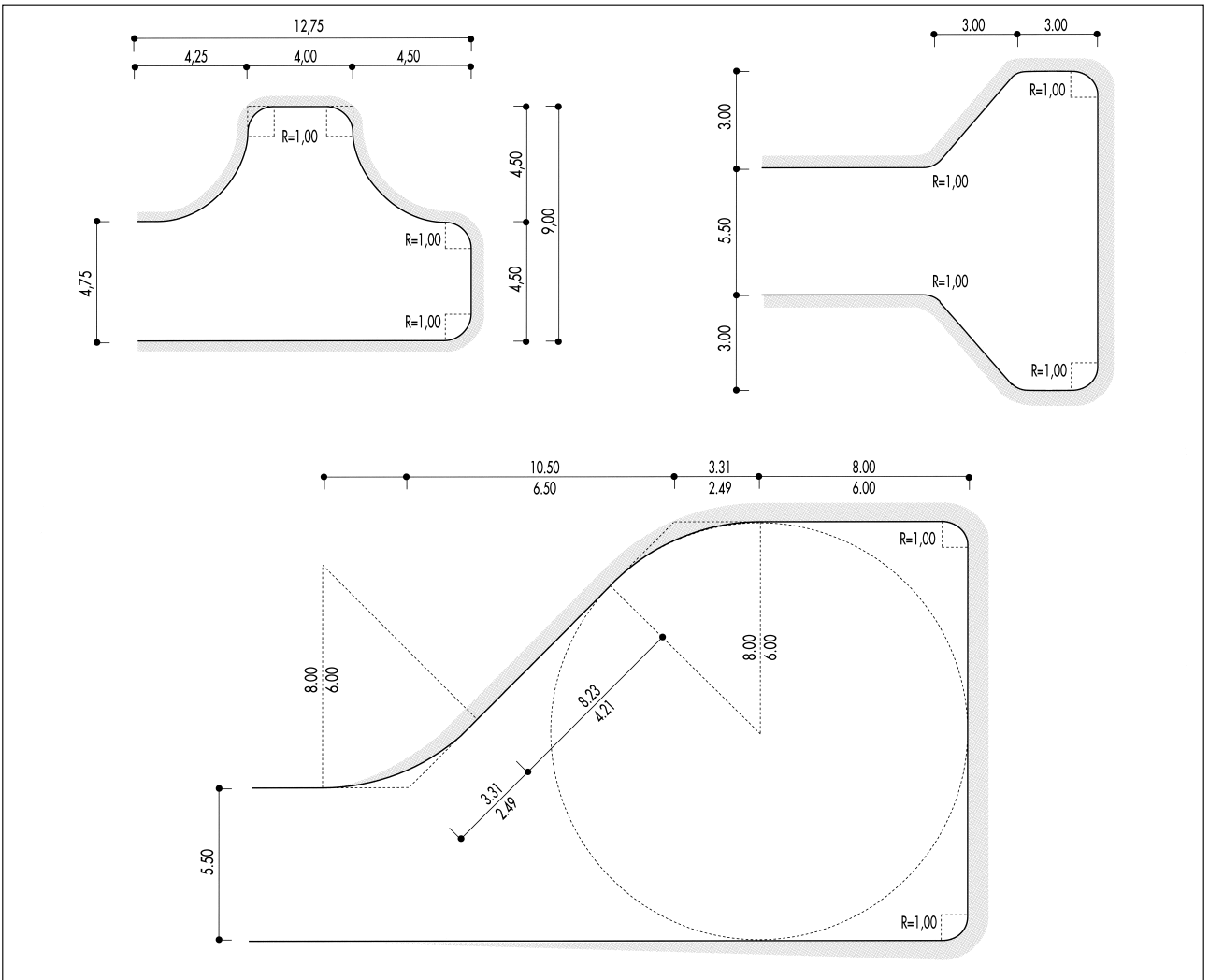
Diagonal franqueable por vehículos de dos ruedas en Berlín.



Diagonal franqueable en Somers Town (Londres).



Perspectiva de una "puerta" de acceso a un área 30.



Dimensiones de fondos de saco para vehículos ligeros.

## 5.2. SEÑALIZACIÓN

Las señales destinadas a la moderación de las velocidades de circulación pueden clasificarse en dos grandes grupos: las que establecen las reglas de juego, es decir, las obligaciones, precauciones y prohibiciones que han de seguir los usuarios de las vías; y las que incitan por sí mismas a cambiar el comportamiento en relación a la velocidad.

Este último grupo, formado por marcas viales, es lo que se ha denominado **como sistemas pasivos de control de velocidad**<sup>58</sup>, que procuran modificar la información sensorial que reciben los conductores, para cambiar su comportamiento persuadiéndoles para reducir la velocidad. Como ejemplos de marcas viales de control pasivo de la velocidad se pueden citar las destinadas al estrechamiento visual de carriles, las medianas pintadas y todas aquellas de tipo transversal (marcas viales de formato "cebreado") que generan sensación de velocidad.

De todas formas, existe unanimidad en la apreciación de que la señalización vertical y horizontal es insuficiente para lograr de forma permanente ciertos objetivos de reducción de la velocidad. Son el entorno y las características de la vía los que determinan en última instancia la percepción del riesgo por parte de los conductores y, en consecuencia, su comportamiento en relación a la velocidad o la aceleración.

Por ese motivo, la señalización convencional, basada en marcas viales y señales verticales de una tipología homologada, debe completarse con un tratamiento semiótico del diseño viario, es decir, con el uso de los elementos propios del diseño viario orientado a indicar la moderación en

la velocidad. De estos elementos destacan las texturas, el color, los contrastes y las figuras sobre el pavimento.

Hay que tener en cuenta, en cualquier caso, que todos los elementos destinados a la percepción forman parte también de un equilibrio entre la alerta y la relajación de la conducción. Paradójicamente, las señales están destinadas a la vez a alertar

y relajar la conducción; informan de las circunstancias previsibles de la vía alertando sobre los obstáculos y situaciones de riesgo existentes, pero al mismo tiempo relajan la manera de conducir y hacen menos previsibles los obstáculos y situaciones de riesgo inesperados.

Una de las acciones primarias más comunes de la ingeniería convencional

a)



b)



Colores, texturas y símbolos en el pavimento para indicar el acceso/salida de barrios calmados en a) Berlín y b) Londres.

(58) "Report on Passive Speed Control Devices". Massachusetts Traffic Safety Research Program (MassSAFE). University of Massachusetts. Governor's Highway Safety Bureau. Boston, 2004.

para mejorar la seguridad vial es la “mejora de la señalización”, la cual se interpreta habitualmente como incremento de las señales (de la alerta ante los riesgos previsibles en la vía) y, sobre todo, como incremento de la visibilidad o conspicuidad de las mismas.

Paradójicamente, puede ocurrir que el incremento de señales conduzca a una menor seguridad vial en ciertas circunstancias. Así ocurre, por ejemplo, en determinadas carreteras cuando se ponen marcas viales de separación de carriles. Según una investigación del Instituto de Seguridad Vial de Holanda, la implantación de marcas viales en una carretera previamente no señalizada conduce a efectos indeseables en seguridad vial, no sólo a causa de velocidades más altas, sino debido también a la modificación de las trayectorias hacia el borde de la carretera<sup>59</sup>.

Otro fenómeno paradójico ocurre cuando se instalan nuevas señales o se cambian las antiguas por otras más llamativas que reclaman una mayor atención de los conductores. Se genera con ello un proceso de incremento de la visibilidad de ciertas señales en determinados puntos de las vías o de las calles, pero ese efecto no suele prolongarse en el tiempo y, además, se genera una pérdida de efectividad de las señales que no se han hecho más conspicuas en otros lugares y que tienden, por tanto, a convertirse en “invisibles” o poco efectivas.

A la inversa, las reducciones de la señalización pueden conducir a disminuir la velocidad y mejorar la seguridad. Este es el caso de los tratamientos del viario que prescinden

de las marcas viales de separación de carriles, que han mostrado su efectividad a la hora de reducir la accidentalidad.

Igualmente, se ha mostrado útil la supresión de prioridades especiales en las intersecciones de zonas de calmado del tráfico, en las que a cambio se aplica la denominada “regla de la derecha” según la cual los conductores, ante la ausencia de señales contrarias, deben ceder el paso a los que acceden a la misma por la derecha de su sentido de marcha<sup>60</sup>.

De reflexiones en esa misma línea surgen las iniciativas de **reducción de la señalización**, planteadas ya en los años ochenta del siglo pasado en Dinamarca bajo el concepto de “**gestión del tráfico a través del diseño**” (Road Directorate, 1993). La regulación de los comportamientos de los usuarios de las vías se obtiene no tanto de la señalización sino de la

construcción del paisaje percibido. Las formas, las texturas, los colores, las relaciones entre las superficies, las plantaciones, la iluminación, los tipos y localización de los muebles urbanos, etc., expresan al usuario no sólo cuáles son las franjas de circulación de cada uno, sino las zonas de aparcamiento, los lugares que exigen atención especial, las velocidades apropiadas, etc.

Esta concepción tiene su expresión más radical reciente en la supresión de todas las señales y semáforos en algunas intersecciones de ciudades holandesas. La ciudad de Drachten y el trabajo del ingeniero Hans Monderman son ejemplos difundidos por los medios de comunicación que empiezan a utilizar el nombre mediático de “**calles desnudas**” (“naked streets”) para experiencias semejantes en diferentes países.

Esa idea se desarrolla también a través del concepto “**espacios compartidos**”



Intersección “desnuda”, en la que se han suprimido los semáforos (Drachten, Holanda).

(59) “The effect of altered road markings on speed and lateral position” R. Davidse, C. van Driel y C. Goldenbeld. SWOV Institute for Road Safety Research. Leidschendam, Holanda, 2004.

(60) El Reglamento General de Circulación, aprobado por Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, establece en su artículo 57, dedicado a las Intersecciones sin señalizar:

1. En defecto de señal que regule la preferencia de paso, el conductor está obligado a cederlo a los vehículos que se aproximen por su derecha, salvo en los siguientes supuestos:

- Tendrán derecho de preferencia de paso los vehículos que circulen por una vía pavimentada frente a los procedentes de otra sin pavimentar.
- Los vehículos que circulen por raíles tienen

derecho de prioridad de paso sobre los demás usuarios.

- En las glorietas, los que se hallen dentro de la vía circular tendrán preferencia de paso sobre los que pretendan acceder a aquellas (artículo 21.2 del texto articulado).
- Los vehículos que circulen por una autopista o autovía tendrán preferencia de paso sobre los que pretendan acceder a aquella.



("shared spaces"), heredero de la coexistencia de tráfico de los años setenta del siglo pasado, el cual se está implantando en varias ciudades holandesas y alemanas: se reduce al máximo la señalización, de modo que los conductores, peatones y ciclistas están obligados a buscar el contacto visual mutuo y aplicar el sentido común para establecer la prioridad. El conductor percibe que forma parte de un espacio al que tiene que adaptar su comportamiento.

En caso de no optar por la supresión de la señalización, hay que procurar convertirla en un instrumento de advertencia de la proximidad de las medidas de moderación del tráfico. El preaviso derivado de la señalización favorece que los conductores no se sorprendan al alcanzar las medidas reductoras de la velocidad. En su forma clásica el preaviso consiste en una señal indicativa del dispositivo que va a aparecer más adelante, pero actualmente se tiende a complementar con elementos semióticos integrados en el paisaje viario tales como vegetación, pavimentación o iluminación.

Por ejemplo, se disponen los muebles, las luces o los árboles que flanquean una vía para producir un efecto de parpadeo –alternancia de sombras y claros– en el paisaje percibido por el conductor que se aproxima al área de reducción de la velocidad. Igualmente, la iluminación reforzada en la proximidad de algún dispositivo de reducción de la velocidad puede ser conveniente para advertir su presencia<sup>61</sup>.

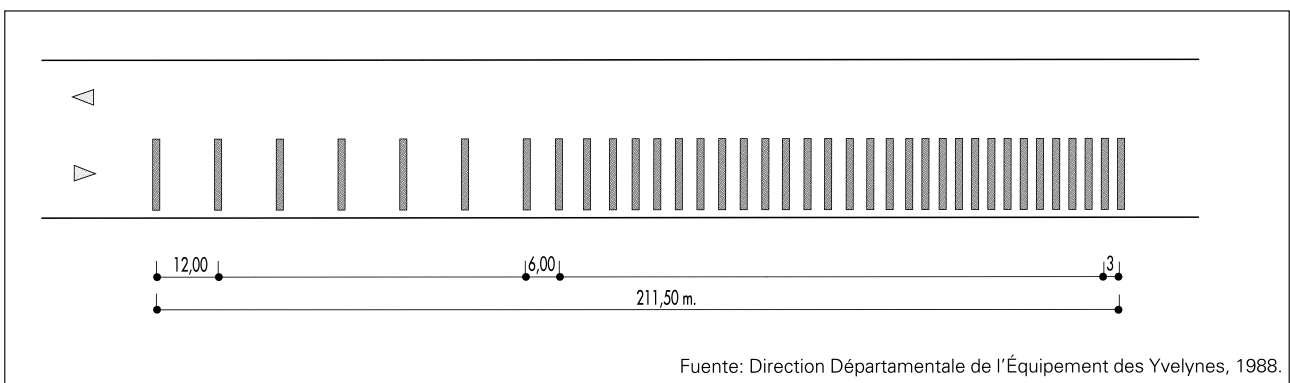
Los sistemas pasivos de control de velocidad también pueden ser utilizados como preaviso de la existencia de dispositivos de moderación de velocidad; por ejemplo, las marcas viales transversales al sentido de la marcha, con interdistancias que se reducen progresivamente (véase figura adjunta), pueden ser útiles en determinadas circunstancias.

La semaforización, que puede incluirse en el sistema de señalización, también juega un papel relevante en la moderación de la velocidad de circulación. Se ha utilizado, por

ejemplo, para tratar de reducir la velocidad de paso en las travesías de población mediante los dispositivos que pasan un semáforo a la fase roja al detectar un vehículo que supera la velocidad establecida.

De la misma manera, los programas y métodos de sincronización semaforizada centralizada, pensados inicialmente para aumentar la capacidad de las vías, pueden ser utilizados para la moderación de la velocidad de circulación. Cuando el ritmo de inicio de la fase verde se calcula para asegurar una velocidad continua en una vía semaforizada se crea la denominada "onda verde", que podría ser aplicada a velocidades reducidas.

Una de las primeras experiencias de ese tipo se realizó en la ciudad de Helsinki que, en 1992, rebajó el límite de velocidad máxima a 40 km/h y adaptó las ondas verdes semaforizadas a dicho límite sin que por ello la congestión del tráfico sufriera ningún empeoramiento (Pasanen y Salmivaara, 1993).



Franjas transversales de preaviso. La anchura de cada franja es de 0,6 m. La distancia recomendada entre la última franja y la zona de riesgo es de 50 m.

(61) La relación entre iluminación y seguridad debe analizarse en toda su complejidad y ambivalencia: la iluminación incrementa la visibilidad pero, al mismo tiempo, estimula la

autoconfianza, la relajación de la conducción y el incremento de la velocidad de circulación. "Todo exceso en materia de iluminación podría por tanto perjudicar la seguridad: una gran comodidad de la

circulación favorece las velocidades excesivas" (CETUR, 1989, p 61).

### 5.3. ARBOLADO, MOBILIARIO URBANO Y PAVIMENTACIÓN

Tal y como se ha señalado más arriba, la gestión del tráfico a través del diseño consiste en el empleo de la pavimentación, la composición de volúmenes, el arbolado, la iluminación y el mobiliario urbano con el propósito de favorecer determinados comportamientos de los usuarios y, en particular, las velocidades reducidas de circulación.

El arbolado, por ejemplo, no sólo tiene funciones ambientales, sociales y estéticas, sino que es capaz de contribuir al calmado del tráfico. Facilita los desplazamientos de peatones y ciclistas en periodos de mucho soleamiento y contribuye al mayor atractivo ambiental del espacio público. Puede ayudar también a la ordenación de otros elementos como el aparcamiento de automóviles o de bicicletas y a facilitar el cruce peatonal transversal.

Para ello se requiere modificar la perspectiva circulatoria convencional de

los árboles, asociados como mucho a las alineaciones de borde, y convertirlos en instrumentos abiertos del diseño viario, capaces de generar signos y rupturas de la continuidad circulatoria:

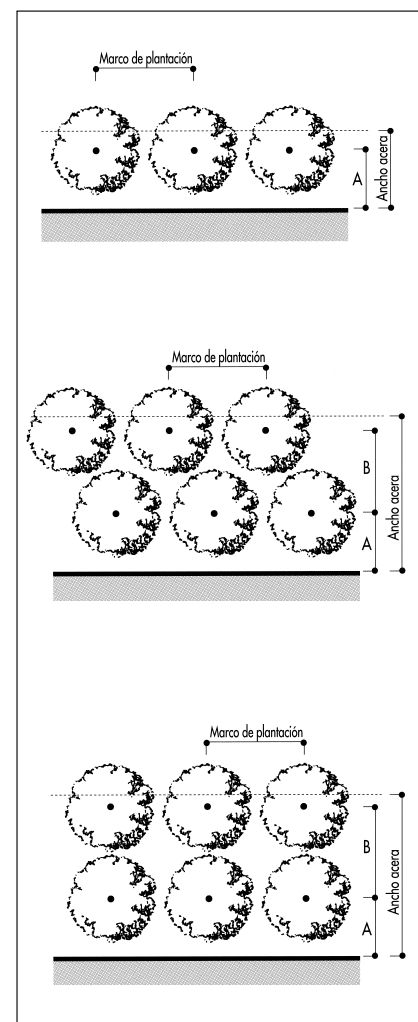
- árboles–puerta, que indican un umbral a partir del cual se han de modificar los comportamientos de los usuarios de la vía
- árboles–hito, que dan identidad a los diferentes espacios, reforzando la importancia del lugar frente al recorrido
- árboles–señal, que indican la presencia de elementos específicos de la ordenación viaria, como por ejemplo los dispositivos reductores de la velocidad

Frente a la idea exclusiva de las alineaciones laterales de árboles el calmado del tráfico ofrece oportunidades también para la agrupación de un conjunto de árboles o para su ubicación en el centro de la calzada.



El arbolado como instrumento al servicio del calmado del tráfico. Groningen (Holanda).

En el diseño viario es fundamental tener en cuenta las dimensiones requeridas para cada especie arborea seleccionada, pues cada una de ellas tiene un marco de plantación (distancia entre árboles consecutivos) recomendable en función de su porte<sup>62</sup>, el cual se relaciona también con las distancias necesarias con respecto a las fachadas. Es esencial también el conocimiento del subsuelo para eludir conflictos entre el desarrollo radicular del árbol y las canalizaciones que pudieran existir en la acera, las cuales se recomienda no estén a menos de 1 metro de profundidad.



Dimensiones de referencia para la plantación de arbolado en aceras.

(62) Véase a este respecto las "Recomendaciones para el diseño del viario en el Plan General de

Ordenación Urbana (Equipo de Urbanismo y Arquitectura, 1984)".

En dimensiones muy estrictas del acerado se pueden o se deben instalar tapas en los alcorques que faciliten la ventilación y el paso del agua y puedan ser pisadas por los peatones, aunque supongan un incremento en el coste de implantación y mantenimiento. La legislación más reciente de accesibilidad

y supresión de barreras está exigiendo la cubrición de los alcorques situados en itinerarios peatonales<sup>63</sup>, lo que está dando lugar a la aplicación de tapas de material sintético cuyos resultados para el árbol, el mantenimiento y la estética están en discusión.

Estas dimensiones se han de cruzar con

las correspondientes a las especies arbóreas seleccionadas, cuyas características de referencia principales a estos efectos son: la altura, la cruz (altura de la que parten las ramas más bajas), la dimensión y forma de la copa, además de si son perennifolias o caducifolias y sus necesidades reticulares.

Tabla 5. Dimensiones de referencia para las distancias entre árboles (en m).

Marco de plantación (distancia entre árboles)									
	pequeño (4 a 6 m)			mediano (6 a 8 m)			grande (8 a 10 m)		
	A	B	Ancho total de acera mínimo	A	B	Ancho total de acera mínimo	A	B	Ancho total de acera mínimo
Fila de árboles	3	–	3,5–4	3,5–4	–	4–5	4,5–5	–	5–6
Dos filas de árboles al tresbolillo	3	3–4	6,5–7,5	3,5–4	4–6	8–10,5	4,5–5	6–7	11–12,5
Dos filas de árboles	3	4–6	7,5–9,5	3,5–4	6–8	10–12,5	4,5–5	8–10	13–15,5

Fuente: "Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano". Manchón, F. y Santamera J. MOTMA, 1995.

Tabla 6. Especies de árboles y marcos de plantación.

Altura del árbol	Marco de plantación (distancia entre árboles)	Especies
Pequeña	4–6	Catalpa bignonioides (8–10 m copa redondeada) Acer negundo (10 m copa redondeada) Melia azedarach (10–12 m copa extensa)
Mediana	6–8	Robinia pseudacacia (10–15m copa ancha) Sophora japonica (< 20 m copa ancha) Almez (Celtis australis, 12–16m) Arces (Acer platanooides y Acer pseudoplatanus < 25m)
Grande	>8	Plátano de sombra (Platanus hispanica < 40 m) Castaño de indias (Aesculus hippocastanum, < 30 m) Tilos (Tilia platyphyllos y Tilia tomentosa < 30 m porte piramidal) Robles (Quercus robur, < 45 m)

(63) Así ocurre, por ejemplo, en el Reglamento Técnico de Desarrollo en Materia de Promoción de la Accesibilidad y Supresión de Barreras Arquitectónicas de la Comunidad de Madrid, que establece entre sus normas para itinerarios peatonales exteriores que: "Los alcorques de los árboles aislados que se sitúen en los itinerarios

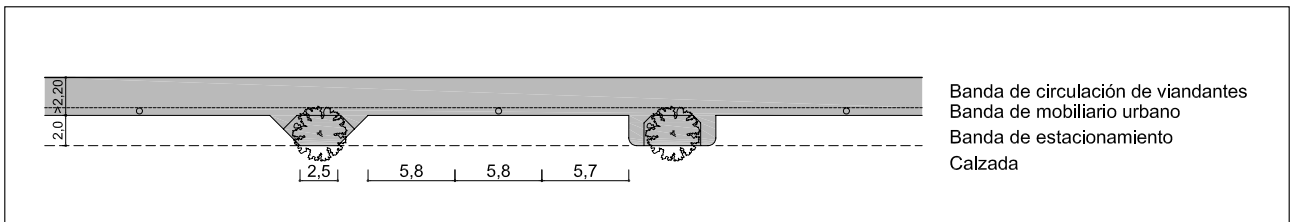
peatonales contarán con alguna de las siguientes alternativas de protección que garanticen la seguridad de las personas:

- bien con elementos de cubrición enrasados que, en el caso de disponer de aperturas, la dimensión mayor de su hueco no será mayor de 2 cm.

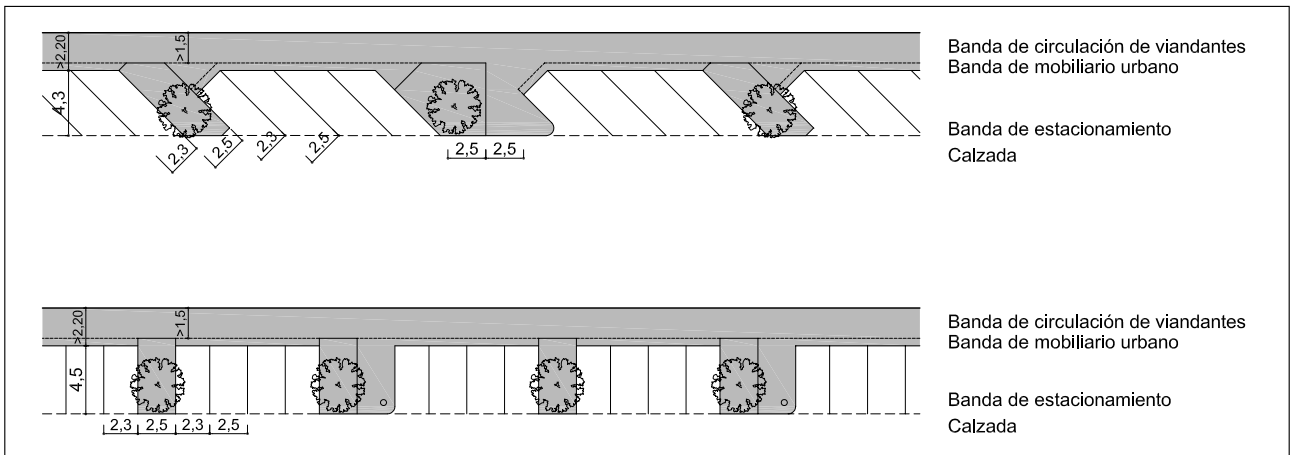
- bien con un elemento vertical de altura no inferior a 10 cm respecto al nivel del pavimento, que recorra el perímetro en contacto con el itinerario peatonal y no invada la superficie libre de paso.



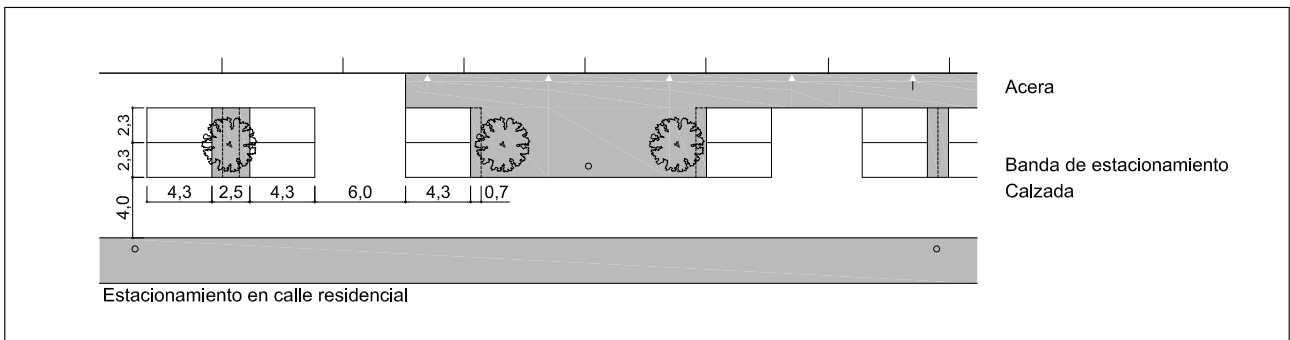
Diferentes formulas para la cubrición de alcorques.



Dimensiones de referencia para la plantación de árboles en franja de aparcamiento en línea.



Dimensiones de referencia para la plantación de árboles en franja de aparcamiento en batería.



Dimensiones de referencia para la modulación aparcamiento-arbolado en áreas de coexistencia.



Sombra continua sobre el espacio peatonal.  
Función completa del arbolado urbano.



Sombra discontinua sobre el espacio peatonal.

Los espacios de circulación peatonal suelen desaconsejar la plantación de especies arbóreas de cruz baja como los liquidambar (*Liquidambar styraciflua*), los árboles del amor (*Cercis siliquastrum*) y los tamariscos (*Tamarix gallica*). Si el objetivo es la creación de una sombra consistente y continua hay que evitar la plantación de árboles de pequeño porte o de carácter sobre todo ornamental como los prunos (*Prunus serrulata*), aunque pueden tener utilidad para al menos garantizar una sombra discontinua o localizada en determinados tramos de la acera.

Las especies de tipo arbustivo (*Ligustrum lucidum*), que requieren poda para ofrecer una altura de cruz adecuada para la circulación peatonal, no son aconsejables por ese motivo en aceras de calles estrechas. Como tampoco lo son, en las ciudades españolas, las especies perennifolias (*Cupressus sempervirens*, hasta 30 m, porte columnar; *Cedrus deodara*, < 70 m; *Cupressus macrocarpa*, 25–30 m), salvo en espacios singulares en los que no importe la falta de soleamiento en invierno. Por último, en los últimos

años se plantea también la necesidad de evitar los árboles de mayor capacidad alérgica como los álamos (*Populus*).

El mobiliario urbano también se puede emplear en el diseño viario, más allá de sus funciones básicas, como elemento de las composiciones que favorecen la reducción de las velocidades de circulación. Y, también, con las luminarias que, además de ser

muebles urbanos durante el horario diurno y suministrar visibilidad nocturna, pueden enfatizar distintos elementos de la ordenación circulatoria–estancial como por ejemplo las intersecciones, las puertas, los reductores de velocidad, etc.

La consideración del espacio ocupado por los distintos muebles urbanos permite evaluar la idoneidad de las anchuras existentes o previstas de la



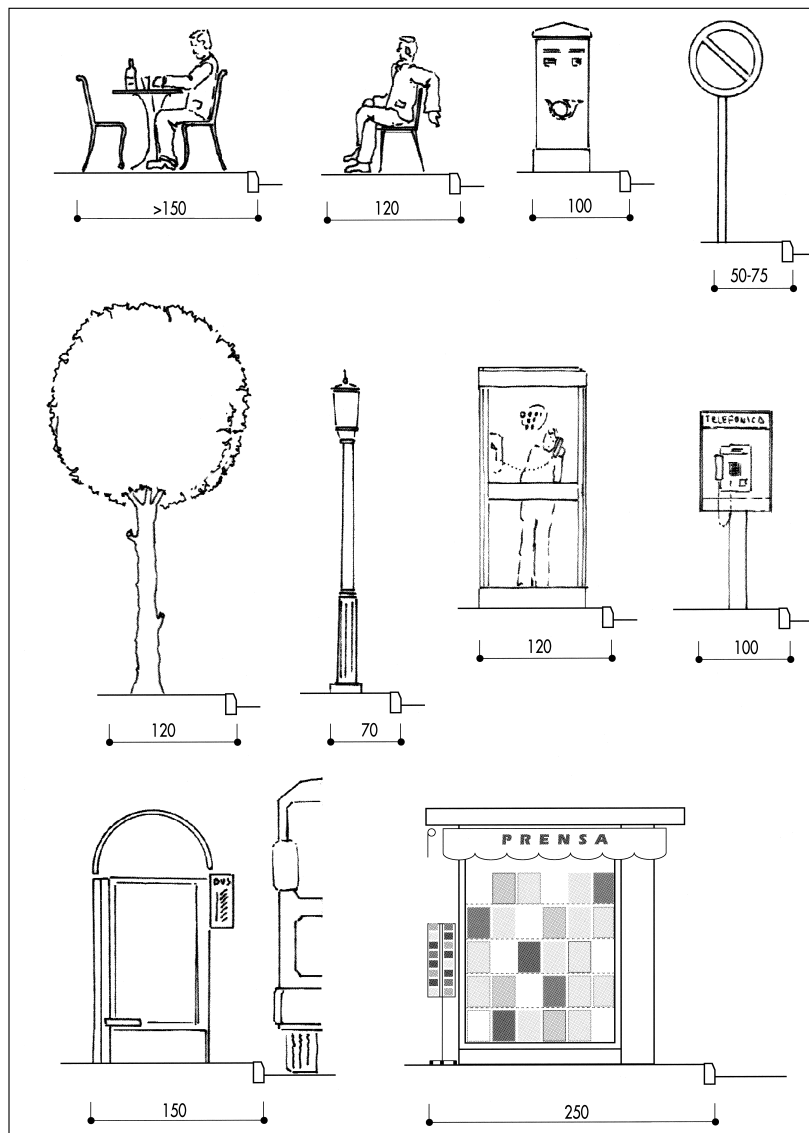
Mobiliario urbano integrado en una calle de tráfico calmado.

banda estancial. Los gráficos adjuntos son indicativos de dichos requerimientos espaciales, aunque hay que advertir que existe una variabilidad considerable en función de los modelos particulares de muebles.

Además, hay que tener en cuenta que cada uno de los muebles ha de estar separado de la calzada, solapándose la banda estancial con la de separación de la calzada.

Por último, la composición de volúmenes y el tratamiento del pavimento permiten clarificar las reglas de uso de los distintos espacios y pueden contribuir a la amortiguación de la velocidad. Materiales, formatos, bordillos, colores y otros rasgos de los pavimentos estimulan o disuaden los diferentes comportamientos de los usuarios de las vías.

Una experiencia interesante de tratamiento de los pavimentos se desarrolló en la ciudad holandesa de Harlem, en su barrio de Leidsebuurt, en donde cuatro autores rediseñaron la pavimentación de medio centenar de intersecciones combinando adoquines grises y blancos para formar diferentes figuras abstractas capaces de llamar la atención y moderar la velocidad<sup>64</sup>.



Dimensiones de referencia para el amueblamiento de la banda estancial.

(64) "Straatpatronen in de Leidsebuurt Haarlem". Tonneke Sengers. Haarlem, 2005.



La pavimentación como elemento del control de velocidad en Ooststellingwerf (Holanda).

### 5.4. AJUSTE DE LA CALZADA

Para el ajuste de la calzada hay que tener en cuenta la dimensión de los vehículos que la van a utilizar (habitual o esporádicamente), el número y la anchura de carriles necesaria para cada velocidad de diseño y las necesidades de aparcamiento existentes.

#### Dimensiones básicas de los vehículos

El primer paso para establecer las

dimensiones adecuadas de la calzada es acotar los requerimientos espaciales de cada tipo de vehículo, en particular sus dimensiones básicas, sus radios de giro y su margen de maniobrabilidad para el cruce o el adelantamiento.

De cara a los dispositivos de amortiguación de la velocidad es importante también señalar que el espacio entre la carrocería y el suelo bajo un automóvil medio ronda los 10 cm, aunque los vehículos

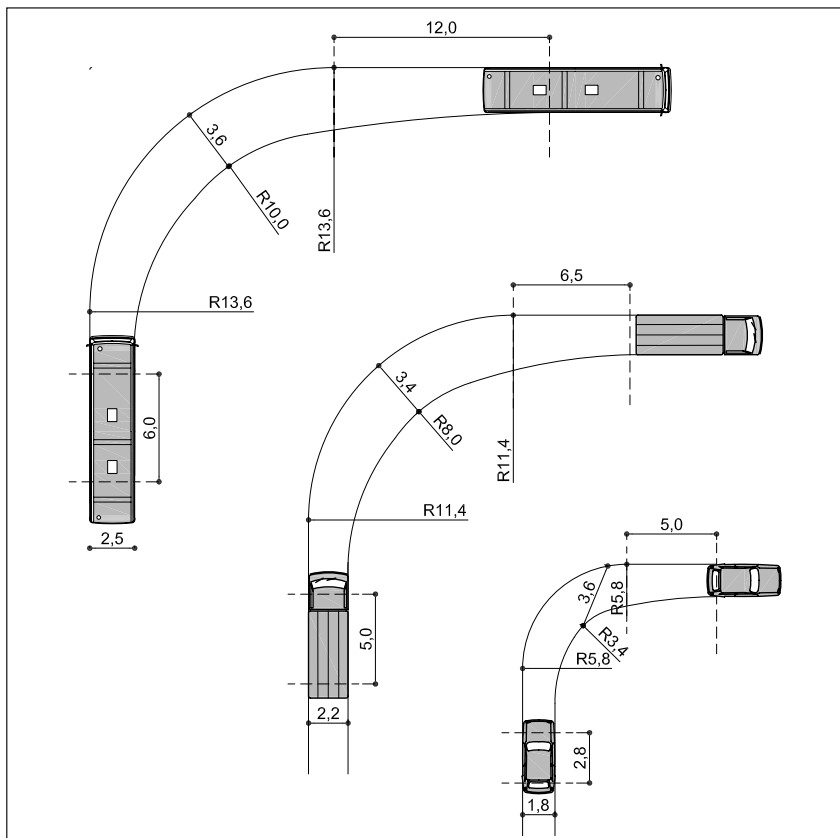
tototerreno sobrepasan con mucho esa medida e incluso la habitual en camiones (alrededor de 12 cm) y autobuses (16 cm) (CROW, 1998).

La velocidad es la clave de las necesidades de anchura para el cruce de los distintos tipos de vehículo. A mayor velocidad se requieren mayores márgenes de maniobra para evitar acciones y sucesos imprevistos, tal y como se refleja en la siguiente tabla:

Tabla 7. Dimensiones básicas de distintos tipos de vehículos (en metros).

	Ancho	Largo	Distancia entre ejes	Radio de giro interior <sup>(65)</sup>	Radio de giro exterior	Sobrecancho en giro
Automóvil medio	1,7	4,2	2,7	3,4	5,8	0,35
Automóvil grande	1,8	4,9	2,8	6,0	8,8	0,4
Microbús, vehículo comercial ligero o vehículo de bomberos	2,2	7,0	3,8	8,0	11,4	0,6
Camión rígido de dos ejes	2,5	9,0	5,0	8,5	12,5	0,7
Autobús o camión rígido	2,5	12,0	6,0	10,0	13,6	1,4

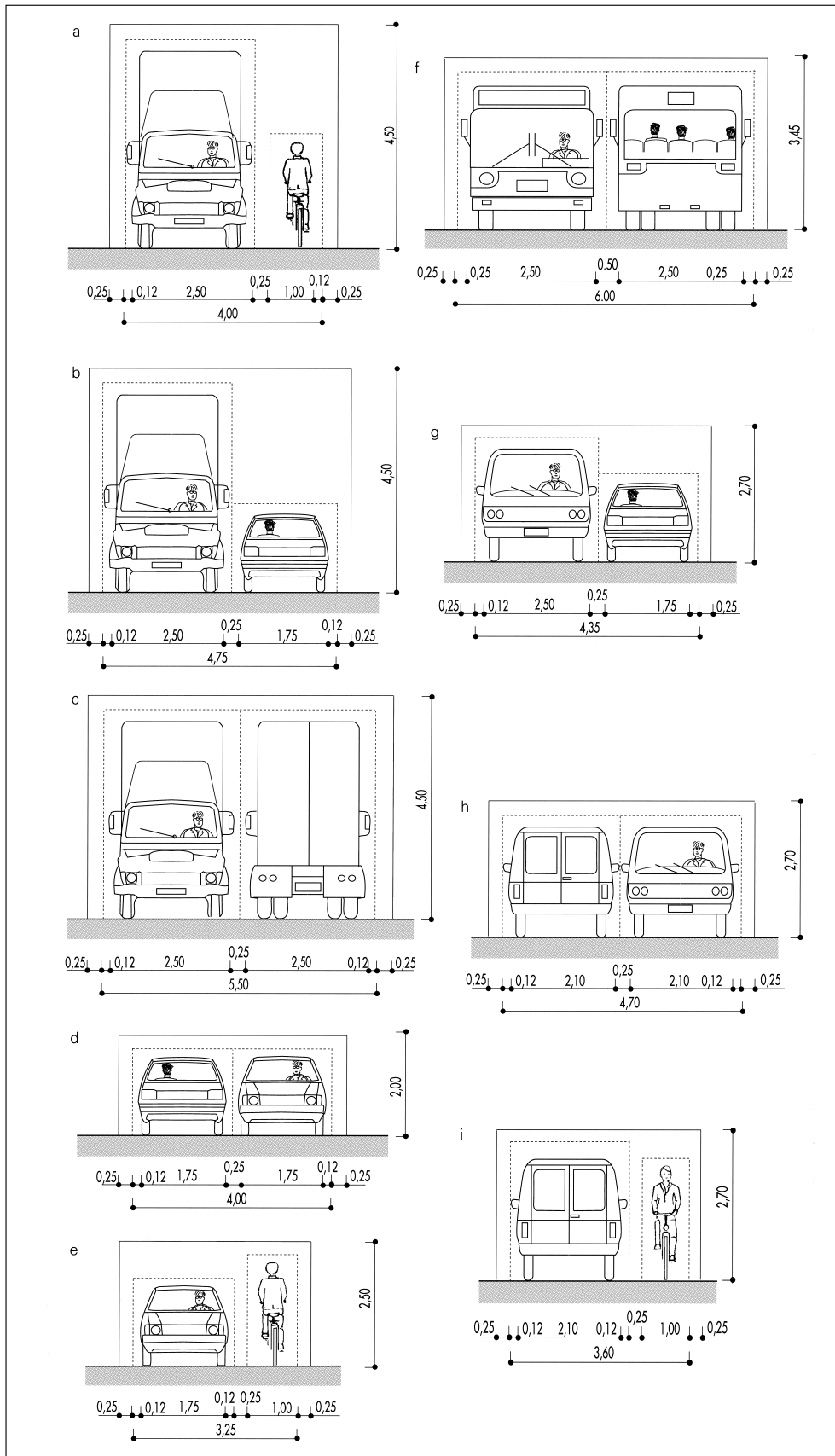
Fuente: Elaboración propia a partir de "Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano". Manchón y Santamera. MOPTMA. Madrid, 1995. Y CROW (1998).



Requerimientos de giro.

(65) Este es el radio de giro teórico, que puede ampliarse con las holguras propias del ancho de las calzadas de entrada y salida. Véase dimensiones de las orejas posteriormente.





Requerimientos para el cruce de vehículos.

Tabla 8. Anchura necesaria para el cruce de vehículos en función de la velocidad.

	Velocidad de cruce		
	Muy reducida	30 km/h	50 km/h
Camión–ciclista	4,00	4,50	4,80
Autobús–autobús	6,00	6,35	6,50
Camión–automóvil	4,75	5,00	5,55
Furgoneta–automóvil	4,35	4,75	5,25
Camión–camión	5,50	5,90	6,35
Furgoneta–furgoneta	4,70	5,00	5,50
Automóvil–automóvil	4,00	4,25	4,75
Automóvil–ciclista	3,25	3,80	4,00
Furgoneta–ciclista	3,60	4,00	4,35

Fuente: Elaboración propia a partir de FGSV, 1993, 1996 y 2007.

### Número de carriles y sentidos de circulación

La capacidad de una vía para acoger vehículos depende de numerosos factores entre los que destacan:

- el número del carriles
- la composición del tráfico (proporción de los distintos tipos de vehículos)
- las características de las intersecciones
- la velocidad de circulación
- el aparcamiento

Esos factores hacen que en un carril de autopista, sin interrupciones, puedan circular como mucho 1.800–2000 automóviles en una hora, mientras que en un carril de una calle en tejidos con frecuentes intersecciones esa cifra puede reducirse a la tercera o cuarta parte.

A su vez, la relación entre capacidad de la vía y uso de la misma es determinante de las velocidades de circulación. En vías de gran capacidad, con un gran número de carriles y con intersecciones que fragmentan escasamente los flujos circulatorios, las velocidades tienden a ser altas.

Las decisiones sobre la capacidad de una vía tienen que ver con el propósito para el que se diseña, no es lo mismo diseñar para la circulación interurbana de vehículos motorizados que diseñar para crear calles vivas y habitables. A pesar de ello, sigue siendo habitual diseñar en función de la capacidad del flujo vehicular, sin tener en cuenta conceptos como la capacidad ambiental del entorno para acoger un determinado número de vehículos.

En 1963 Buchanan ya sugería que la capacidad ambiental de una calle local se sitúa en un rango entre los 300 y los 600 vehículos/hora, una cifra mucho más baja que la determinada meramente por la anchura de la calzada o los rasgos de las intersecciones habituales (IHE, 1987).

Desde ese punto de vista, la tabla de la página siguiente es únicamente una guía para comprender las relaciones entre el número de carriles y la intensidad media diaria (número medio de vehículos que pasan por la vía en 24 horas), pues en muchas ocasiones la dimensión de la vía

excede las necesidades de la circulación que realmente la utiliza. Igualmente puede emplearse la tabla para ajustar el número de carriles a una determinada capacidad deseada o proyectada. Hay que tener en cuenta, en cualquier caso, que las cifras se corresponden con la situación tipo de las vías principales con intersecciones semafóricas; las vías sin intersecciones a nivel o con prioridad pueden tener capacidades muy superiores.

Dado que la capacidad viene definida sobre todo por las intersecciones, una manera de reducir los carriles en un tramo de calle, sin afectar casi a la capacidad, es añadir un carril de giro en la intersección, suprimiendo por ejemplo una banda de aparcamiento o una parte de la mediana.

Un caso particular de reducción del número de carriles es el que se ha utilizado para calmar el tráfico en carreteras locales de baja intensidad de tráfico en las que se ha reducido la calzada anterior de dos carriles a uno, utilizado por los dos sentidos de circulación, creándose en la plataforma sobrante arcenes para los modos no

Tabla 9: Resumen de la capacidad de una calle en función del número de carriles y sentidos de circulación.

Nº de carriles (total de la vía)	Intensidad Media Diaria de la vía	
	Sentido único	Doble sentido
1	≤8.000	–
2	≤20.000*	16.000
3	≤30.000*	–
4	≤40.000*	16.000 – 30.000
6	–	30.000 – 56.000

\* Las calles de un solo sentido de circulación con más de un carril tienen diversos inconvenientes explicados en el apartado relativo a ordenación y jerarquización.

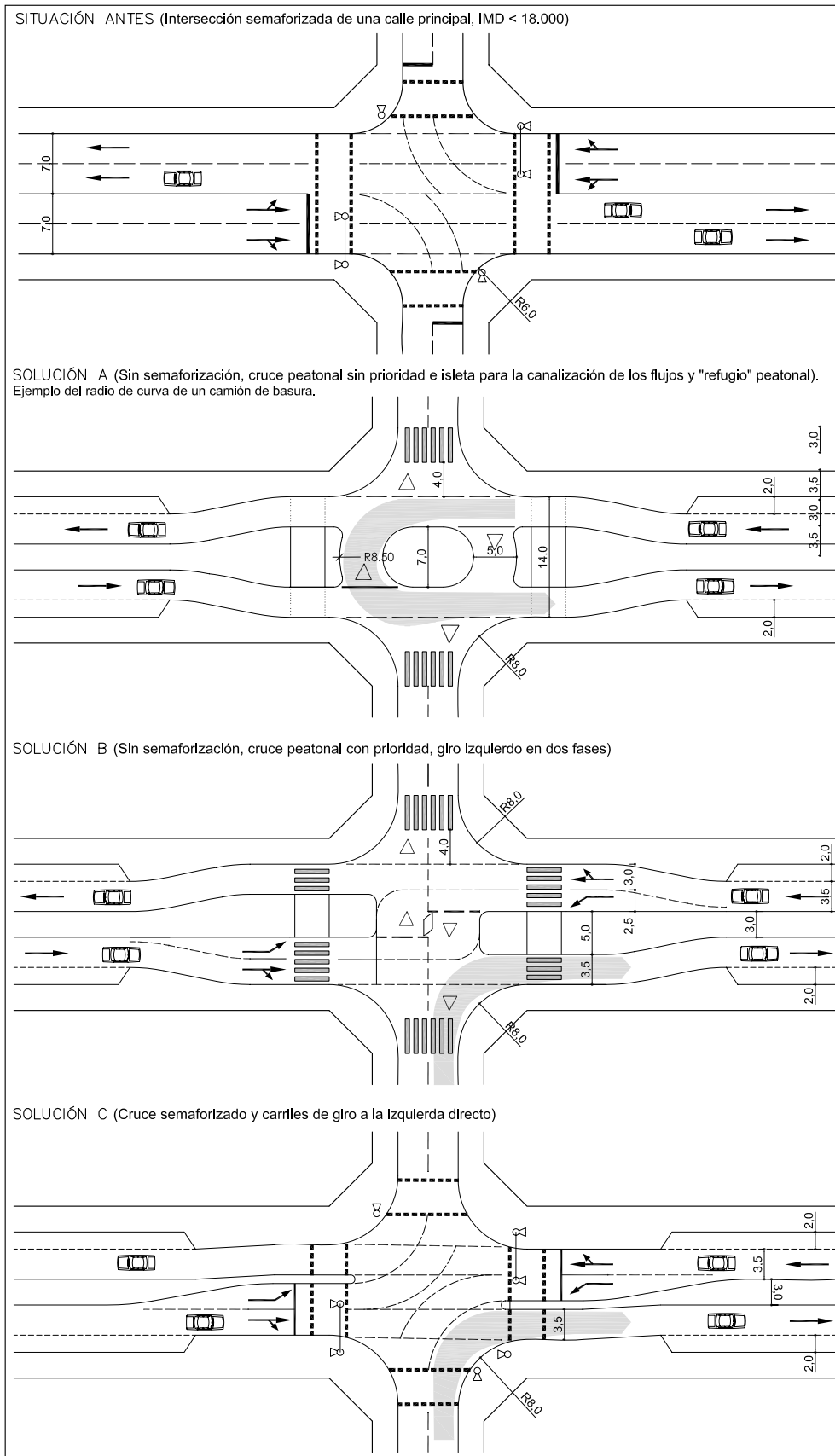
Fuente: Elaboración propia a partir de las estimaciones de la Instrucción para el Diseño de la Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid.



Carretera "adelgazada" por supresión de un carril. Bayona (Francia).



Carretera "adelgazada" por unificación de carril y creación de carriles bici laterales. Ámsterdam.



Paso de cuatro a dos carriles. Antes y después.

motorizados. Esta opción es frecuente en centroeuropa para la creación de arcenes bici y ha sido probada con éxito en Menorca.

Esa opción de reducción de carriles se puede encontrar en ámbitos urbanos en calles de muy poco tráfico, en donde el encuentro entre vehículos que circulan en sentidos opuestos es muy poco frecuente. En la normativa

holandesa para las “woonerf” esas situaciones se salvan con zonas de cruce siguiendo los criterios de la ilustración adjunta.

### Dimensionamiento de carriles

La anchura de los carriles de circulación motorizada depende principalmente de los siguientes criterios:

- velocidad
- composición (pesados y ciclistas)
- función de la calle
- aparcamiento (tipo, localización y frecuencia de uso)

La dimensión de los carriles se desarrolla en el contexto de una doble tensión: si la anchura es muy ajustada la calle tiene menos flexibilidad para acoger diferentes tráficos, pero si es muy amplia induce velocidad y aparcamiento ilegal.

Teniendo como referencia las dimensiones básicas de los vehículos, los márgenes de maniobra requeridos para circular, cruzarse y adelantar a otro vehículo dependen también de las velocidades a las que se desea que se efectúen dichas maniobras.

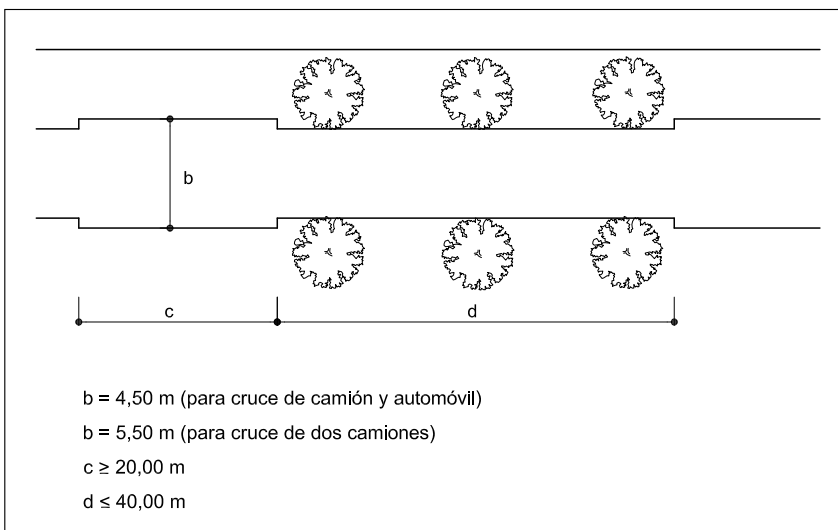
Por esa razón, el dimensionamiento estricto de la calzada o de los carriles conduce a limitar la velocidad de la circulación motorizada y, en paralelo, ofrecer a los viandantes el máximo espacio posible. Más arriba se han mostrado las figuras que indican las anchuras requeridas para el cruce de dos vehículos en función del tráfico previsto y de las velocidades deseables.

Estas dimensiones u otras del mismo tipo permiten diversos cambios en la sección: ampliación de aceras, medianas y bulevares, vías o carriles para bicicletas y/o autobuses, franjas de aparcamiento, arbolamiento o franjas para la reordenación e instalación de mobiliario urbano.

Otra fórmula menos conocida de modificar la sección de una vía para moderar el tráfico consiste en establecer una franja a cada lado de la calzada, pavimentada con un color y/o textura diferenciado, con el fin de que los vehículos de gran anchura puedan utilizarla en caso de cruzarse con otros. Esta fórmula permite anchuras muy estrictas –de 1,8 a 2,0 metros– del carril de circulación convencional.



Carretera con carril central único para los dos sentidos de circulación y arcenes para los modos no motorizados. Menorca.



Dimensiones de una zona de cruce entre vehículos en áreas de coexistencia (“woonerf”) en Holanda. Fuente: ASVV, 1998.

En lo que se refiere a la anchura de un carril individual de circulación, la efectividad en la reducción de velocidad aparece claramente con anchuras inferiores a los 3 metros. Por encima de esa dimensión la experiencia muestra que no existe una clara correlación entre la anchura y la velocidad en casos en los que no se han implantado otras medidas amortiguadoras (Hass-Klau y otros, 1992).

Las dimensiones más ajustadas son más idóneas para tramos relativamente

cortos o con baja presencia de vehículos pesados (barrios residenciales). Otra posibilidad es crear espacios de maniobra intermedios.

Estas dimensiones de los carriles pueden incluso ser más estrictas en caso de que la delimitación de los mismos en lugar de física sea visual, es decir, que esté apoyada en un cambio en el color o textura del pavimento, tal y como se observa en la fotografía adjunta.

En cualquier caso, la magnitud de la reducción de velocidad parece

depender más del aspecto general de la vía que de su anchura real. La posibilidad de señalar horizontalmente el estrechamiento de los carriles o calzadas se ha mostrado como poco efectiva para amortiguar la velocidad de circulación.

Por todo ello, lo más efectivo para la moderación de la velocidad es aplicar una combinación de medidas de manera que se transforme el aspecto de la vía, orientándola a un espacio de calzada más limitado, arbolándola, modificando sus perspectivas rectas, etc.



Mediana obtenida por reducción del ancho de los carriles.



Franja central con pavimento diferenciado.

Tabla 10. Criterios para la reducción del ancho de los carriles de circulación en calles principales.

Porcentaje de autobuses y camiones	Un carril por sentido		Dos o más carriles por sentido
	Poco espacio disponible	Bastante espacio disponible	
Alto	3,25	3,50	6,50
Medio	3,00	3,25	6,00
Bajo	2,75	3,00	5,50

Elaboración propia a partir de EAHV 93.

Tabla 11. Criterios para la reducción del ancho de los carriles en calles locales de doble sentido de circulación.

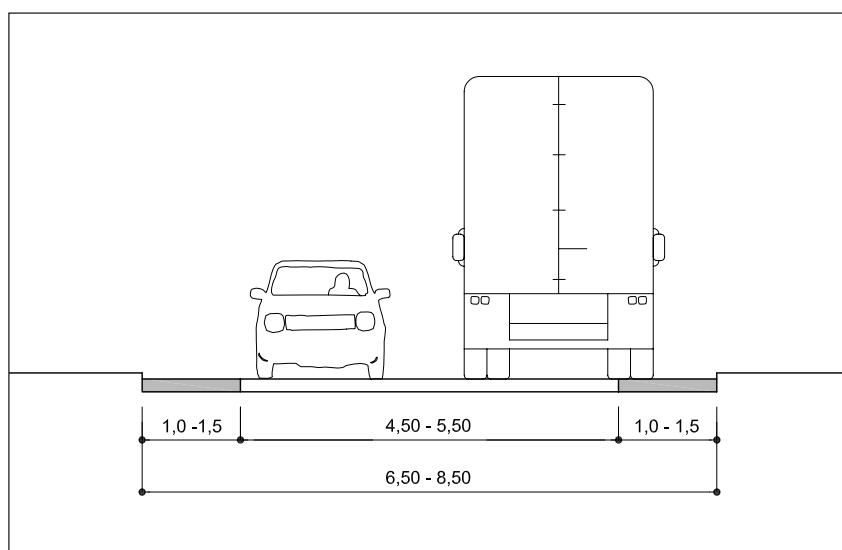
IMH máxima total de la calle	Anchura de la calzada
1.000–1.500	6,50 m
800–1.000	6,00 m
400–800	5,50 m
200–400	4,75 m
≤200	4,00 m*

Elaboración propia a partir de EAE 85/95.

\* requiere atención a los bordes acera-calzada para facilitar el cruce de vehículos ocupando parcialmente el vuelo de la acera.

Tabla 12. Criterios para el ajuste del ancho de los carriles en calles locales de un sentido.

	Ancho en metros
Sin aparcamiento	3,00
Con aparcamiento en línea	3,50
Con aparcamiento en batería a 45°	3,00
Con aparcamiento en batería a 60°	3,50
Con aparcamiento en batería a 90°	5,00



Estrechamiento óptico de carriles.

## 5.5. AJUSTE DE LOS RADIOS DE GIRO

Las dimensiones de las orejas y los radios de giro en general constituyen una decisión compleja que depende de los siguientes parámetros:

- el radio de giro de cada tipo de vehículo (véase capítulo anterior) que está previsto que utilice la intersección.
- la velocidad de giro de los vehículos
- las dimensiones de las calzadas de inicio del movimiento y final del movimiento
- la posibilidad de que los vehículos de mayor tamaño puedan invadir

parcialmente la calzada contraria durante la maniobra

- el espacio libre de obstáculos en la intersección (que puede ser mayor que la calzada)

Sin embargo, el ajuste riguroso es necesario debido a un doble juego de tensiones: si el radio de curvatura de la oreja o del giro es excesivo facilitará el aparcamiento ilegal, pero si es demasiado estricto puede llegar a complicar las maniobras de los vehículos de mayor tamaño (camiones de basura, bomberos, autobuses, camiones de carga y descarga).

La tabla adjunta permite obtener los radios de curvatura necesarios para el giro de diferentes vehículos en función

del ancho de las calzadas de inicio del movimiento y de salida del mismo. Se han calculado con el criterio de velocidades bajas de giro, adecuadas para intersecciones en las que haya pasos peatonales.

Los datos de la tabla anterior se pueden simplificar para tener una referencia en el diseño de las orejas de distintos tipos de vías.

Hay dos factores que ofrecen una cierta holgura sobre estas cifras básicas. El primero es que pueden construirse los bordillos interiores de modo pisable o con sobreebanco para vehículos de mayor tamaño. Y el segundo es que el cálculo se corresponde con radios de giro simples, pero existe la posibilidad de

Tabla 13. Radios de giro necesarios para distintos tipos de vehículos en intersecciones.

Radio necesario en función del espacio de maniobra y tipo de vehículo*				
Ancho de la calzada de inicio del movimiento A(i) = 4,50 m	Calzada de salida A(s)			
	3,50 m	4,50 m	5,50 m	6,50 m
Automóvil	2	2	2	2
Furgoneta	2	2	2	2
Camión de basura	4	4	2	2
Camión de 3 ejes	10	6	4	4
Autobús	15	10	8	6
Autobús articulado y camión con remolque	>15	12	8-10	6
Ancho de la calzada de inicio del movimiento A(i) = 3,50 m	3,50 m	4,50 m	5,50 m	6,50 m
Automóvil	2	2	2	2
Furgoneta	4	2	2	2
Camión de basura	6	4	4	2
Camión de 3 ejes	10	8	6	4
Autobús	15	10	8	6
Autobús articulado y camión con remolque	>15	15	10	8
Ancho de la calzada de inicio del movimiento A(i) = 3,00 m	3,50 m	4,50 m	5,50 m	6,50 m
Automóvil	2	2	2	2
Furgoneta	4	2	2	2
Camión de basura	8	6	4	4
Camión de 3 ejes	12	8	8	6
Autobús	>15	12	10	8
Autobús articulado y camión con remolque	>15	15	12	10

Fuente: Elaboración propia a partir de las tablas calculadas en EAHV 93 (FGSV).



Tabla 14. Simplificación de dimensiones de giro necesarios para diferentes tipos de vía y vehículos tipo.

Tipo de vía	Vehículo de referencia	Número de carriles	Radio mínimo en bordillo interior (m)
Vía principal	Autobús articulado o camión con remolque	1 por sentido 2 o más por sentido	15 <sup>66</sup> 12
	Autobús	1 por sentido 2 o más por sentido	15 10
Vías secundarias	Camión de 3 ejes	1 por sentido 2 o más por sentido	10 6-8*
	Camión de basura de 2 ejes	1 por sentido 2 o más por sentido	6 4-6*
Viario local	Camión de basura de 2 ejes	Carril único	6
		Doble sentido de circulación	4

\* Dependiendo de la flexibilidad de uso de la calzada opuesta para maniobras excepcionales.

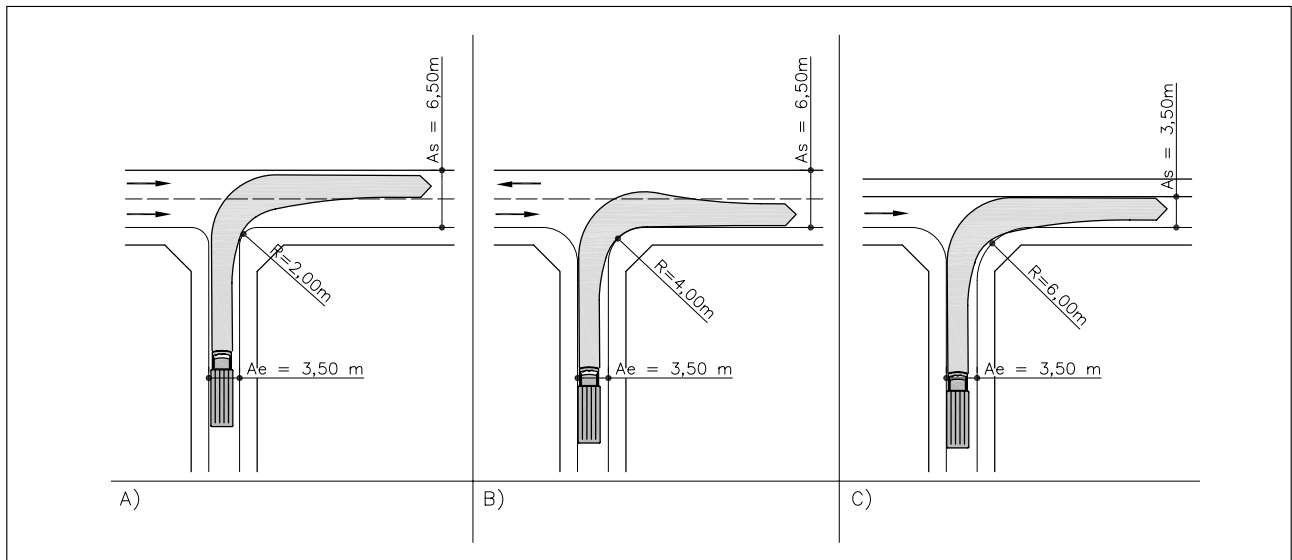
trazar las curvas con radios compuestos, sobre todo en vías principales, más adaptados al giro real de los vehículos, en cuyo caso las dimensiones necesarias serían inferiores.

Los radios más ajustados de calles sin presencia de autobuses o camiones han de tener en cuenta los radios mínimos de los vehículos de bomberos. En el caso, por ejemplo, del Reglamento de Prevención de Incendios de la Comunidad de

Madrid<sup>67</sup>, el radio interior mínimo de giro exigido a los viales es de 5,3 m.

La banda de aparcamiento que da lugar a las orejas debe interrumpirse como mínimo 2 m antes del cruce peatonal correspondiente, aunque es conveniente que lo haga 5 m antes para facilitar la subida y bajada de viajeros o las maniobras de salida de los aparcamientos sin que se interrumpa el paso peatonal. Un caso particular de orejas son la que se

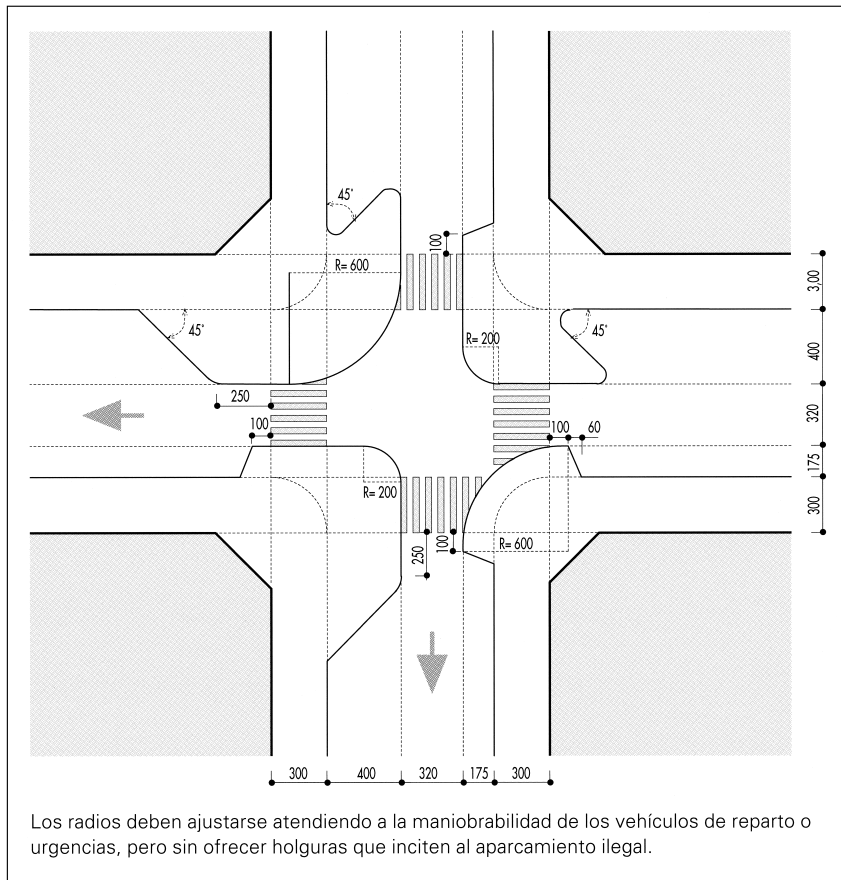
aprovechan para rectificar las trayectorias de los vehículos en intersecciones oblicuas, en las que se refuerza el carácter moderador de la velocidad de los vehículos y se posibilita la creación de un espacio peatonal de buenas dimensiones. En intersecciones en "T" la disposición de orejas y aparcamiento también permite romper la linealidad de las trayectorias de los vehículos que, como se verá en el próximo capítulo, favorece la moderación del tráfico.



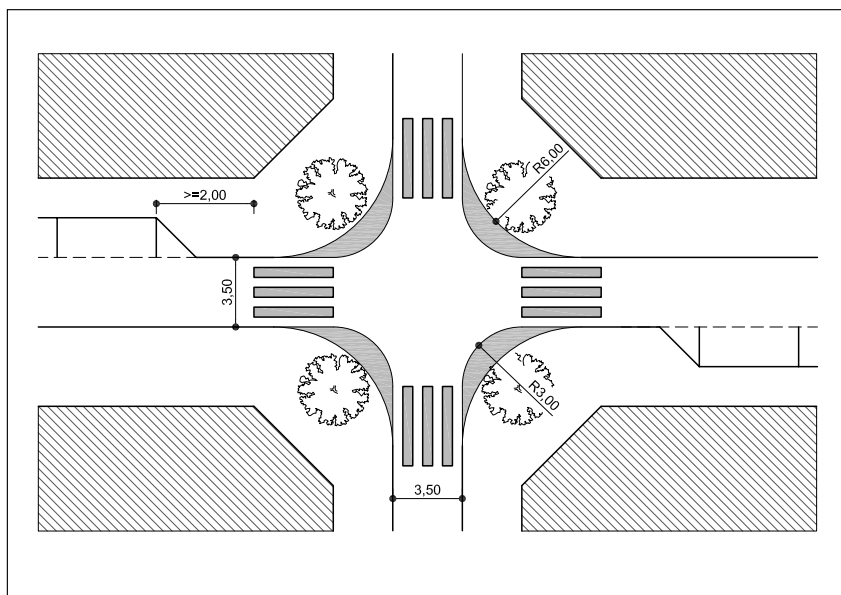
Ejemplos de maniobra de giro con o sin ocupación de la calzada opuesta para un camión de basura de dos ejes.

(66) Ocupando parcialmente la calzada de sentido opuesto.

(67) Decreto 341/1999, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de prevención de incendios de la Comunidad de Madrid.



Ejemplo de dimensiones de referencia para "orejas" en viario local.



Intersección perpendicular con "orejas" estrictas y sobrancho para giro de vehículos pesados.

**5.6. AJUSTE DEL ESPACIO DE APARCAMIENTO**

La ordenación del aparcamiento permite también ajustar las dimensiones de la calzada y evitar tanto la doble fila ilegal como los excesos de

velocidad. Las ilustraciones que siguen facilitan el dimensionamiento de los aparcamientos en distintas circunstancias.

La legislación de accesibilidad y supresión de barreras autonómica

establece dimensiones mínimas para las plazas de aparcamiento reservadas a personas con discapacidad y, también, las características del espacio de acercamiento a dichas plazas.

Hay que advertir que las maniobras de aparcar y desapparcar vehículos requieren un cierto sobreaño en la calzada que debe ser tenido en cuenta a la hora de dimensionar el conjunto banda de aparcamiento-carriles de circulación, especialmente en calles con doble banda de aparcamiento y un único sentido de circulación.

Tabla 15. Dimensiones de referencia para las plazas de aparcamiento de vehículos de personas con discapacidad según las normativas autonómicas de accesibilidad.

	Parámetro usual en la legislación autonómica
Dimensión mínima de las plazas en batería	4,5-5,0 m x 3,3-3,6 m. En ciertos casos se admiten reducciones si se trata de plazas dobles o hay espacio compartido entre dos plazas o espacio libre del lado del conductor
Dimensión mínima de las plazas en línea	2,0-2,2 m x 4,5-5,0 m

Fuente: Real Patronato de Prevención y Atención a Personas con Minusvalía (2005).

Tabla 16. Dimensiones necesarias para el aparcamiento en línea y sus maniobras (en metros).

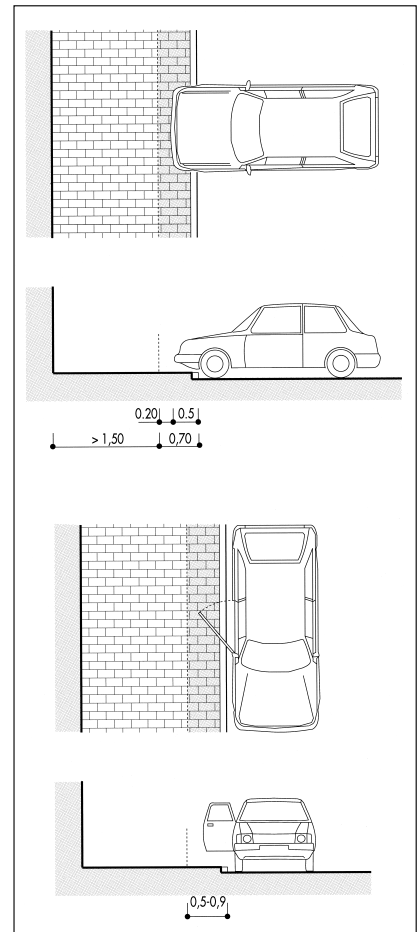
		Ancho de la calzada de circulación y maniobra <sup>68</sup>	Ancho de la banda de aparcamiento <sup>69</sup>	Total
Una sola fila de aparcamiento en línea	Valor mínimo	2,5	2,0	4,5
	Valor recomendable	3,0	2,0	5,0
Dos filas de aparcamiento en línea	Valor mínimo	2,5	2,0	6,5 <sup>70</sup>
	Valor recomendable	3,0	2,0	7,0

Fuente: "Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano". Manchón y Santamera. MOPTMA. Madrid, 1995.

Tabla 17. Dimensiones necesarias para el aparcamiento en batería<sup>71</sup> y sus maniobras (en metros).

		Ancho de la calzada de circulación y maniobra	Ancho de la banda de aparcamiento	Resguardo adicional para proteger la acera
Aparcamiento en batería de 90°	Valor mínimo	5,0	4,20	0,50
	Valor recomendable	6,0	4,50	0,70
Aparcamiento en batería de 60°	Valor mínimo	3,5	4,30	0,40
	Valor recomendable	4,0	4,60	0,60
Aparcamiento en batería de 45°	Valor mínimo	3,0	4,00	0,30
	Valor recomendable	3,2	4,30	0,50

Fuente: Elaboración propia a partir de "Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano". Manchón y Santamera. MOPTMA. Madrid, 1995 y de EAR 91.



Relación entre el aparcamiento de vehículos y la banda estancial.

(68) Las calzadas con ancho de 2,5 m son demasiado estrictas para el paso de autobuses y vehículos pesados.

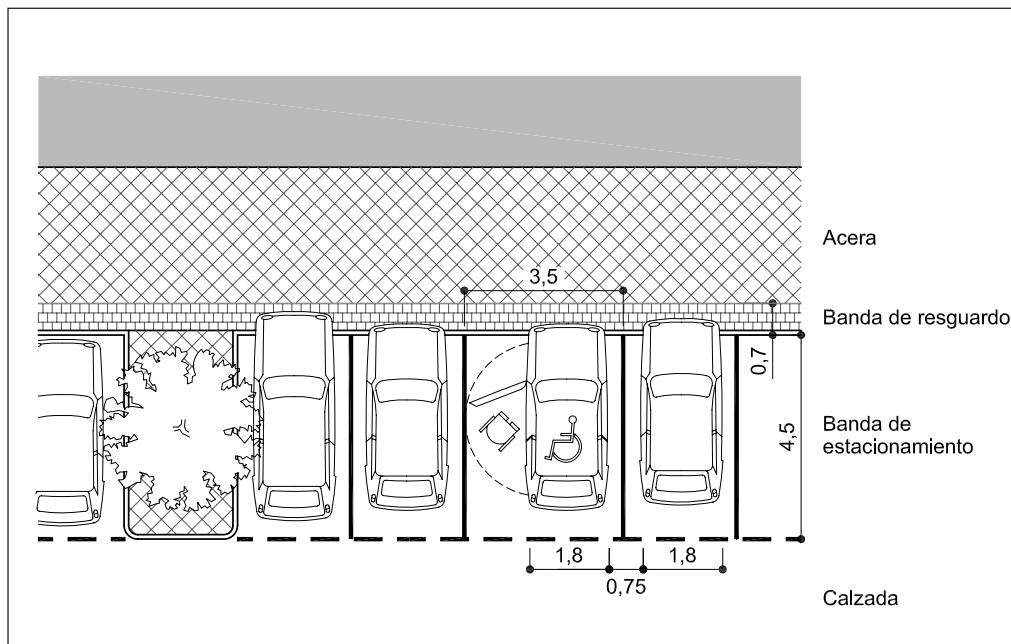
(69) Las bandas de aparcamiento tendrán como mínimo 1,8 m de ancho, pero en polígonos industriales y lugares en donde haya

aparcamiento sistemático de vehículos pesados se pueden aumentar a más de 2 m.

(70) En el distrito de Centro de Madrid se emplean secciones de calzada de 6,20 metros para dos filas de aparcamiento en línea. Véase al respecto la ponencia correspondiente al

citado distrito del Seminario sobre "Intercambio de experiencias en moderación del tráfico local", editado por Forcem-CCOO-MAFOREM-gea21. Madrid, 1999.

(71) La anchura recomendada de las plazas en batería es de 2,40 metros y la mínima de 2,25 m.



Dimensiones para el aparcamiento.

### 5.7. CAMBIOS EN LA ALINEACIÓN HORIZONTAL

El objetivo de los cambios en la alineación horizontal de una vía es la modificación del entorno de la conducción, de manera que sólo exista relajación cuando se circule a las velocidades reducidas establecidas. Reducciones del ancho de la calzada o de los carriles, ordenación del aparcamiento, trazado de la vía, sección dedicada a los peatones, disposición del mobiliario urbano, luminarias y arbolado, etc., son métodos que se complementan con otros que modifican las perspectivas, rompen las fugas y provocan sensación de estrechez en el espacio viario para obtener esa transformación del entorno de la conducción.

#### Estrechamiento lateral

Al contrario de lo que ocurre con el dimensionamiento estricto de los carriles y calzadas de la circulación, el estrechamiento lateral obviamente es el que afecta sólo a un tramo de la vía en

cuestión. Pueden establecerse en uno o en los dos laterales de la calzada simultáneamente

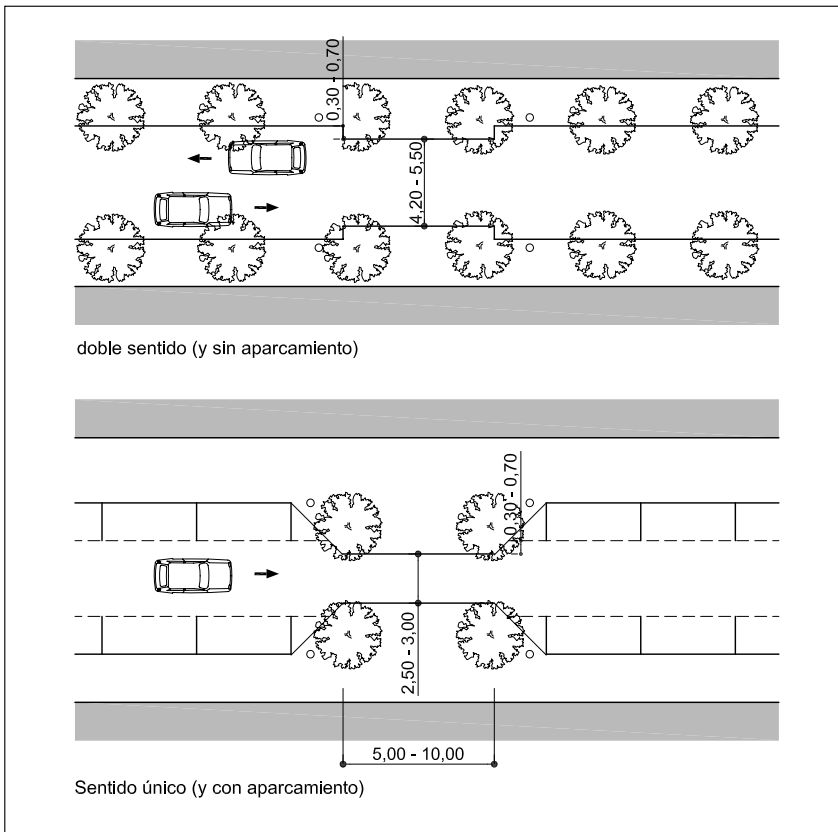
La anchura del estrechamiento puede estar pensada bien para el paso de dos vehículos a la vez lentamente o para el paso de un único vehículo. En el primer caso la anchura puede estar en torno a los 4 metros, mientras que en el

segundo puede estar entre los 2,75 y los 3,20 metros. Por encima de los 4,5 metros de anchura el efecto reductor de la velocidad prácticamente desaparece.

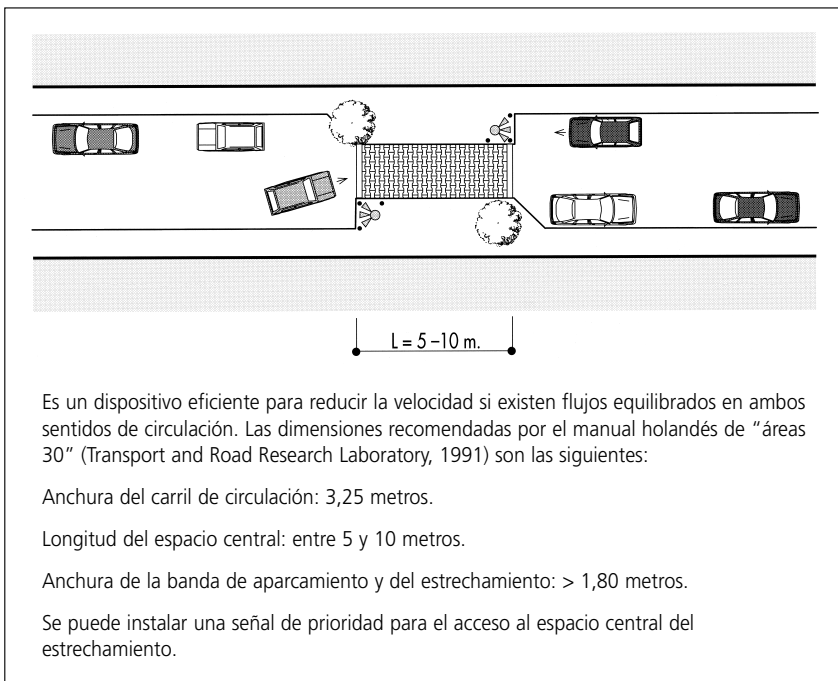
Existen diversas variantes de estrechamientos (véase figuras de la página siguiente); en cada una de ellas se puede optar adicionalmente por



Estrechamiento lateral. Alemania.



Estrechamientos laterales de la calzada.



Estrechamiento lateral de la calzada y pavimentación especial.

elevar ligeramente la rasante, cambiar la textura y el color del pavimento o romper la rectitud de las perspectivas con el fin de reforzar el efecto reductor de la velocidad. Implantado al inicio de un área de tratamiento especial de la circulación, el estrechamiento puede constituir la "puerta" de acceso.

Los estrechamientos que restringen la anchura a un solo carril de circulación son especialmente efectivos para disuadir el tráfico de paso, especialmente aquellos en los que son los conductores los que establecen en cada circunstancia la prioridad de paso de cada sentido de circulación. Cuando uno de los dos sentidos tenga tan baja intensidad que sea poco probable el encuentro de dos vehículos circulando en sentido opuesto, la reducción de la velocidad será menor, en cuyo caso será conveniente estrechar al máximo el espacio central del estrechamiento con anchuras de alrededor de 2,75 metros.

Si se ofrece prioridad a un sentido de la circulación la reducción de velocidad tiende a producirse exclusivamente o principalmente en el sentido contrario. Sin embargo, en algunas circunstancias puede ser conveniente clarificar las prioridades, por ejemplo, en la proximidad de intersecciones.

Para mantener la reducción de velocidad en un tramo amplio de la vía hace falta implantar estrechamientos cada 30 ó 40 metros, siendo 50 metros el límite máximo.

Los manuales holandés y danés dedicados a este tipo de medidas no recomiendan los estrechamientos de un solo carril en vías principales en las que exista una fuerte intensidad de tráfico. Las intensidades adecuadas se sitúan entre los 400 y los 600 vehículos en hora punta. Más allá de esas intensidades se recomiendan estrechamientos que admiten simultáneamente los dos sentidos de circulación.

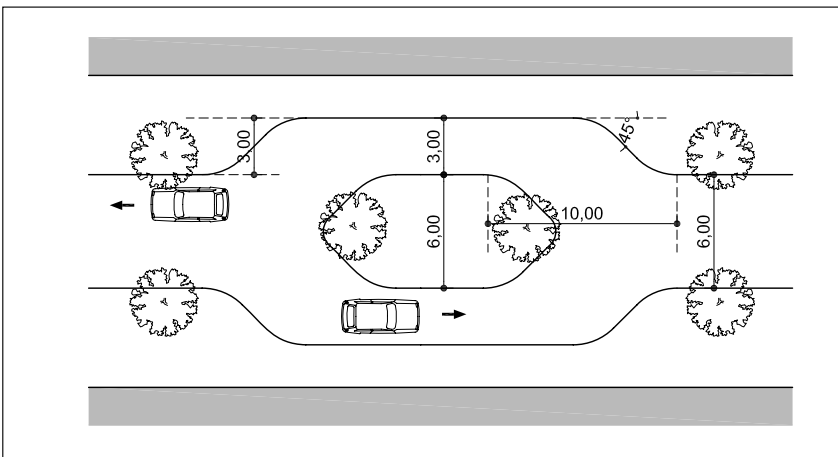
### Estrechamiento central

El estrechamiento central se puede obtener a través de la implantación de

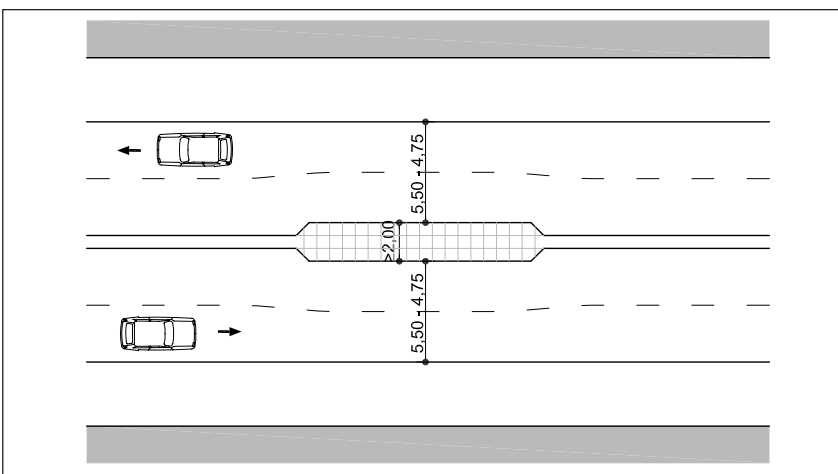
medianas o refugios peatonales en el centro de la calzada.



Estrechamiento central mediante isleta. Alemania.



Estrechamiento central de calzada en calle local.



Estrechamiento de calzada en calle de dos carriles.

### Zig-zag

También denominados "chicanes", son trazados sinuosos de la franja de circulación, es decir, quebras del eje de la calzada. Pueden ser el resultado del propio diseño de la vía, de la utilización de estrechamientos puntuales alternos a cada lado de la calzada o en el centro de la misma, o de la implantación discontinua de isletas centrales para arbolado, mobiliario urbano o cruce peatonal.

El objeto de los zig-zags es modificar la vía y su percepción por parte de los conductores, de manera que se produzcan menores velocidades como consecuencia de la necesidad de afrontar los quebras con seguridad para los vehículos.

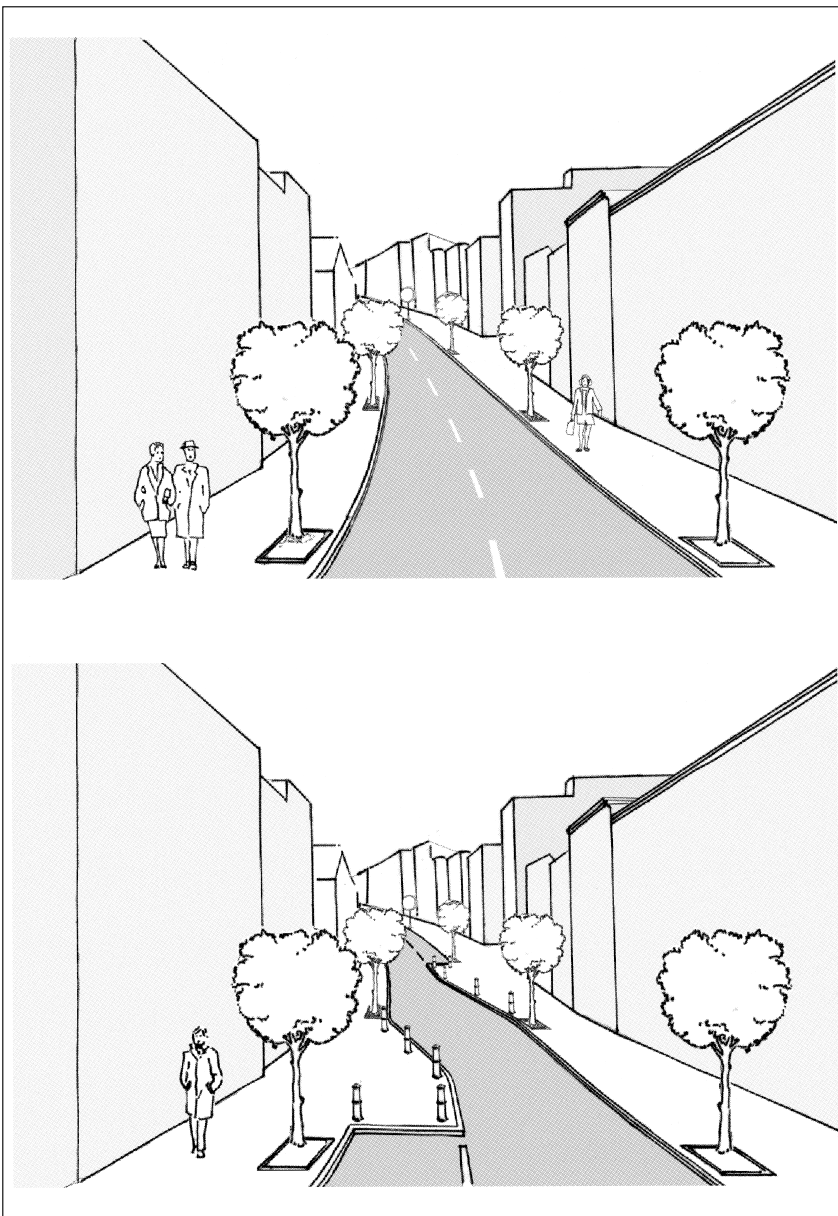
Al modificar, con mayor o menor intensidad según la tipología del zig-zag, el aspecto tradicional de las calles, han originado en algunos lugares críticas historicistas. En el caso del barrio berlinés de Moabit dichas críticas condujeron a sustituir este dispositivo por otros tipos de diseño destinados al mismo objetivo de moderar la velocidad de circulación.

La efectividad de los "zig-zags" es similar a la suministrada por los estrechamientos laterales o centrales de la calzada, pero requieren algo más de anchura, en especial si hace falta facilitar el giro de los vehículos pesados, en cuyo caso la reducción de velocidad es menor.

Se recomienda que los elementos que configuran el "zig-zag" no tengan formas redondeadas sino cuadrangulares, con el propósito de que no sean percibidos como una pista de carreras tal y como ha ocurrido en algún lugar del Reino Unido (Hass-Klau y otros, 1993). También hace falta considerar la conveniencia de finalizar el zig-zag hacia la derecha o hacia la izquierda en el sentido de la marcha, puesto que la posición del volante a la izquierda ofrece una visibilidad de la salida distinta en cada caso.



Zig-zags en barrios calmos de a) Colonia y b) Londres.

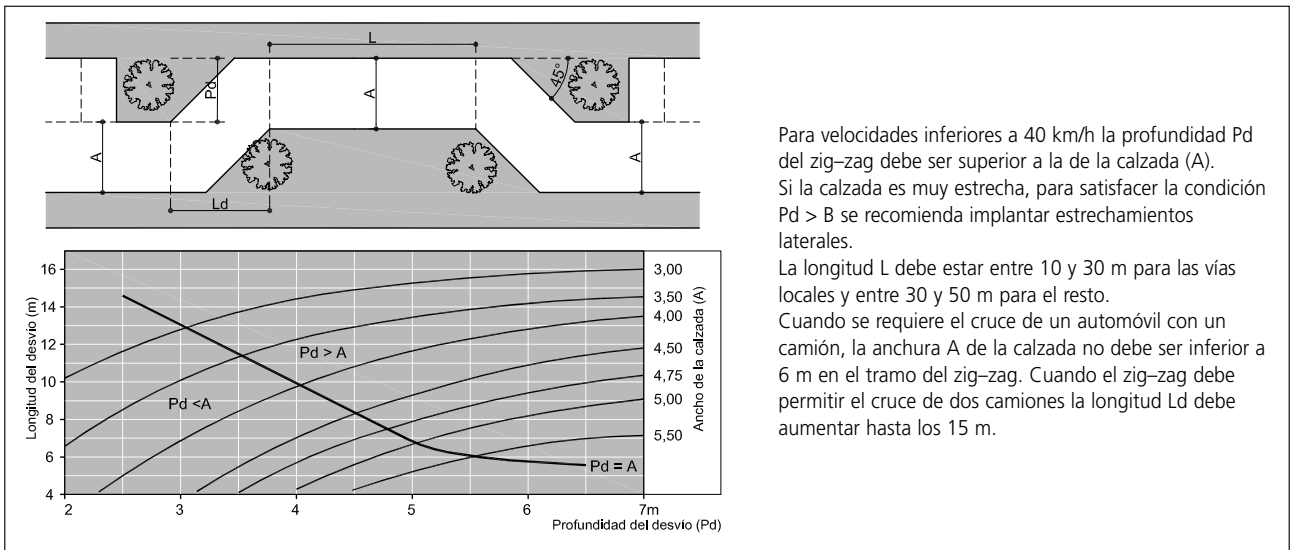


Implantación de un zig-zag: antes y después.



Trayectoria levemente sinuosa de la calzada. Madrid.

La geometría de los zig-zag utilizados en los diferentes países es el resultado de una experimentación prolongada. Las normas que se presentan a continuación son las recomendadas en Suiza y permiten diseñar un zig-zag a partir de la anchura de la calzada y del margen de desplazamiento del eje del que se dispone. Hay que tener en cuenta las anchuras de acera, pues cuanto mayor es el desplazamiento del eje de la calzada mayor desequilibrio hay entre las dimensiones de las dos aceras. La eficacia reductora del zig-zag depende principalmente de la longitud del desvío ( $L_d$ ) y de la profundidad del desvío ( $P_d$ ) cuanto más corto y profundo es el zig-zag mayor es la ruptura de la línea de visibilidad y, por tanto, mayor es el efecto amortiguador de la velocidad.



Norma suiza para el dimensionado de zig-zags. Nueva. Pasar a línea.

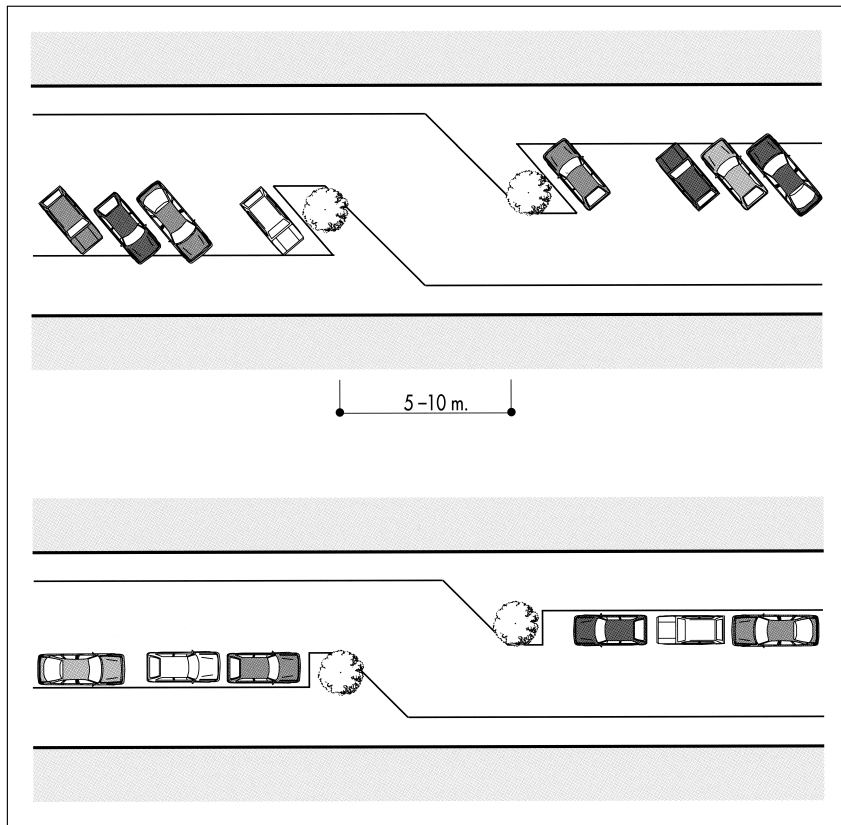


Zig-zag creado por disposición alternada del aparcamiento.

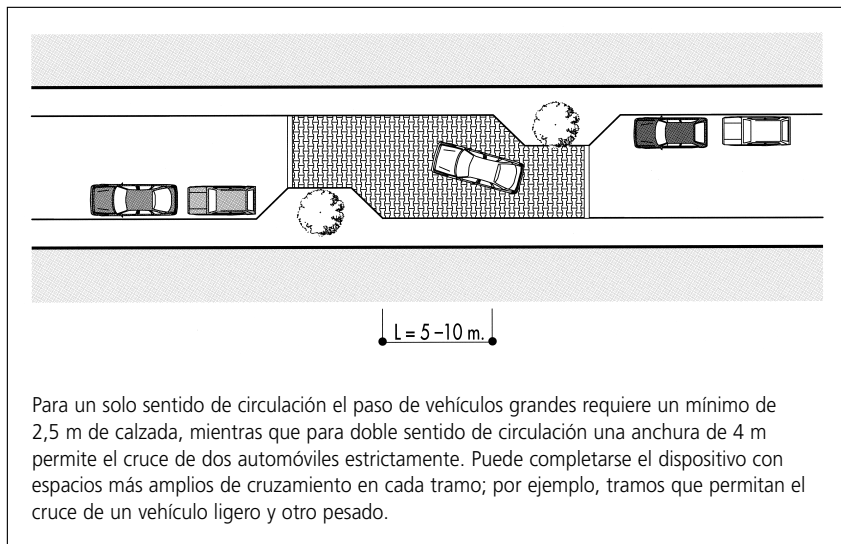


Zig-zag creado mediante disposición del arbolado.



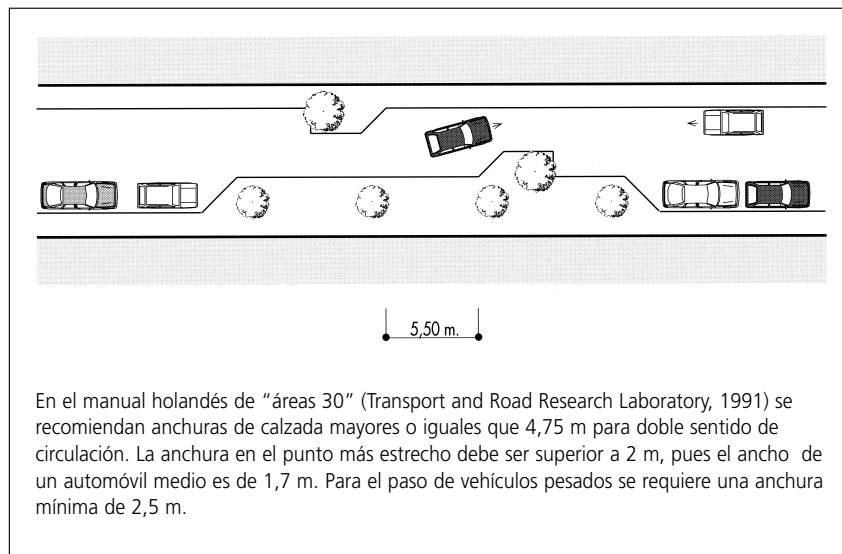


Zig-zags creados mediante ordenación alternada del aparcamiento.

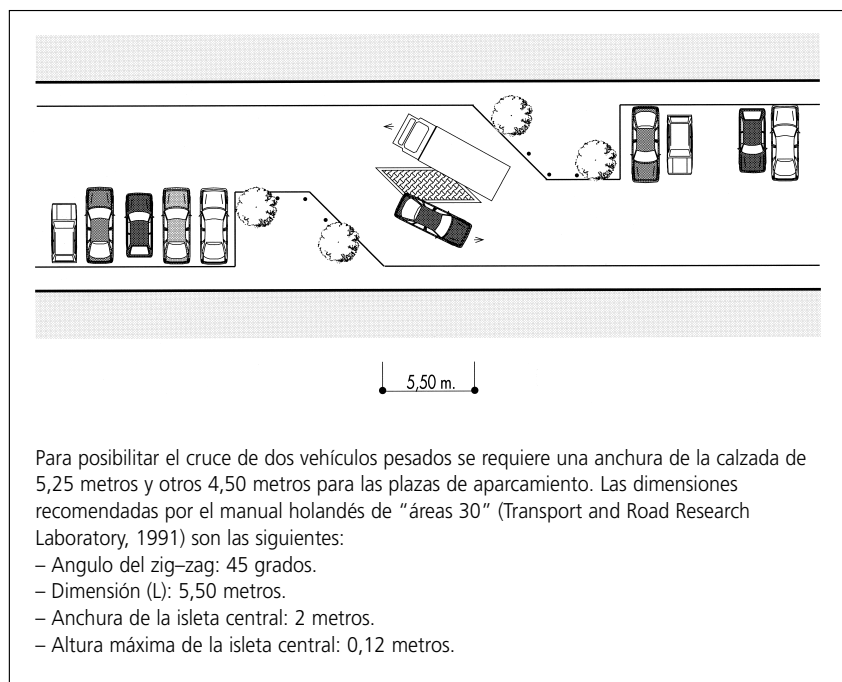


Para un solo sentido de circulación el paso de vehículos grandes requiere un mínimo de 2,5 m de calzada, mientras que para doble sentido de circulación una anchura de 4 m permite el cruce de dos automóviles estrictamente. Puede completarse el dispositivo con espacios más amplios de cruzamiento en cada tramo; por ejemplo, tramos que permitan el cruce de un vehículo ligero y otro pesado.

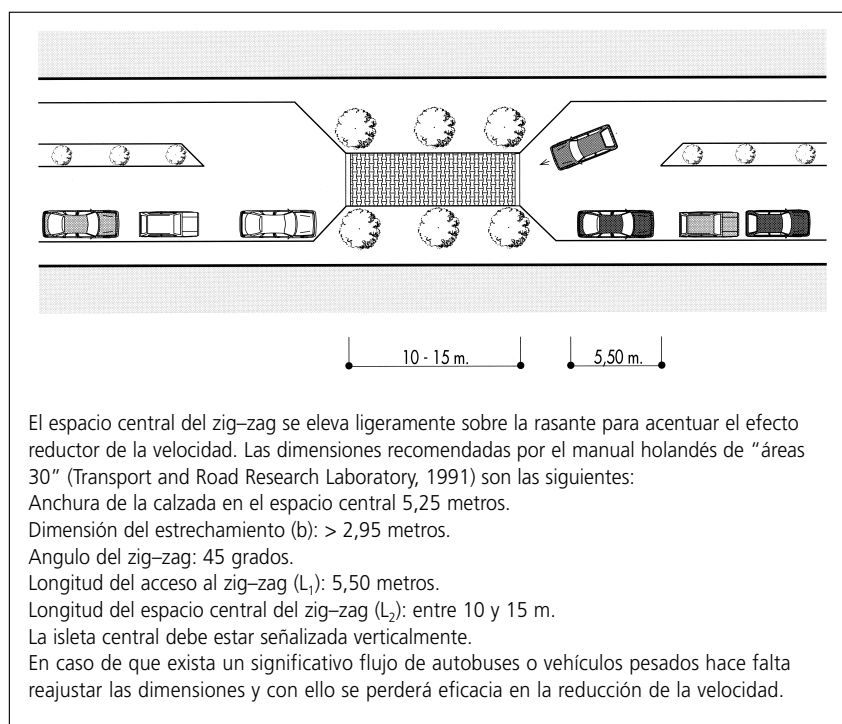
Zig-zag creado por estrechamiento lateral alterno con meseta. Áreas 30 en Holanda.



Zig-zag creado por estrechamiento lateral alternativo de la calzada. Áreas 30 en Holanda.



Zig-zag creado por ordenación del aparcamiento e isleta central. Áreas 30 en Holanda.



Zig-zag creado por una mediana central y estrechamiento. Áreas 30 en Holanda.

## 5.8. CAMBIOS EN LA ALINEACIÓN VERTICAL

Existe una amplia gama de dispositivos que modifican transversalmente la alineación vertical de la calzada con el fin de reducir la velocidad de los vehículos. Las variaciones dependen de las características de dicha modificación transversal y, muy especialmente, de la altura del dispositivo y de la profundidad con la que se desarrolla. En función de esos parámetros se puede hablar de dos grandes grupos: las bandas reductoras de velocidad (de escasa profundidad de desarrollo) y los lomos y almohadas (de gran profundidad de desarrollo). Un tercer grupo lo constituyen las modificaciones de la textura del pavimento, que dan lugar a las franjas transversales de alerta.

Los elementos críticos de estos dispositivos suelen ser su impacto sonoro y su capacidad de generar inconvenientes a vehículos como los de emergencias, de transporte público o

bicicletas. Cada modalidad debe por tanto ser analizada en función de esos elementos críticos, así como de sus resultados para el régimen de velocidad a lo largo del tiempo, dado que los conductores van modificando su comportamiento ante ellos conforme se acostumbran a su presencia.

En un estudio realizado en el Reino Unido se observó cómo la reducción de velocidad conseguida con unas bandas reductoras iba siendo erosionada con el paso del tiempo (Thompson y otros, 1990). Uno de los motivos de esa erosión puede ser el hecho de que algunos perfiles de bandas se sobrepasan de una manera más cómoda a mayor velocidad, en contradicción con el objetivo de su instalación.

### Franjas transversales de alerta (franjas rugosas)

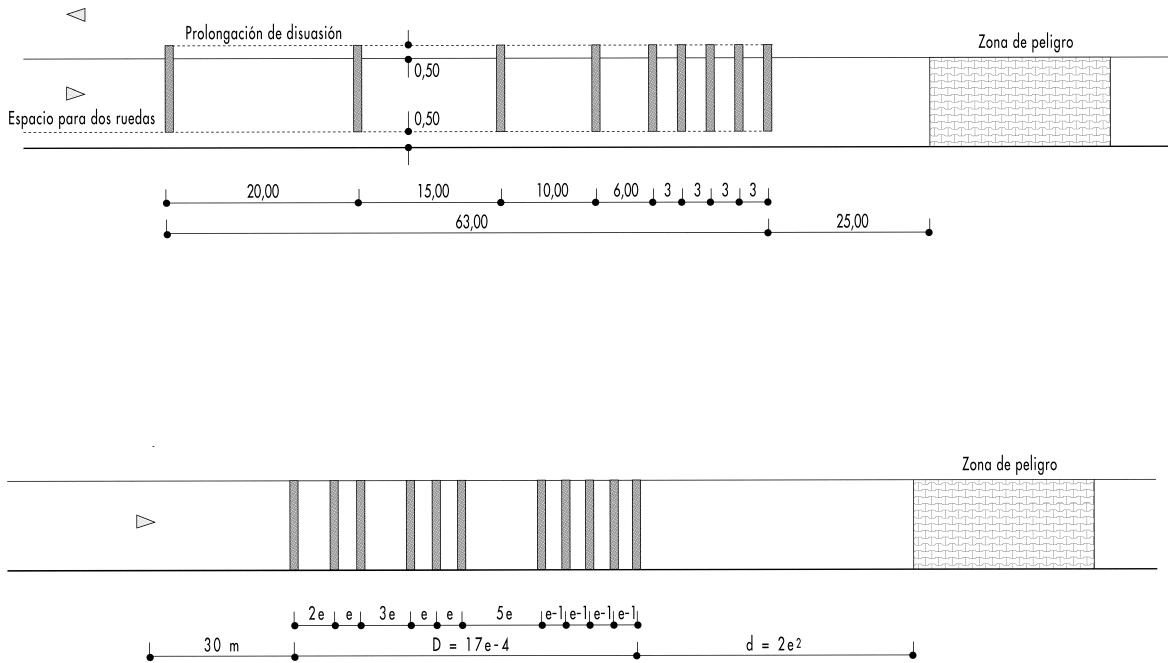
Las modificaciones de la textura del pavimento tienen como objetivo advertir al conductor de la conveniencia

de reducir la velocidad y, con ella, las vibraciones o ruido derivados de su acción sobre el sistema de amortiguación del vehículo.

En las figuras adjuntas se ilustran los dos diseños de bandas transversales de alerta (rugosas) experimentados en el inicio de distintas travesías de carreteras francesas, así como las distancias recomendadas entre bandas (CETUR, 1989).

La eficacia de estas bandas es significativa en lo que se refiere a la reducción de la velocidad, obteniéndose rebajas del orden de un 10%, y muy esperanzadora en lo que atañe a la accidentalidad, afectada por la capacidad de advertencia y alerta que presentan (CETUR, 1989).

En el interior de las áreas urbanas las franjas transversales de alerta también han sido aplicadas con una gran variedad de tipologías y situaciones, aunque básicamente se acogen a dos grandes modalidades.



El Ministerio de Transportes francés recomienda tres configuraciones diferentes según la velocidad dominante en el tráfico con las dimensiones del siguiente cuadro (cada franja tiene una anchura de 0,5 m):

- para zonas urbanas
- para carreteras

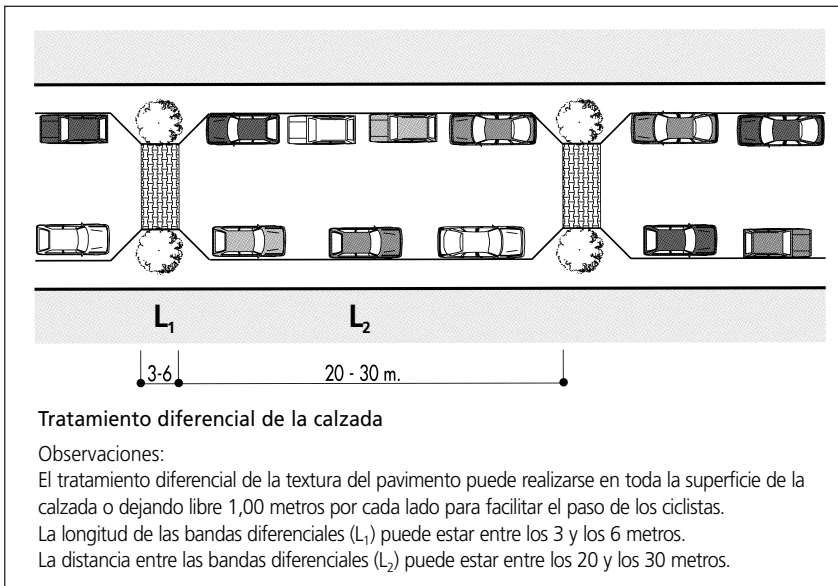
El Ministerio de Transportes francés recomienda tres configuraciones diferentes según la velocidad dominante en el tráfico con las dimensiones de la siguiente tabla (cada franja tiene una anchura de 0,5 m).

Tabla 18. Distancias para franjas transversales de alerta.

$V_{85}15$	E	D	d
$V_{85}15 < 80$	5 m	81 m	50 m
$80 < V_{85}15 < 100$	6 m	98 m	72 m
$V_{85}15 > 100$	7 m	115 m	98 m

Fuente: CETUR, 1989.

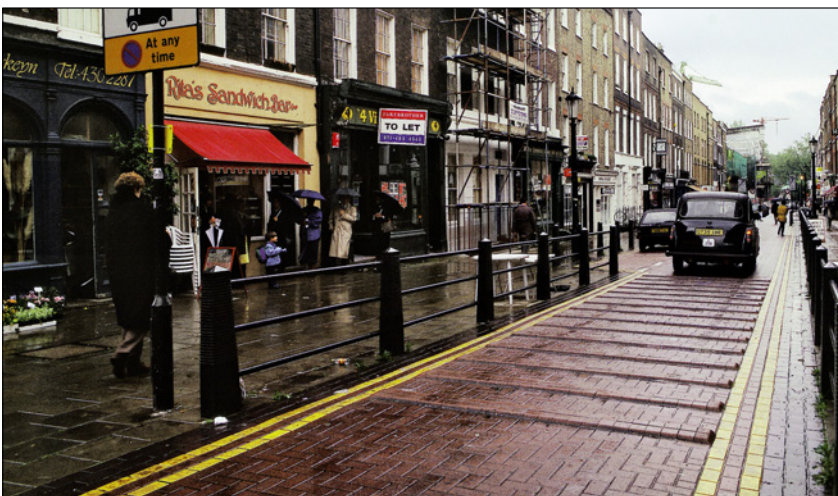
El parámetro  $V_{15}$  (percentil 85) es la velocidad correspondiente a la marcha del 85% de los usuarios en el tramo de carretera considerado, es decir una velocidad que sólo es superada por el 15% de los usuarios. El resalte de las franjas sobre el nivel de la calzada no debe ser superior a 1,5 cm. y pueden colorearse para aumentar su capacidad de hacerse notar.



Tratamiento diferencial de la calzada.



Banda reductora de velocidad.



Franjas transversales de moderación de la velocidad en Londres.

De un lado las franjas de gran anchura, de 3 a 6 metros y separadas por 20–30 metros de calzada normal, y de otro las franjas estrechas, de menos de 1 metro de ancho y separadas también por 20–30 metros.

### Bandas reductoras de velocidad

La versión más antigua de estas bandas estaba constituida por conjuntos de piezas circulares metálicas que se fijaban en la calzada y se denominaban popularmente como “chinchetas”.

El perfil de estas bandas reductoras varía en función de las velocidades de circulación deseadas, existiendo en algunos países normativas al respecto. La anchura de las mismas suele variar entre los 30 y los 120 cm, mientras que su elevación máxima está entre los 3 y los 7 cm, adecuada a límites de velocidad entre 50 km/h y 30 km/h. La geometría de su sección también es variable con formas circulares y trapezoidales.

En algunos países existe reglamentación sobre las dimensiones de estas bandas reductoras para adecuarlas a diferentes límites de velocidad. Tal y como se describe en un capítulo posterior dedicado a la normativa española de moderación del tráfico, el Ministerio de Fomento tiene previsto en breve aprobar una instrucción técnica para la instalación de bandas reductoras de velocidad y bandas transversales, de aplicación en las carreteras de su competencia. Además, existen algunas normativas autonómicas referidas a esos mismos elementos. En Italia, el Reglamento del código de circulación establece las siguientes dimensiones:

Tabla 19. Dimensiones de las bandas reductoras en función de la velocidad de diseño en Italia.

Velocidad de referencia	Profundidad de la banda	Altura de la banda
<50 km/h	60 cm	3 cm
<40 km/h	90 cm	5 cm
<30 km/h	120 cm	7 cm

Fuente: Regolamento di Attuazione del Codice de la Strada. Art. 179. – Rallentatori di velocità (art. 42).

En la actualidad se fabrican diferentes modelos de goma natural o plástico que pretenden reducir uno de los mayores inconvenientes que presentan: el ruido. Por este motivo suelen recomendarse como “puertas” de áreas de moderación de la velocidad y situarse alejadas de espacios de sensibilidad acústica como viviendas, hospitales, colegios, etc. Además, son incómodas para los ciclistas, de manera que no deberían generalizarse como instrumento de moderación de la velocidad.

### Lomos

La efectividad de los lomos para reducir la velocidad y la accidentalidad fue estudiada ya en los años setenta en centros de investigación británicos (G.R. Watts, informe nº 587 del TRRL) y holandeses, y se fundamenta en los inconvenientes que suponen para los vehículos atravesarlos a una velocidad superior a la indicada para cada diseño. El cambio de alineación provoca una aceleración vertical tanto de las masas suspendidas como de las no suspendidas del vehículo, en un grado que depende del perfil del lomo, de las características del vehículo y de la velocidad.

Por consiguiente, una vez seleccionada una velocidad deseable, se trata de encontrar el perfil del lomo que induzca al mayor porcentaje de vehículos a respetar dicha velocidad sin causar daños.

En la medida en que se reduce el atractivo de un itinerario para los vehículos de paso, se reduce también el volumen de tráfico, que suele seleccionar otros itinerarios. De ese modo, su efecto como moderador integral del tráfico es limitado, siendo su propósito principal la moderación de la velocidad del tráfico y el desvío de tráficos parásitos o de paso.

Los tipos y parámetros de los perfiles determinan las aceleraciones a las que se someten los vehículos en función de sus velocidades. El perfil más común en España es el **trapezoidal** (la forma que resalta sobre la superficie de la calzada es un trapecio), pero en otros países son frecuentes también los de tipo **circular** y **sinusoidal**. En Holanda, se recomiendan los de perfil trapezoidal y los sinusoidales dependiendo de las características del viario y de las velocidades deseables (CROW, 1998), mientras que en Suiza son los trapezoidales y los circulares (VSS, 2000).

Los factores principales a considerar en el diseño de un lomo son: los radios, la curvatura o los gradientes de los perfiles de las rampas de acceso o ataque, el desarrollo intermedio y la rampa de salida; la altura en el punto central; y la longitud del lomo.

La zona de influencia de un lomo es de unos 40–60 metros, de manera que se recomienda instalar una secuencia de dispositivos de este u otro tipo cada 50 metros si se quiere mantener un

régimen de velocidades relativamente constante en itinerarios prolongados. En otro caso el régimen circulatorio tiende a ser más irregular, con aceleraciones y frenadas contradictorias con los objetivos de pacificación propios de la implantación de lomos y con el ahorro energético y la emisión de contaminantes.

En cualquier caso, las distancias entre lomos puede ser modulada por el diseñador aprovechando las intersecciones o los accesos a equipamientos (escolares, comerciales, culturales, sanitarios, deportivos, etc.), de manera que se utilicen dichos dispositivos también como elementos de cruce peatonal, señalizándolos como tales.

La implantación de lomos estuvo asociada al principio a limitaciones de velocidad de 30 km/h o inferiores, pero la práctica mostró que también son útiles, con distintos perfiles, en calles con limitaciones de velocidad de 50 km/h. Pueden indistintamente situarse en calles de doble o de único sentido de circulación, recomendándose en el primer caso el reforzamiento del dispositivo mediante un dimensionado ajustado de la calzada.

La colocación de lomos debe llevar aparejado un análisis de su incidencia en los ciclistas, vehículos de transporte colectivo y vehículos de emergencias, pues son los tres tipos de usuarios que pueden tener una afección más negativa (véase al respecto los capítulos



a)



b)

c)



Lomos de distintos perfiles en a) Holanda, b) Dinamarca y c) Reino Unido.

posteriores dedicados a la relación entre amortiguación del tráfico, transporte colectivo y movilidad ciclista). Por ese motivo, los lomos suelen ser menos recomendables en vías principales.

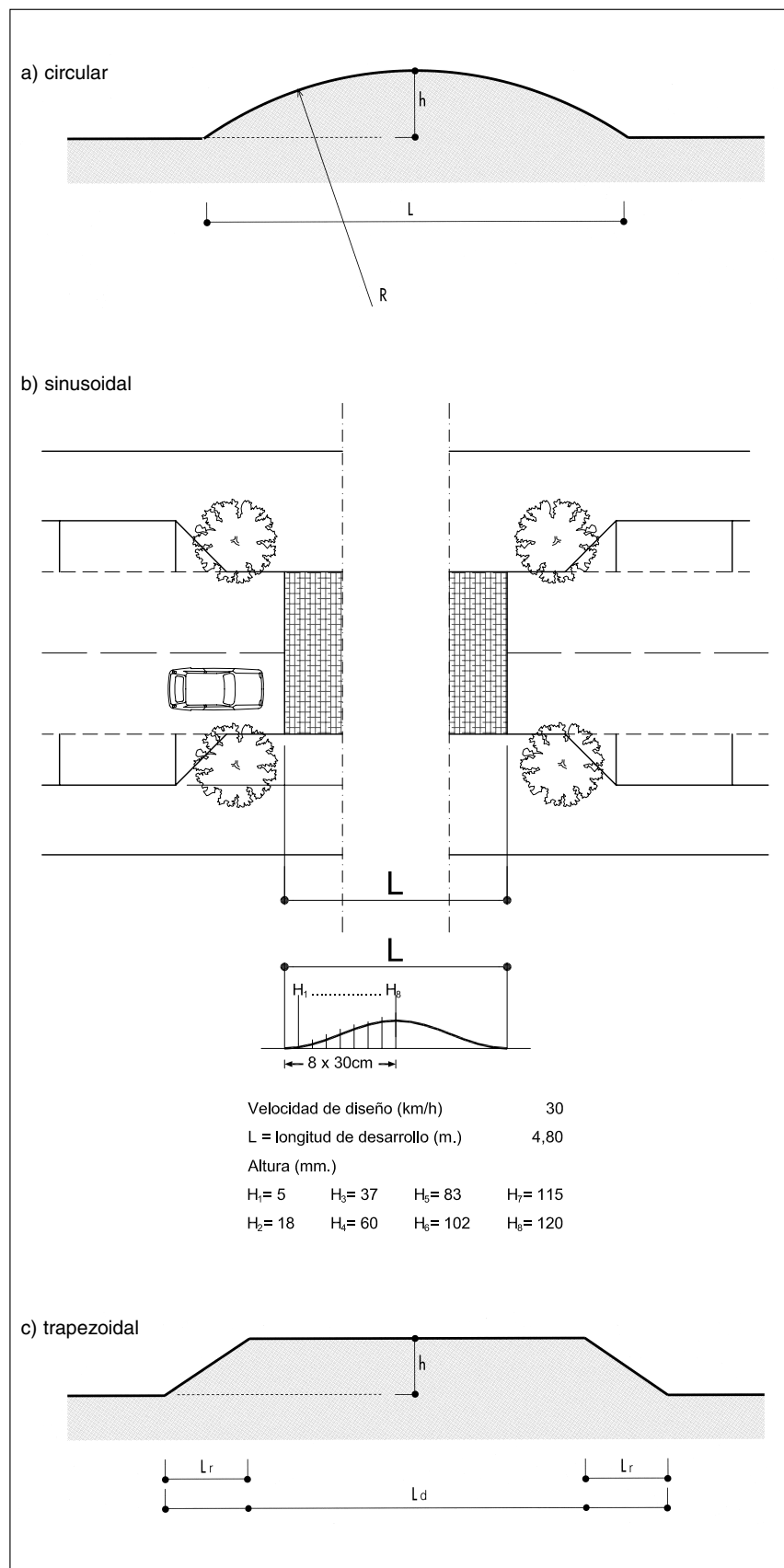
La instalación de un lomo en calles no incluidas en calles de coexistencia o áreas 30 debe ser advertida mediante elementos visuales y la señalización correspondiente (véase el capítulo de normativa). La perceptibilidad del dispositivo puede ser reforzada mediante el cambio de color o textura de su perfil de ataque, de manera que resalte sobre el resto de la calzada, especialmente durante la noche. Para el periodo nocturno hace falta prestar atención a las condiciones de iluminación del entorno del lomo, aunque no siempre sea necesario reforzar la existente.

Dado que los lomos introducen cambios en el perfil de las calles, su construcción supone también resolver el drenaje mediante la canalización adecuada del agua de lluvia.

Los materiales de los lomos son tan variados como las propias pavimentaciones en las que se insertan, empleándose desde el asfalto y el hormigón hasta los adoquines. La elección depende de ese contexto de la pavimentación y, también, de su encaje en el entorno urbano, sus exigencias de mantenimiento y su coste.

Los extremos de los lomos pueden encastrarse en la calzada para reforzarlos, pues se trata de los puntos que registran las mayores fuerzas y sufren mayores desgastes.

Los lomos ha evolucionado en cada país con la propia experiencia y la adaptación paulatina de la normativa, que también se está desarrollando en España (véase capítulo de normativa). La ilustración adjunta muestra el dimensionado de diferentes perfiles de lomos en Holanda y Dinamarca.



Perfiles recomendados para lomos.



Tabla 20. Dimensiones recomendadas en Dinamarca para lomos de perfil a) circular.

Velocidad de diseño o deseable	20 km/h	30 km/h	50 km/h
h: altura	10 cm	10 cm	10 cm
R: radio	11 m	20 m	113 m
L: longitud de la cuerda	3 m	4 m	9,5 m

Fuente: Vejdirektoratet, 1991.

Tabla 21. Dimensiones recomendadas en Holanda para lomos b) sinusoidales.

Velocidad de diseño o deseable	20 km/h	30 km/h
Longitudes	21 cm	30 cm
Longitud total	3,36 m	4,80 m

H <sub>1</sub>	5 mm
H <sub>2</sub>	18 mm
H <sub>3</sub>	37 mm
H <sub>4</sub>	60 mm
H <sub>5</sub>	83 mm
H <sub>6</sub>	102 mm
H <sub>7</sub>	115 mm
H <sub>8</sub>	120 mm



Canalización del agua en lomo.

Fuente: CROW, 1998.

Tabla 22. Dimensiones recomendadas en Dinamarca (y Holanda) para lomos de perfil c) trapezoidal.

Velocidad de diseño o deseable	20 km/h	30 km/h	50 km/h
h: altura	10 cm	10 cm	10 cm (12 cm)
Gradiente de la rampa	14%	10%	4% (2,5%)
L <sub>r</sub> : longitud de la rampa	0,7 m	1,0 m	2,5 m (2,4 m)
L <sub>d</sub> : longitud del desarrollo	4 m	4 m	4 m (5,2 m)
Longitud total	5,4 m	6 m	9 m (12 m)

Fuente: Vejdirektoratet, 1991; CROW, 1998.

Nota: En Holanda se recomiendan distancias entre lomos diseñados para 50 km/h de entre 80–100 m.

**Almohadas o cojines**

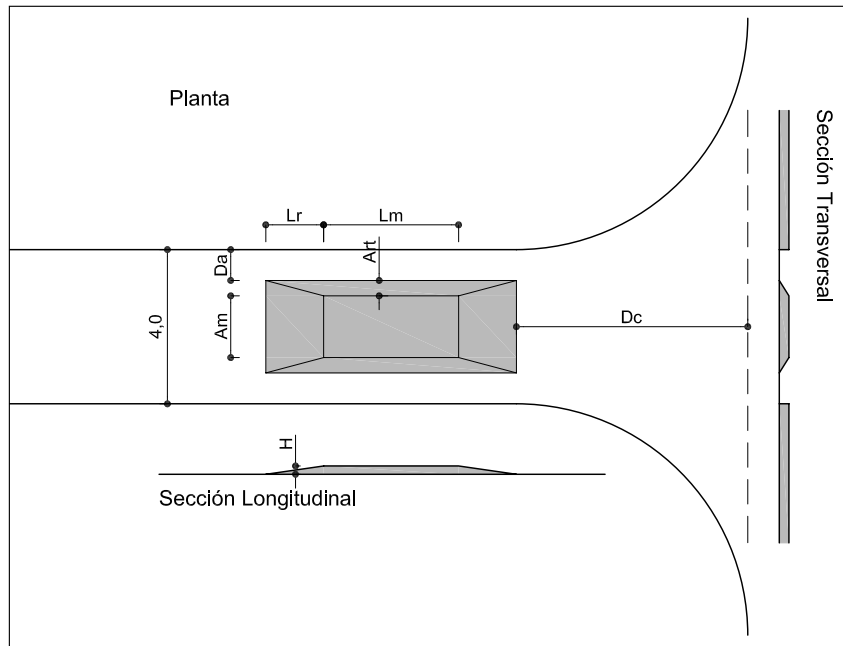
Elevación parcial de la rasante de la vía para permitir el paso sin incomodidades a vehículos determinados como pueden ser las bicicletas y los autobuses. Su utilización se extendió a partir de la amplia experiencia desarrollada en Alemania (en algunos lugares se les siguen denominando “cojines berlineses”) a principios de los años ochenta. Su perfil puede ser circular,

sinusoidal o trapezoidal y se pueden implantar en calles con uno o dos sentidos de circulación.

Sus dimensiones y materiales constructivos son variados en cada país y ciudad. Por ejemplo, en Berlín se diseñaron con una anchura de 2 metros, una longitud de 3 metros y una altura de entre 5 y 7 centímetros, mientras que en Colonia la anchura es de 1,9 metros (incluyendo 30 centímetros de rampa en

cada lateral) para calles con autobuses y 2,2 metros en calles sin autobuses, siendo su altura 8 centímetros y su longitud 3,6 metros.

Frente a los lomos tienen la ventaja no sólo de facilitar el tránsito de ciclistas y transporte colectivo, sino también de reducir los problemas de drenaje. Por el contrario, tienen la desventaja de no servir para la reducción de la velocidad de ciclomotores y motocicletas.



Dimensiones de las almohadas en la normativa suiza.

a)



b)



Almohadas en a) Bonn y b) Colonia.

Tabla 23. Dimensiones de las almohadas en la normativa suiza.

	Vía distribuidora		Vía local	
	50 km/h	30–40 km/h	50 km/h	30 km/h
Pendiente de la rampa	3–9%	5–9%	5–15%	9–15%
Altura de la meseta (H)	6–10 cm	8–12 cm		
Longitud de la rampa (Lr)	80–200 cm			80–130 cm
Longitud de la meseta (Lm)	3,5–5 m			
Ancho de la meseta (Am)	1,6 m en casos normales con línea de autobuses Am = 1,3 m y Am + 2 Art = 1,7			
Pendiente transversal	10–20%			
Ancho de la rampa transversal (Art)	20–60 cm			
Distancia lateral al borde de la calzada (Da)	80–120 cm	Art + Da ≤ 1,6 m		
Distancia al cruce (Dc)	6 m			
Distancia entre dos almohadas	30–50 m			

### Mesetas o plataformas intermedias

Se suelen diferenciar los lomos de las plataformas o mesetas, aunque estas últimas pueden ser interpretadas como lomos expandidos o prolongados. Su perfil de ataque puede ser también trapezoidal, circular o sinusoidal. Se emplean sobre todo en áreas de coexistencia o en zonas 30 para fragmentar la percepción de la alineación. Son propensas al aparcamiento ilegal lo que conduce en determinados lugares al uso de marmolillos o bolardos de protección.



Meseta en área de coexistencia en Copenhague.

Tabla 24. Valoración general de los dispositivos de amortiguación de la velocidad.

		Lomo	Almohada	Mesetas o plataformas	Zig-zag	Estrechamiento lateral	Isleta central
Vehículos motorizados	Reducción de velocidad	++	++	+	+	+	+
	Homogeneización de las velocidades	+	+	+	+	+	+
	Reducción del número de vehículos	+	+	+	+	+	+
Transporte colectivo	Mantenimiento de la velocidad comercial	-	o	-	-	o	o
	Comodidad de los usuarios	-	o	-	o	o	o
Vehículos de dos ruedas	Mejora de la comodidad en el dispositivo	-	o	o	o	o	o
	Mejora de la seguridad general	+	+	+	+	+	+
Peatones	Incremento de las posibilidades de cruce	++	+	++	+	+	++
	Mejora de las condiciones de seguridad en el cruce de la calzada	++	+	++	o	+	++

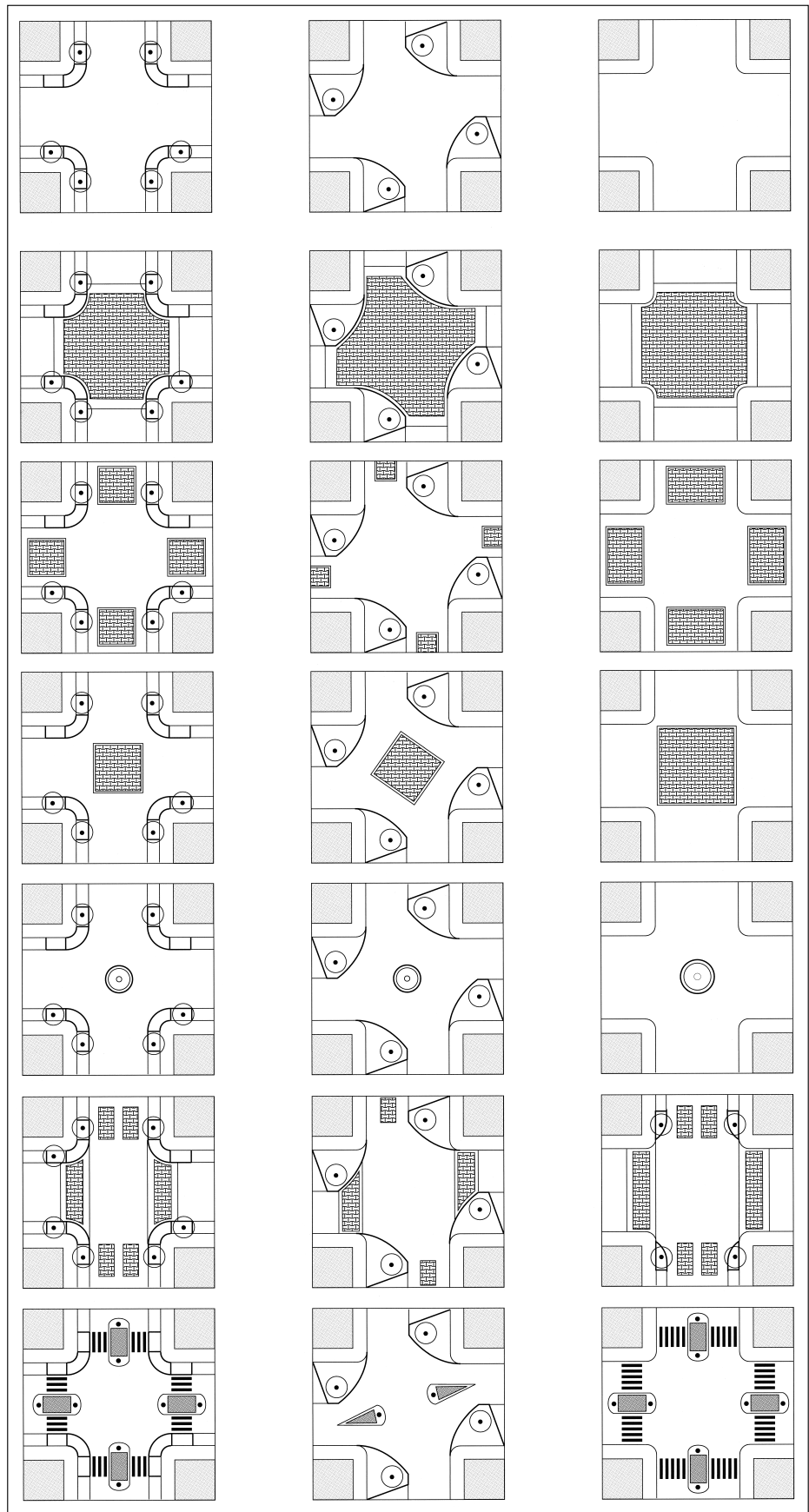
++ muy positiva    + positiva    o neutral    - negativa

### 5.9. TRATAMIENTO DE INTERSECCIONES

La reducción de la velocidad en las intersecciones se puede afrontar desde cuatro grandes enfoques o desde la combinación de varios de ellos:

- dimensionado ajustado del espacio de circulación
- desvío de las trayectorias de los vehículos
- elevación de la rasante en una franja o en la totalidad de la intersección
- cambio de textura y color del pavimento

En la ilustración adjunta se ofrece un catálogo de posibilidades de tratamiento de intersecciones convencionales sin semaforizar.



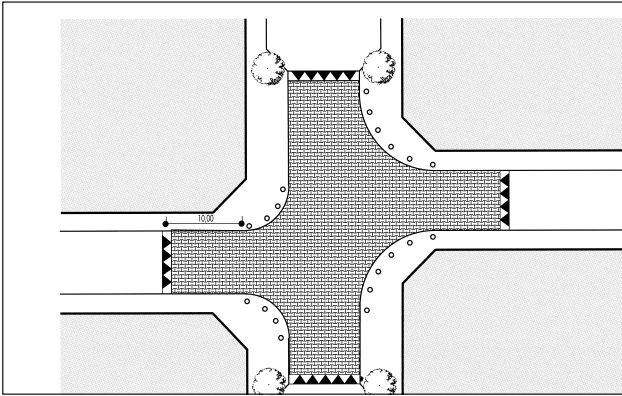
Catálogo de dispositivos reductores de velocidad en intersecciones.

**Mesetas o plataformas en cruces**

La aplicación de este tipo de esquemas es habitual en numerosas

ciudades europeas, sobre todo en calles de la red viaria secundaria. La elevación de la calzada puede ser de unos 10–12 cm. El gradiente de la

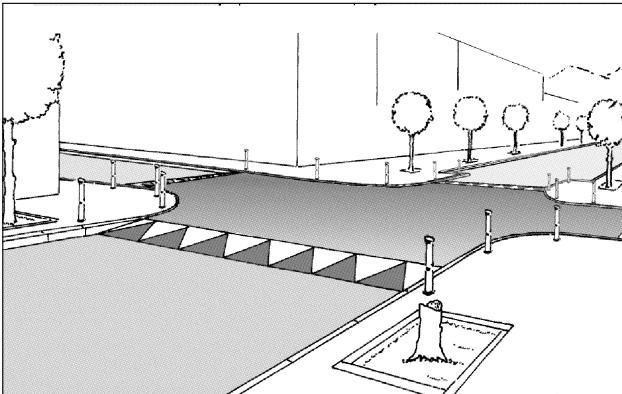
rampa de acceso puede también variar entre 10 y 15% para calles locales y situarse en el 5% para viario de paso.



Planta de meseta.



Meseta circular en intersección en Colonia (Alemania).

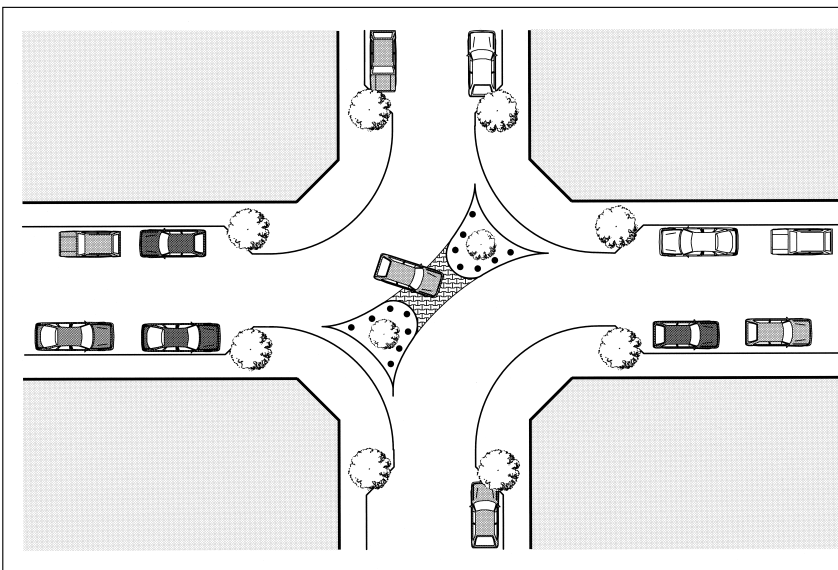


Perspectiva de meseta.



Meseta en intersección en Madrid.

**Estrechamiento diagonal en cruce**

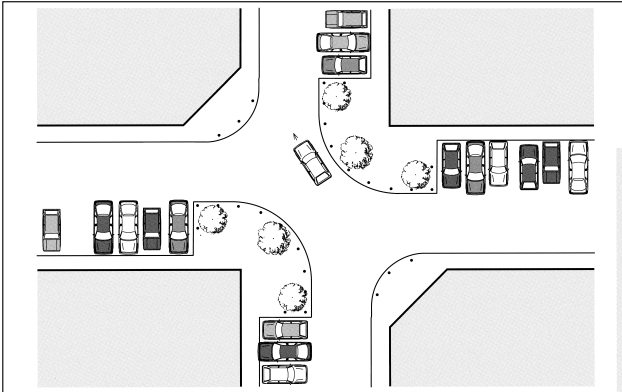


**Diagonal con exención del tráfico ciclista**

Observaciones:  
Si el cierre suministrado por la diagonal debe facilitar el acceso de vehículos de emergencia, el paso para ciclistas ha de situarse en la parte central de la diagonal

Estrechamiento diagonal con paso directo para ciclistas.

**Desvío de la trayectoria en cruce convencional**

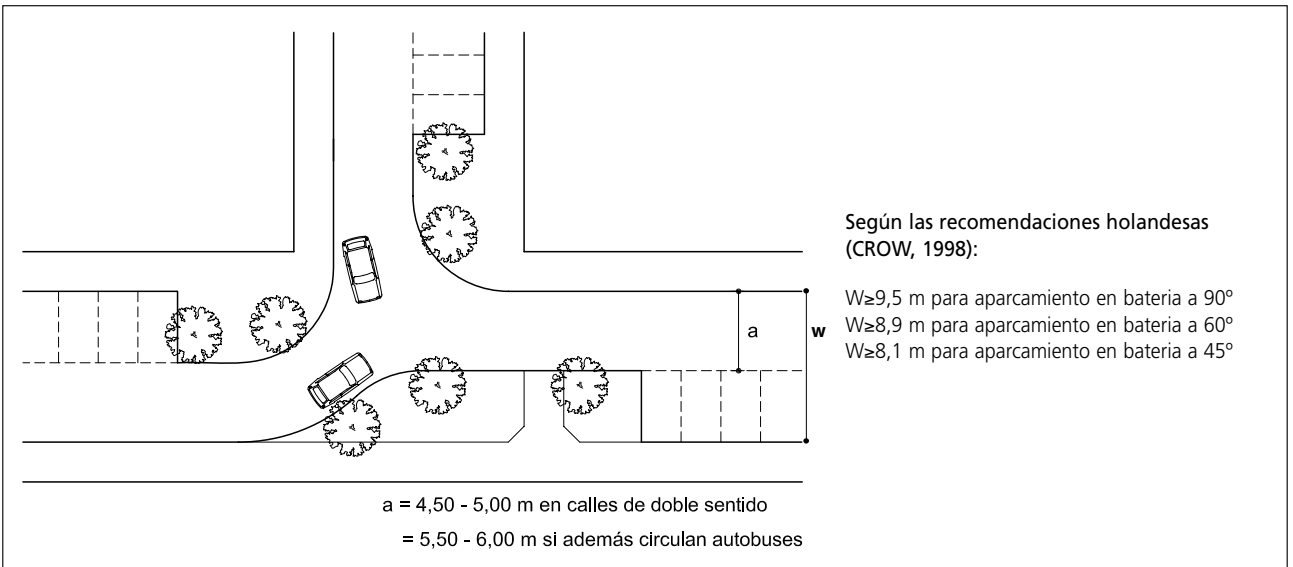


Intersección perpendicular en que las "orejas" opuestas generan el desvío de las trayectorias y, por tanto, la reducción de la velocidad.



Zig-zag en intersección en Østerbro (Copenhague).

**Desvío de la trayectoria en intersección en T**



Planta de un desvío de trayectoria en intersección en T.



Desvío de la trayectoria. Delft (Holanda).



Desvío de trayectoria en intersección en T. Tubinga (Alemania).

**Glorietas**

La creación de glorietas o intersecciones giratorias ha sido una práctica habitual en el Reino Unido durante décadas. Sin embargo, en otros países europeos el uso de este tipo de medidas es mucho más reciente. Su difusión en España data de los años noventa del siglo pasado.

La creación de glorietas urbanas suele justificarse con alguno de los siguientes

objetivos o con la combinación de varios de ellos:

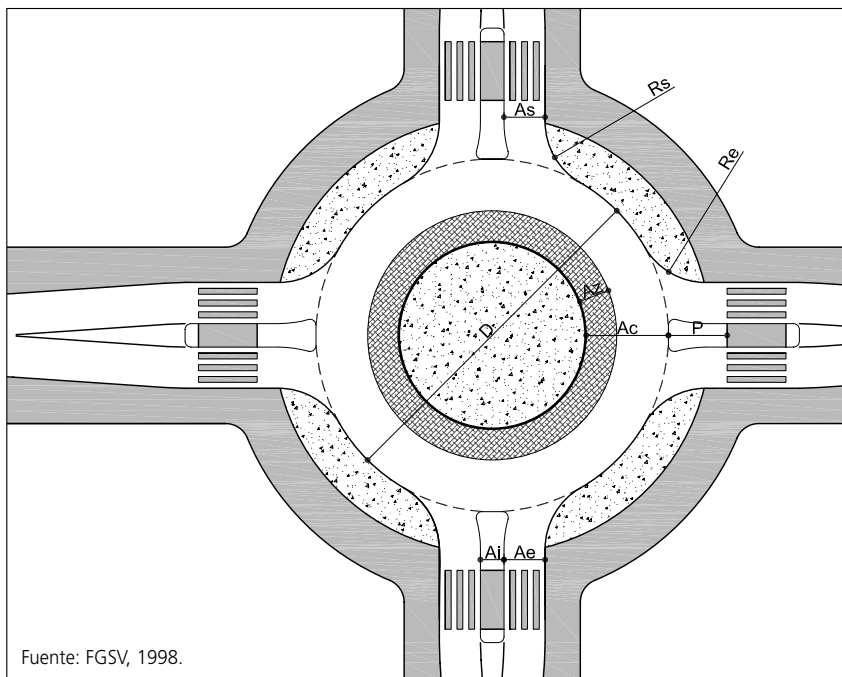
- disminución de los accidentes
- disminución de la velocidad
- disminución de los costes de mantenimiento y vigilancia
- incremento de la capacidad de la intersección
- reducción de los tiempos de espera de los vehículos

- indicación de un cambio en el territorio que atraviesa la vía con la consiguiente modificación del régimen de circulación y de los comportamientos a seguir

Sin embargo, en muchas ocasiones el diseño viario y de la glorieta contribuye a generar velocidades excesivas y, al ocupar una gran superficie, reducen el atractivo de los desplazamientos peatonales.

Los resultados de la instalación de glorietas muestran reducciones muy considerables de la accidentalidad general con respecto a soluciones semaforizadas, aunque no son tan positivos en relación a los peatones, ciclistas y conductores de vehículos de dos rueda motorizados (Schoon y van Minnen, 1994; Federal Highway Administration, 2000).

Las glorietas mejor adaptadas a las necesidades de la circulación motorizada no son una solución ideal para los peatones más desprotegidos o vulnerables, pues la atención de los conductores se concentra en la prevención de interferencias con los flujos de vehículos que le llegan por la izquierda, en detrimento de la atención hacia el cruce por la derecha de peatones. Esto ocurre, sobre todo en glorietas de más de un carril de



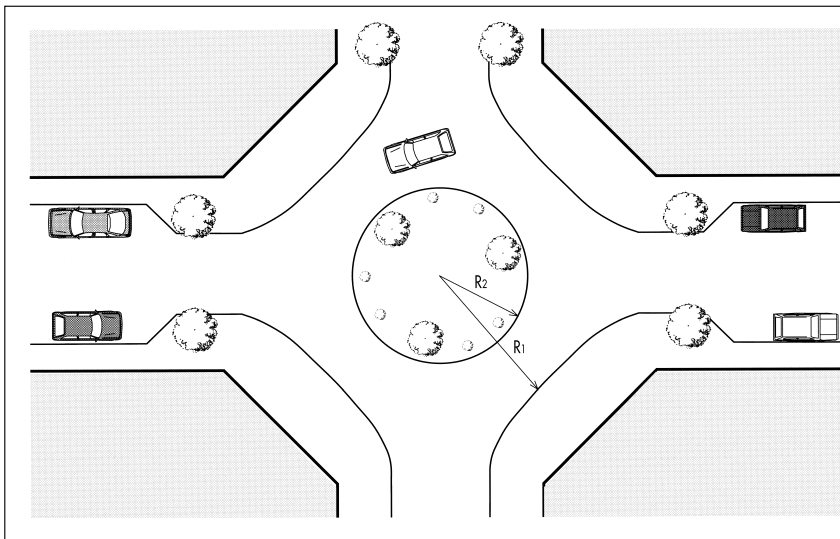
Fuente: FGSV, 1998.

Parámetros para el diseño de glorietas urbanas.

Tabla 25. Dimensiones de glorietas urbanas.

Diámetro exterior (D)		26 – 35 m					
Ancho calzada de la rotonda (Ac)		8,00–6,50 m					
Zona pisable (Az)		2,60–3,20					
Ancho de los carriles de los enlaces	– carril de entrada (Ae)	3,25 – 3,50 m					
	– carril de salida (As)	3,50 – 3,75 m					
Radios	– carril de entrada (Re)	10 – 12 m					
	– carril de salida (Rs)	12 – 14 m					
Ancho mínimo de las isletas (refugios) Ai		≥ 2,00 m					
Retranqueo máximo del paso de peatones (Rp)		4,00–6,00 m					
<b>Relación entre el diámetro de la rotonda (D) y el ancho de la calzada (Ac) en metros</b>							
Diámetro exterior (D)	26	28	30	32	35	40	45
Ancho de la calzada (Ac)	8,00	7,50	7,00	6,75	6,50	6,00	5,75

Fuente: Merkblatt für die Anlage von kleinen Kreisverkehrsplätzen (FGSV, 1998).

**Observaciones:**

Requieren elementos verticales en la isleta central. Cuando el radio interior ( $R_2$ ) es mayor que la mitad de la anchura de la calzada no debe existir visibilidad a través de la isleta central.

Radio exterior ( $R_1$ ): 10 metros

Radio interior ( $R_2$ ): 6 metros

La presencia significativa de autobuses o vehículos pesados puede obligar a reconsiderar las medidas

Glorieta recomendada para áreas 30 en Holanda.

circulación por sentido en las embocaduras.

La capacidad de paso de vehículos de las glorietas se ha mostrado incluso superior a la de las intersecciones semaforizadas y, por tanto, no tienen por qué calmar el tráfico en un sentido integral, planteándose únicamente como una fórmula para amortiguar la velocidad de circulación sin poner en cuestión el volumen de vehículos que acceden a la intersección.

En esta obra interesa sobre todo la idoneidad de las glorietas para controlar la velocidad de circulación y reducir la accidentalidad, favoreciendo el cambio en los comportamientos de los conductores. Esos objetivos se cumplen sobre todo en las modalidades de glorietas más compactas en las que se dimensionan de modo ajustado los carriles de circulación interior y las embocaduras.

En relación a las embocaduras, los dos parámetros de mayor trascendencia para la velocidad son el ángulo de entrada de la vía de acceso y el radio de curvatura del borde de la calzada.

En la tabla e ilustración de la página anterior se señalan los criterios para el diseño de glorietas urbanas que faciliten el control de la velocidad de circulación. Las dimensiones ajustadas de la calzada anular no conllevan dificultades para los autobuses y vehículos pesados si se establecen espacios pisables en la isleta central.

Para zonas 30 las dimensiones pueden ser más ajustadas, sobre todo si el tráfico de pesados y autobuses es reducido, tal y como se recomienda en Holanda y se ilustra a continuación:

### Miniglorietas

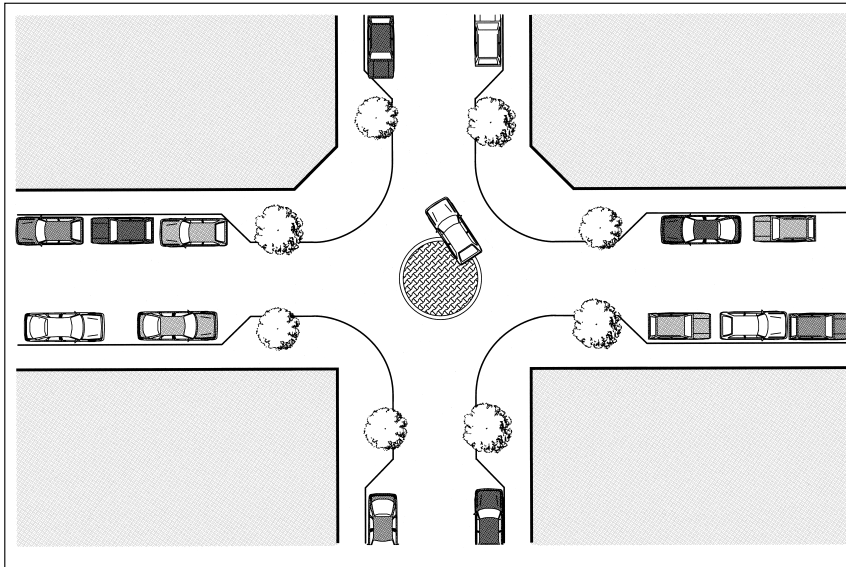
La gran ocupación de suelo que conllevan las glorietas suelen hacerlas poco apropiadas para numerosos espacios urbanos densos y con tráfico peatonal importante. Por ese motivo se ha desarrollado un tipo de glorietas de pequeño tamaño, tanto de la isleta central como de la calzada circular, que también son apropiadas para el calmado del tráfico.

En el Reino Unido, se denominan miniglorietas a las intersecciones giratorias en las que el radio del círculo o isleta central es inferior a 4 metros, mientras que en Alemania se utiliza la palabra "Minikreisverkehr" (miniglorieta) para rotondas de diámetro exterior entre 13 y 22 metros, empleándose el concepto de "Kleine Kreisverkehr" (glorieta pequeña) para rotondas de diámetro exterior entre 26 y 40 metros (FGSV, 2007). En Francia las miniglorietas ("mini-giratoire") son aquellas intersecciones giratorias en las que la dimensión del radio exterior no permite el giro de vehículos pesados sin pisar la isleta central (CERTU, 1994b).

Las miniglorietas contribuyen a la disminución de la velocidad en la medida en que obligan a los usuarios de la vía a modificar su trayectoria y le obligan a permanecer alerta respecto a los comportamientos de los demás vehículos.

Se recomienda su instalación en el acceso a áreas 30 o en vías las que la velocidad de aproximación no sea muy alta.





**Miniglorietas recomendadas para áreas 30**

El ancho de las calzadas de acceso no debe superar los 6,5 metros para doble sentido de circulación.

El diámetro de la isleta central debe ser igual a la anchura de las calzadas de acceso. La altura de la isleta central debe ser de 12 cm.

Las diferencias de color y textura son importantes para dar visibilidad al dispositivo.

Miniglorietas recomendadas para áreas 30.



Miniglorieta pisable en Londres.



Miniglorieta en Valencia.



Miniglorieta en Chambéry (Francia).



Miniglorieta en Ooststellingwerf (Holanda).



## **6 La amortiguación de la velocidad y la movilidad ciclista**

La circulación de bicicletas en el tráfico general contribuye por sí misma a la moderación de la velocidad, modificando el comportamiento de los conductores de vehículos motorizados. Pero, además, puede ser un instrumento de gran utilidad a la hora de plantear cambios en la sección viaria que favorezcan también la amortiguación del tráfico, tal y como se expresa en el recuadro adjunto:

- Cambios en la sección para introducir una vía ciclista mediante:
  - Reducción del número de carriles motorizados
  - Eliminación de un sentido de circulación motorizada
  - Reducción de la anchura de los carriles motorizados
  - Reducción de las franjas de aparcamiento
  - Transformación del aparcamiento en batería a aparcamiento en línea.
  - Transformación de carriles-bus en carriles-bus-bici
- Cambios del entorno viario para el calmado del tráfico que garantice la comodidad y seguridad de los ciclistas

Intervenciones en el viario para facilitar la movilidad ciclista y amortiguar la velocidad del tráfico motorizado.

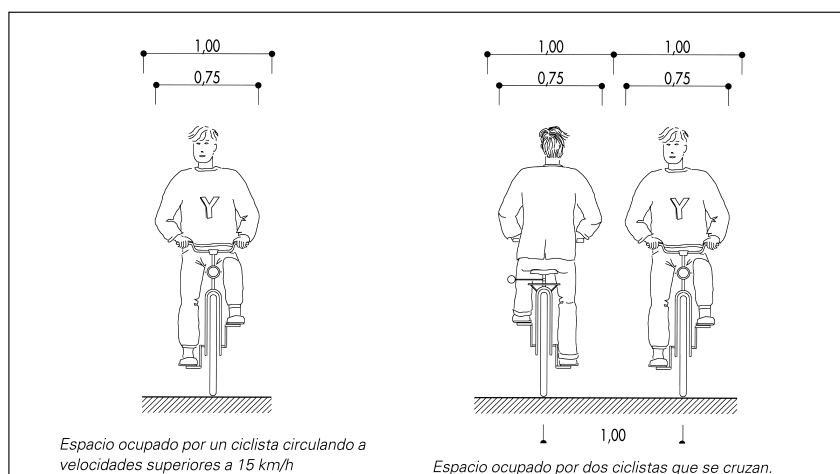
En los siguientes apartados se ofrecen algunos criterios de referencia para orientar las necesidades de los ciclistas en el viario, remitiéndose a publicaciones especializadas para el detalle de la planificación, trazado y diseño de una red de vías ciclistas<sup>72</sup>.

---

(72 Véase al respecto, por ejemplo, las publicaciones "La bicicleta en la ciudad". A. Sanz y otros (Ministerio de Fomento, 1996) y "Manual de las vías ciclistas de Gipuzkoa". A. Sanz y otros (Diputación Foral de Gipuzkoa, 2006).

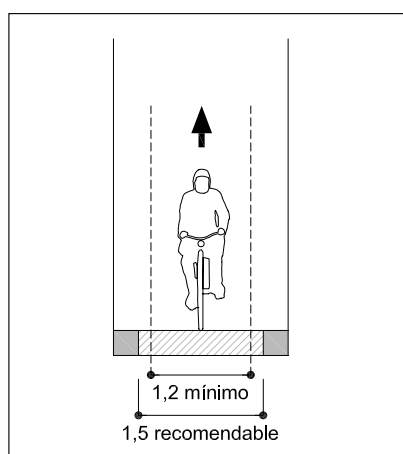
### 6.1. DIMENSIONES DE REFERENCIA PARA LOS CICLISTAS

Las vías ciclistas han de tener unas dimensiones que permitan tanto el tránsito seguro y cómodo de bicicletas como las maniobras de adelantamiento, encuentro, parada, etc. De cara a las primeras fases de la planificación, el trazado y el diseño viario dirigido a la moderación del tráfico, el elemento geométrico principal es la anchura, dimensión para cuyo análisis hace falta en primer lugar considerar los parámetros del conjunto bicicleta-ciclista que se reflejan en la ilustración adjunta.

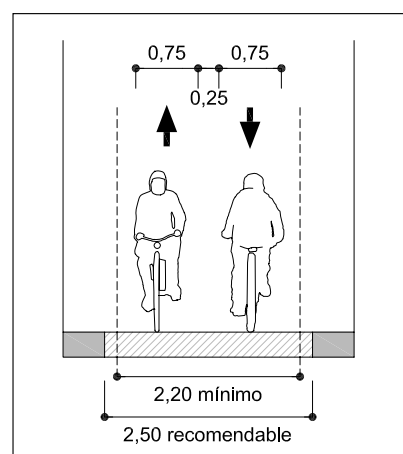


Dimensiones de las vías ciclistas unidireccionales.

En el diseño de vías ciclistas hay que tener en cuenta, además del espacio ocupado por el ciclista en movimiento, los resguardos necesarios para la ejecución de las posibles maniobras que éste pueda realizar tales como movimientos evasivos frente a circunstancias inesperadas, paradas y puestas en marcha. Estos resguardos pueden exigir una anchura de separación respecto a la vía ciclista de 0,30 m para obstáculos laterales discontinuos, 0,40 m para obstáculos continuos, 0,50 m para bandas de circulación motorizada y entre 0,8 y 1 m para bandas de aparcamiento de vehículos, que eviten los accidentes en la apertura de las puertas.



Dimensiones del conjunto bicicleta-ciclista.



Dimensiones de las vías ciclistas bidireccionales.

#### Vías unidireccionales

Las vías de un solo sentido de circulación para bicicletas deben tener 1,50 m de anchura libre, aunque su superficie pavimentada pueda estrictamente ser algo menor (>1,20 m) si se trata de viarios consolidados en los que el espacio disponible escasea. Esa anchura de 1,50 m permite la circulación simultánea de dos bicicletas, aunque tanto la comodidad en la circulación en paralelo como en los adelantamientos se alcanza con una anchura de 2 m.

#### Vías bidireccionales

La sección de una vía para bicicletas con los dos sentidos de circulación debe tener como mínimo 2,20 m de ancho, aunque la comodidad en el cruce de dos ciclistas se obtiene con anchuras superiores a los 2,50 m.

### 6.2. LOS TIPOS PRINCIPALES DE VÍA CICLISTA

Aprovechar las mejoras para la movilidad

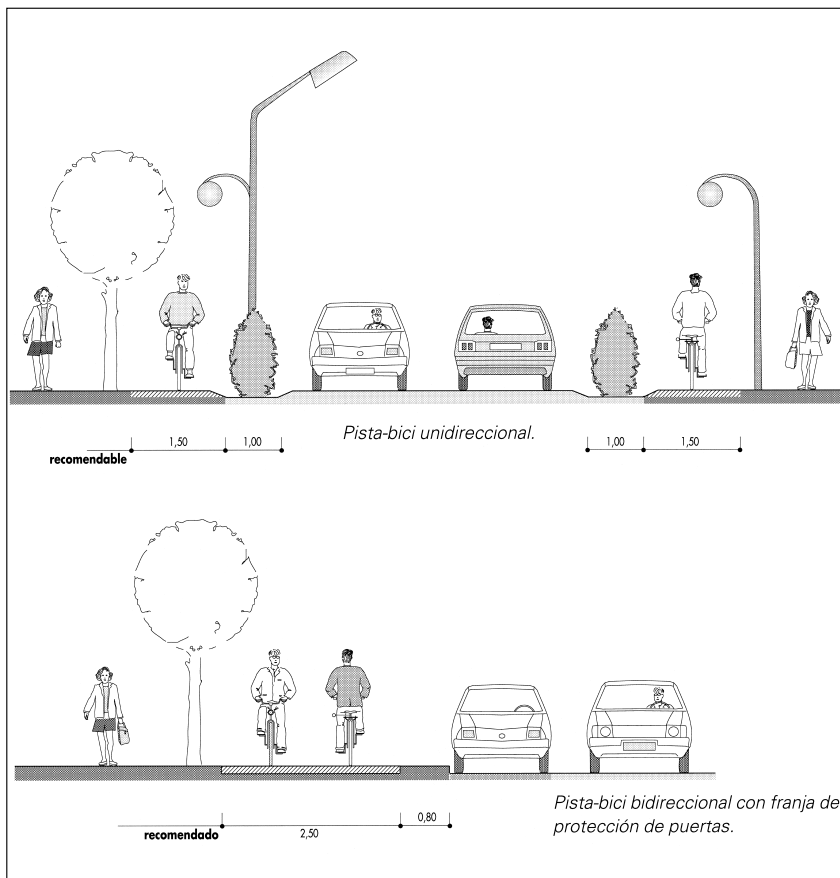
ciclista para calmar el tráfico motorizado requiere una reflexión previa sobre los tipos de vías ciclistas posibles, así como su mayor o menor idoneidad en cada tramo particular del tejido urbano.

La característica principal que define el espacio dedicado a la circulación de los ciclistas es su grado de segregación con el resto de los medios de transporte presentes en la vía de la que forma parte. Desde ese punto de vista, existen los siguientes tipos de vías para bicicletas<sup>73</sup>:

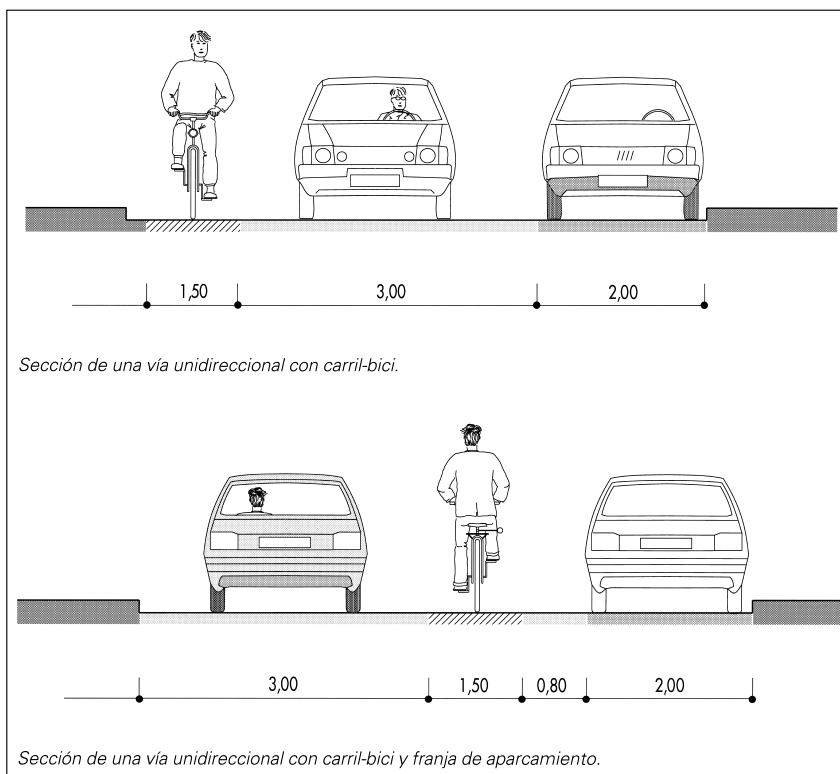
(73) Estas definiciones son equivalentes a las establecidas en la Ley 19/2001 de seguridad vial con pequeñas diferencias de matiz como la consideración de la pista bici como una vía segregada no sólo del tráfico motorizado, sino también de los peatones. Ley 19/2001, de 19 de

diciembre, de reforma del texto articulado de la "Ley sobre Tráfico, Circulación de Vehículos a Motor y Seguridad Vial aprobado por Real Decreto legislativo 339/ 1990 de 2 de marzo" (BOE núm. 304 del Jueves 20 diciembre 2001). El artículo 40 modifica el anexo del texto articulado de la "Ley

sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial", en el que se incorporan las nuevas definiciones de: vía ciclistas, carril bici, carril bici protegido, acera bici, pista bici y senda ciclable.



Pistas bici unidireccional y bidireccional.



Dimensiones de los carriles-bici.

- Pistas-bici, segregadas físicamente del resto de los medios de transporte motorizados y también de los peatones.
- Carriles o arceles bici, forman parte de la calzada en vías destinadas a los vehículos motorizados.
- Aceras-bici o sendas-bici, excluyen el tráfico motorizado.
- Vías mixtas o compartidas con el tráfico motorizado.

### Pistas-bici

Independientes del tráfico peatonal y del rodado. La segregación entre los tres tipos de circulaciones puede tener infinidad de fórmulas y grados. El mobiliario urbano, la vegetación, la pavimentación, el aparcamiento, los bordillos o la diferencia de altura en la banda de circulación pueden servir como elementos segregadores.

### Carril-bici

Forman parte de la calzada y pueden estar protegidos o no. Antes de elegir esta opción se deben considerar las características de la sección y de los tráficos que acoge, con el fin de prever los nuevos comportamientos tanto de los ciclistas como de los conductores de otros vehículos que la vía ciclista propicia. Una sección demasiado amplia puede facilitar velocidades excesivas tanto de los vehículos motorizados como de los ciclistas, mientras que secciones demasiado ajustadas pueden conducir a maniobras arriesgadas bajo el supuesto de que cada uno tiene su dominio propio y libre de interferencias.

En el caso de que el carril-bici transcurra junto a cunetas o bordillos, la dimensión mínima se refiere a la franja útil para la circulación de bicicletas, sin contar por tanto la sección no transitable –con resaltes, rejillas o mal pavimentada– que suele quedar en los bordes de las calzadas.

### Aceras-bici

Vías ciclistas yuxtapuestas o superpuestas al espacio de circulación peatonal, no deben realizarse en general a expensas del espacio de los viandantes, sino como complemento añadido a éste en el proyecto. El agravio comparativo respecto al tránsito peatonal suele generar irrupciones cruzadas, incidentes y mal funcionamiento de la infraestructura.

Se recomienda emplear este tipo de sección únicamente cuando las aceras tengan una anchura suficiente para albergar una banda de circulación peatonal libre de obstáculos de 3 metros, además de la vía ciclista. Esos criterios son por tanto válidos para plataformas de acera superiores a los 5 metros, sin contar las franjas de arbolado y mobiliario urbano o las de separación de calzada y fachada.

### Sendas-bici

Transcurren por espacios no urbanizados o parques. Muchas veces se trata de una amplia gama de caminos peatonales aprovechados por ciclistas en las que la separación entre ambos puede ser estricta, nula o basada en señalización horizontal y vertical.

La intensidad del tráfico peatonal y ciclista y la velocidad previsible de éste son los factores principales a considerar para la selección eventual de las distintas opciones de segregación.

### 6.3. LA BICICLETA EN LAS VÍAS DE TRÁFICO MOTORIZADO

La integración de la bicicleta en el tráfico general, siempre que se den combinaciones adecuadas de velocidad e intensidad de los vehículos motorizados, contribuye directamente a la pacificación del tráfico y da flexibilidad y rapidez a la movilidad ciclista. La integración de las bicicletas es idónea en las calles, vías o áreas de coexistencia de tráficos, así como en las "áreas 30".



Pista bici.



Carril-bici convencional en Lyon (Francia).



Carril bici a contramano.

En estos casos, el ciclista se integra en la circulación de un modo más o menos cómodo y seguro en función de las dimensiones de la sección y de otras facetas del diseño viario, las cuales determinan la percepción de la vía por parte de todos los usuarios. Uno de los elementos a considerar es el adelantamiento de las bicicletas por parte de los vehículos motorizados. Si la sección es muy ajustada el adelantamiento se hace imposible y, por tanto, las velocidades de circulación motorizada se han de acompasar al pedaleo.

Por el contrario, las secciones amplias facilitan el adelantamiento, pero pueden conducir a velocidades excesivas contrarias a la seguridad y comodidad de los ciclistas. Y son propicias al aparcamiento ilegal.

Son, sin embargo, las secciones intermedias, ni muy ajustadas ni muy amplias, las que pueden generar una mayor confusión y consiguiente riesgo de uso, incitando los adelantamientos de ciclistas en condiciones inapropiadas. Cuando la vía es de un único sentido de circulación, es posible establecer una calzada muy ajustada de entre 2,25 y 2,60 m (si hay paso de camiones de basura o vehículos pesados), que impide el adelantamiento de los ciclistas. Por encima de los 3 metros y con menos de 4 m hay peligro de adelantamientos arriesgados de automóviles a bicicletas. Los tramos han de tener una longitud moderada para que los retrasos máximos no sean excesivos; por ejemplo, para recorrer un trayecto de 250 m la diferencia de un ciclista a 15 km/h y un automóvil a 30 km/h es de medio minuto.

La sección mínima sólo puede aplicarse donde existan vías alternativas para los vehículos pesados (autobuses, camiones de basura y bomberos).

Cuando la vía es de doble sentido de circulación, para velocidades máximas de 30 km/h la anchura de calzada puede ser de 4,00–4,30 m, siempre también que el tramo sea corto y no exista un importante tráfico de vehículos pesados en ambas direcciones, en cuyo caso la anchura de la calzada debe incrementarse (véase la tabla correspondiente en el capítulo dedicado al ajuste de carriles). Calzadas superiores a 6 metros e inferiores a 8 incitan maniobras de adelantamiento arriesgadas de los automóviles sobre los ciclistas. Se recomienda que esta sección se acompañe de medidas complementarias de amortiguación de la velocidad de los vehículos.

Las opciones de combinación de las bicicletas y el tráfico motorizado se completan con la circulación a contracorriente, modalidad que se está extendiendo en numerosos países europeos. Su propósito es facilitar los recorridos de los ciclistas, evitándoles rodeos o tramos incómodos o inseguros. La supuesta inseguridad de la fórmula es desmentida por la amplia

experiencia existente en dichos países.

De hecho, hay ya numerosas normativas de seguridad vial que las incluyen y diversas recomendaciones técnicas para la implantación de esta regulación, destacando las recientemente aplicadas en Bélgica, en la que incluso se hace obligatoria en determinadas circunstancias de anchura de los carriles, en la medida en que se estima que contribuye a mejorar la seguridad vial general.

En estas vías de "sentido único limitado" los ciclistas pueden circular a contracorriente salvo que circunstancias locales especiales de seguridad indiquen lo contrario.

Para proteger al ciclista en las intersecciones se puede implantar elementos constructivos de segregación de los flujos de bicicletas respecto a los vehículos en los inicios del tramo a contracorriente.

En Holanda se recomiendan diferentes anchuras de la calzada para la circulación ciclista a contracorriente en función del tipo de vehículos que

Tabla 26. Normas de aplicación de los sentidos únicos limitados en vías de velocidad <50 km/h en Bélgica<sup>74</sup>.

Anchura disponible de calzada (circulación ciclista a contramano)			
< 2,6 m	2,6-3,0 m	3,0-3,5 m	> 3,5 m
prohibido	autorizado	obligatorio	obligatorio

Tabla 27. Ancho de la calzada recomendado para circulación ciclista a contracorriente en Holanda.

		Intensidad del tráfico	
		moderada	reducida
Vehículo de referencia	automóvil	≥4,5 (3,5 mínimo estricto)	≥4,25 (3,25 mínimo estricto)
	autobús	≥5,0 (4,5 mínimo estricto)	≥4,25 (3,25 mínimo estricto)

Fuente: ASVV, 1998.

(74) Véase al respecto "SUL. Sens uniques limités. pour une introduction généralisée, en toute sécurité, des sens uniques limités», y « Marquage et signalisation dans les contresens cyclables ».

Recommandations pour l'aménagement des sens uniques limités en Région de Bruxelles-Capitale. Institut Belge pour le Sécurité Routière. Bruselas, 2004 y 2006 respectivamente.





Intersección de calle con tramo de carril bici a contramano.



Calle de sentido único con circulación ciclista a contramano.

van a utilizar la vía, y se aconseja también que se establezca una franja o carril bici para el sentido a contramano.

#### 6.4. LOS CICLISTAS Y LOS AMORTIGUADORES DE VELOCIDAD

Cuando las calles cuentan con dispositivos de amortiguación de la velocidad, se recomienda aplicar una serie de criterios precautorios para reducir las molestias y los riesgos para los ciclistas:

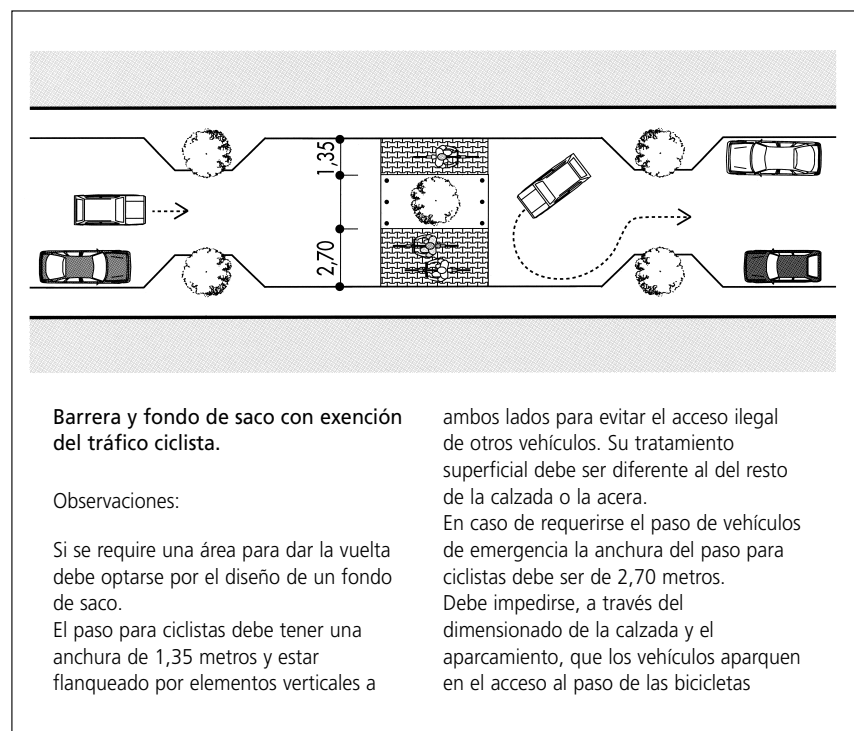
- Instalar donde sea posible una variante que permita superar el dispositivo (zig-zag, lomo, estrechamiento) sin que el ciclista pase por él. La anchura de estas variantes será como mínimo de 0,7 m.
- Clarificar las prioridades y el modo en que los ciclistas y automovilistas deben atravesar los dispositivos reductores.
- Asegurar que los materiales empleados en los dispositivos no tienen propiedades deslizantes ni son tan irregulares que provoquen la desestabilización de los ciclistas.
- Establecer, en los dispositivos que incluyen rampas, transiciones suaves con gradientes no superiores

a 1:6 (16%) en los segmentos utilizados por los ciclistas.

En el caso de instalar lomos en itinerarios ciclistas, el Manual holandés de áreas 30 recomienda la forma sinusoidal por ser la que mejor se adapta a la circulación de bicicletas.

Las rotondas pensadas para la amortiguación de la velocidad del

tráfico presentan un perfil complejo en relación a la comodidad y seguridad de los ciclistas. La seguridad se ve comprometida sobre todo allí donde la velocidad de los vehículos motorizados no está suficientemente amortiguada, mientras que la comodidad se pone en cuestión si se obliga al ciclista a detenciones y a ceder el paso en situaciones en las que no sería necesario discriminar a la bicicleta.



Barrera y fondo de saco con exención del tráfico ciclista.



## **7 La amortiguación de la velocidad y el transporte colectivo**

La preocupación por el transporte colectivo o los vehículos de emergencia en relación a las áreas de tráfico calmado puede convertirse en una excusa para no desarrollar medidas de control de las velocidades excesivas.

Sin embargo, las diferencias de tiempo en el paso de vehículos entre un área convencional (50 km/h) y un área 30 son muy reducidas. Se estima que un vehículo de emergencias necesita 11 segundos más en un área 30 de 0,25 km<sup>2</sup> de superficie y 31 segundos más en una de 2 km<sup>2</sup>; por su parte, un autobús necesita un minuto más en un área de 0,7 km<sup>2</sup> (SWOV, 2004).

### 7.1. DIMENSIONES DE REFERENCIA PARA EL TRANSPORTE COLECTIVO

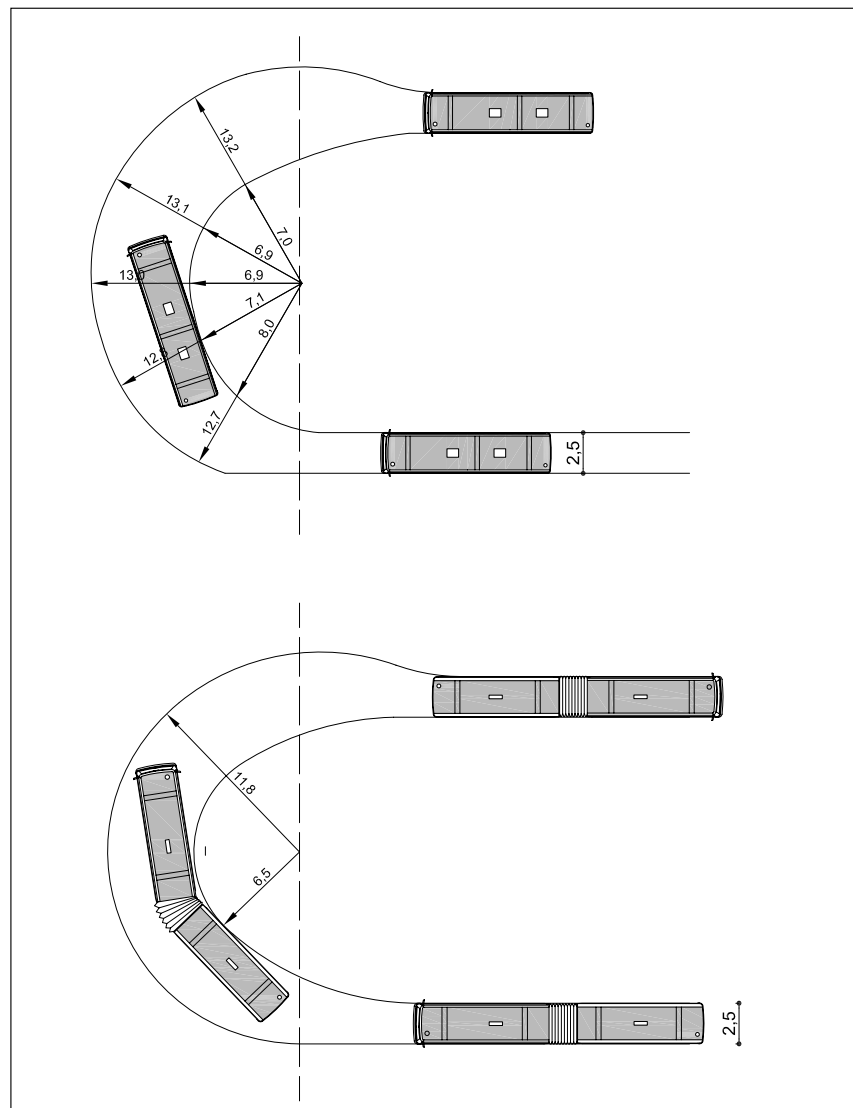
El ámbito de los autobuses se puede agrupar en cuatro grandes categorías con diferentes dimensiones y capacidades que es útil tener en cuenta a la hora de los proyectos viarios.

Aunque se ha incluido al autobús en la descripción de las dimensiones básicas de los vehículos para el ajuste de las calzadas (véase capítulo 5.4), es conveniente recordar aquí los radios de giro de los autobuses estandar y de los articulados.

Las características de diseño de los autobuses en cuanto a su capacidad de giro varían según el modelo y el fabricante, pero se mueven todos en un mismo orden de magnitud que hay que tener en cuenta a la hora de diseñar los radios de giro de las calles y las rotondas.

Los autobuses estándar de 12 metros de longitud exigen unos 7-8 metros de radio interior y unos 12-13 metros de radio exterior (sobrecancho de 2,5 m para el carril de 3,5 m) para realizar un giro de 90°, mientras que para realizar giros de 180° esa cifra debe incrementarse en alrededor de 0,5 m. Los autobuses articulados, al ajustar mejor el giro de sus dos cuerpos, tienen exigencias algo inferiores a los convencionales a pesar de tener una mayor longitud (18 m).

Para contar con una cierta flexibilidad a la hora de introducir diferentes modelos de autobuses en un viario



Giro de autobuses convencionales y articulados.

determinado, las rotondas de las calles por las que pasen líneas de autobuses deben tener un anillo central de no

menos de 6 m de radio interior y 13 m de radio exterior (Zamorano, Bigas y Sastre, 2004).

Tabla 28. Dimensiones y capacidad de los autobuses.

	Longitud del vehículo (m)	Anchura del vehículo (m)	Plazas sentadas	Plazas totales
<b>Microbús</b>	7-8	2,0-2,2	10-15	20-40
<b>Midibús</b>	8-11	2,4-2,5	15-20	40-60
<b>Bus estándar</b>	12-15	2,5-2,6	30-45	70-90
<b>Bus articulado</b>	18-20	2,5-2,6	40-60	100-150

Fuente: Zamorano, C. , Bigas, J. y Sastre, J. (2004).

## 7.2. ESPACIOS COMPARTIDOS POR PEATONES Y TRANSPORTE COLECTIVO

El paso de autobuses y tranvías por calles peatonales es frecuente en numerosas ciudades europeas, demostrando la experiencia que pueden convivir si circulan a velocidades moderadas.

Una experiencia práctica interesante a

este respecto es el uso de limitadores de velocidad en los autobuses que acceden a la zona peatonal de Groningen (Holanda). Cuando llegan a su entrada los autobuses reciben una señal que activan el limitador de velocidad establecido en 15 km/h y cuando terminan el recorrido reciben una segunda señal que vuelve a permitir el régimen normal de circulación (VSS, 2000, p. 254).



Calle peatonal con circulación de autobuses en Newcastle (Reino Unido).



Calle peatonal con tranvía y bicis. Ámsterdam.

## 7.3. CALLES Y CARRILES RESERVADOS AL TRANSPORTE COLECTIVO

Las vías o carriles reservados para el transporte colectivo facilitan la implantación de esquemas de calmado del tráfico, aunque también pueden contribuir a la pérdida de permeabilidad del cruce peatonal.

Las plataformas de tranvía y los carriles reservados para el autobús exigen anchuras significativas de las vías, tal y como se puede observar en las tablas adjuntas, que pueden ser obtenidas de carriles convencionales del tráfico motorizado.

Hay que recordar, en cualquier caso, que la segregación de un carril o plataforma para el transporte colectivo no es la única fórmula para mejorar su régimen circulatorio, existiendo también la posibilidad de segregar solamente los tramos próximos a la intersección o las paradas; establecer dispositivos para que los autobuses adelanten al resto de los vehículos en determinados cruces; o fijar ciclos semafóricos que faciliten automáticamente el paso del transporte colectivo conforme se aproxima a la intersección.

## 7.4. PARADAS DEL TRANSPORTE COLECTIVO Y CALMADO DEL TRÁFICO

En la ingeniería de tráfico convencional el objetivo de maximizar los flujos de vehículos se traduce en el diseño de paradas de los autobuses fuera de los carriles de circulación general. De esa manera se evita la interrupción del paso de los demás vehículos, aunque sea a costa de incorporaciones más lentas y costosas de los autobuses al flujo general una vez realizadas las operaciones de bajada y subida de viajeros.

Sin embargo, las paradas del transporte colectivo y, en particular, de los autobuses son una oportunidad para el calmado del tráfico en la medida en que

Tabla 29. Dimensiones de los carriles reservados al autobús.

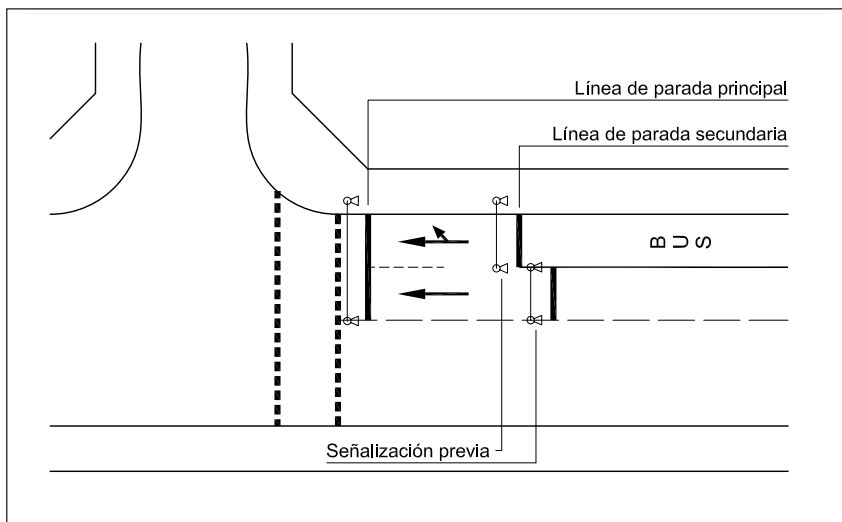
Anchura de los carriles	Disposición de la vía
6-6,50 + 6 m en paradas	Plataforma central con andenes laterales
(3,5-4,0) x 2	Carriles laterales con protección (bordillo o aleta)
(3,0-3,5) x 2	Carriles laterales señalizados

Fuente: Zamorano, C. , Bigas, J. y Sastre, J. (2004).

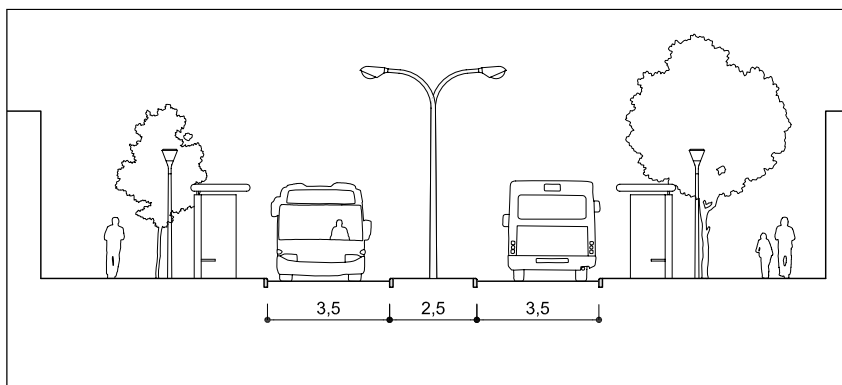
Tabla 30. Dimensiones de las plataformas de tranvía.

Anchura de la plataforma (m)	Disposición en la vía
12,5 (7 en tramos sin parada)	Plataforma central con andenes laterales en paradas
10,5 (7 en tramos sin parada)	Plataforma central con andenes centrales en paradas
9,5	Plataforma junto a la acera y andenes laterales para un sentido
3,5	Plataforma junto a la acera para vía única

Fuente: Zamorano, C. , Bigas, J. y Sastre, J. (2004).



Plataforma avanzada de autobús en cruce semaforizado. Facilita los giros del autobús y su avance respecto al tráfico general.



Paradas de autobús protegidas.

pueden contribuir a generar un flujo circulatorio que siga la lógica del servicio público, es decir, que se acompañe a sus detenciones y velocidades.

En el caso de vías con más de un carril de circulación, las paradas se realizan sobre el carril derecho, mientras que en vías con un solo carril se suprime la posibilidad de adelantamiento por parte de resto de los vehículos, tal y como se puede observar en la ilustración y la fotografía adjuntas.

La longitud de las dársenas de autobuses o tranvías debe ser como mínimo la de los vehículos que las utilizan. En el caso de los autobuses el dimensionamiento tiene que ser generoso para admitir, en su caso, la parada simultánea de dos vehículos o para facilitar la maniobra de aproximación que permita el despliegue de la rampa para sillas de ruedas y carritos de niño. Para autobuses convencionales esa longitud tiene que ser, por tanto, superior a 12 m (>24 m para paradas dobles) y para autobuses articulados superior a 18 m.

En la ciudad de Donostia-San Sebastián, por ejemplo, se emplean las siguientes dimensiones:

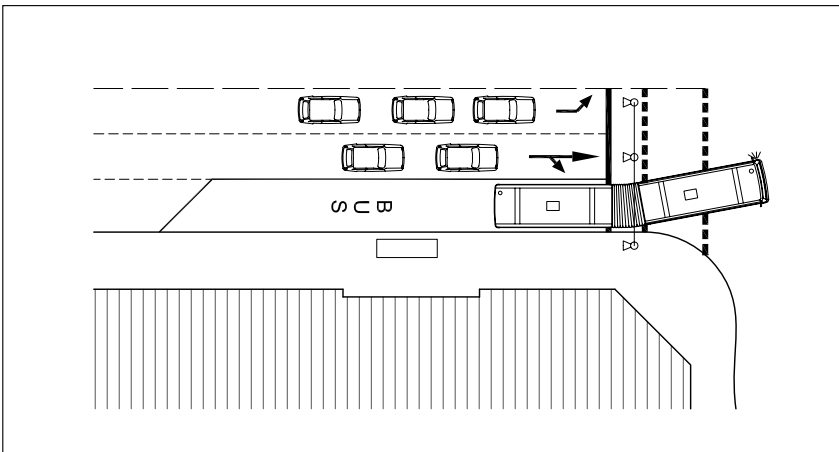
- Parada de autobús de 12 metros de una sola línea: 5m + 15m + 5m.
- Parada de autobús de 12 metros de varias líneas: 5m + 27-30m + 5m.
- Parada de autobús de 18 metros de una sola línea: 5m + 25m + 5m.

La inclinación de la entrada y salida del apartadero puede estar en torno a 45°).

En áreas de coexistencia en las que se ha suprimido la diferenciación de altura entre acera y calzada los autobuses no pueden emplear adecuadamente sus mecanismos convencionales de accesibilidad ("arrodillamiento" y despliegue de la rampa de sillas de rueda), pues están



Vía con parada de bus protegida. Tübinga (Alemania).



Parada e intersección diseñada para dar prioridad al autobús.



Parada de autobús en calle sin diferenciación de altura acera-calzada. Tübinga (Alemania).

pensados para paradas con bordillo. Por ese motivo, en este tipo de situaciones es conveniente implantar un cambio localizado del perfil de la calle, tal y como se puede observar en la fotografía adjunta.

### 7.5. AMORTIGUADORES DE LA VELOCIDAD Y TRANSPORTE COLECTIVO

El diseño de determinados reductores de velocidad puede afectar a los servicios de transporte colectivo. Por ese motivo es necesario considerar en cada caso la idoneidad de su utilización en las calles por las que transcurren líneas de autobuses u otros sistemas de transporte colectivo, buscando alternativas de diseño o reductores de velocidad más apropiados.

La experiencia ha mostrado que algunos tipos de perfiles de lomos trapezoidales no generan problemas en los bajos de los autobuses y representan un compromiso aceptable entre reducción de la velocidad y comodidad de los usuarios. Este es el caso de los lomos trapezoidales con altura inferior a 10 cm, gradiente de las rampas de ataque y salida de 1:15 (66 milésimas) y una longitud de 6 metros (Webster, 1992). Sin embargo, las recomendaciones de diseño danesas sugieren que los autobuses pueden pasar algo más rápido los lomos circulares que los trapezoidales (Vejdirektorat, 1991).

Como referencia cabe recordar que la longitud entre ejes de un autobús estándar es de aproximadamente 6 metros, de manera que si se quiere que las cuatro ruedas del vehículo estén afectadas por el lomo o reductor simultáneamente la longitud de éste debe ser como mínimo de 7 metros (recomendado de 10 m).

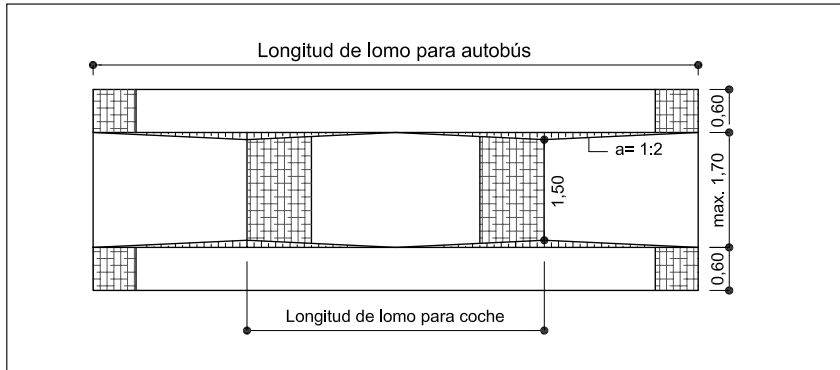
En Dinamarca se ha experimentado con lomos combinados para frenar diferencialmente a los distintos vehículos en los que se establecen dos caminos de rodadura: uno para autobuses, de perfil más



Tabla 31. Autobuses y lomos trapezoidales en Dinamarca.

Velocidad de diseño o deseable	20 km/h	30 km/h	50 km/h	
Velocidad de paso del autobús	–	10 km/h	30 km/h	40 km/h
h: altura	10 cm	10 cm	10 cm	10 cm
Lr: longitud de la rampa	0,7 m	1,0 m	2,5 m	4,0 m
Gradiente de la rampa	14%	10%	4%	2,5%
Ld: longitud del desarrollo	4 m	4 m	4 m	4 m

Fuente: Vejdirectoratet, 1991.



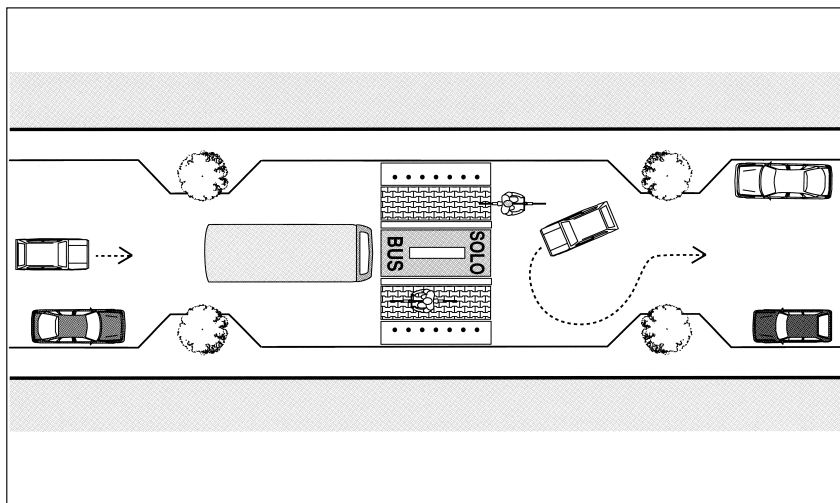
Dimensiones de los lomos combinados bus-automóvil.

suave, y otro para los automóviles, de perfil más abrupto.

La diferencia de altura entre el lomo para autobuses y el lomo para automóviles se debe salvar mediante una pendiente de gradiente 1:2.

En Colonia la anchura de las almohadas es diferente en función de la presencia o no de autobuses de línea: 1,9 metros (incluyendo 30 centímetros de rampa en cada lateral) para calles con autobuses y 2,2 metros en calles sin autobuses, siendo su altura 8 centímetros y su longitud 3,6 metros.

Es importante en cualquier caso tener como referencia la distancia entre las ruedas de los modelos más utilizados de autobuses en cada ciudad.



**Barrera con exención del tráfico ciclista y de los autobuses.**

Observaciones:

- Anchura de la calzada: 2,75 m.
- Anchura del paso ciclista: 1,35 m.
- Anchura de las isletas separadoras: > 1,00 m.
- Longitud de las isletas separadoras: 5,00 a 10,00 m.
- Anchura de la vaguada pro-autobús: 1,30 m.
- Profundidad de la vaguada pro-autobús: 0,30 m.
- Anchura de las franjas de rodadura para el autobús: 0,72 m.

La vaguada pro-autobuses puede ser sustituida por "almohadas" pro-autobuses.

El dispositivo debe ser bastante conspicuo y disponer de suficiente señalización.

El tratamiento del espacio reservado a ciclistas y autobuses debe ser diferenciador del espacio de circulación general.

Hace falta cuidar los accesos a los pasos de ciclistas y autobuses con el fin de que no aparcen ilegalmente vehículos que puedan interrumpirlos.

Barrera con exención del tráfico ciclista y de los autobuses.



Almohada en itinerario de autobús. Malmö (Suecia).



Glorieta con espacio montable para autobuses y vehículos pesados. Lund (Suecia).



## **PARTE III. LOS PROCEDIMIENTOS**

Buena carga de razón tenía Michael Varming cuando afirmó en el congreso “Vivir y circular” celebrado en París en 1990 (Varming, 1990) que los conocimientos técnicos para conjugar esos dos verbos existían y que lo único que faltaba para conjugarlos era decisión política. Los capítulos anteriores son una muestra de esos conocimientos realmente existentes.

Pero a los políticos y muchas veces a los propios técnicos les suele hacer falta mayores garantías que las meramente técnicas; para estimular su disposición y su capacidad de decidir en esta senda de la moderación del tráfico es conveniente engrasar las ruedas de los procesos de implantación racionalizándolos.

Para ello se ofrecen aquí sugerencias en relación a una serie de aspectos que acompañan necesariamente a la moderación del tráfico: la normativa, la señalización, la preparación y el seguimiento de las actuaciones. Para que fuera más completo el panorama haría también falta adentrarse en los mecanismos para gestionar la moderación del tráfico en cuanto a instrumentos de penalización de las infracciones, pero esa faceta excede el propósito de este trabajo.

## 8 Planificación



### 8.1. EL CONTEXTO DE LA PLANIFICACIÓN DE LA MOVILIDAD

La idea y la práctica de la moderación de tráfico se ha abierto paso en todos los países europeos gracias a diversas líneas de transformación del enfoque de la movilidad entre las que destaca la que se traduce en nuevas normativas sobre la manera de construir el espacio público.

En el contexto jurídico y administrativo español, esta innovación dirigida a la introducción de la moderación del tráfico ha de nacer necesariamente en varios campos normativos complementarios que inciden en diverso grado en la regulación de la circulación y de los usos de las calles.

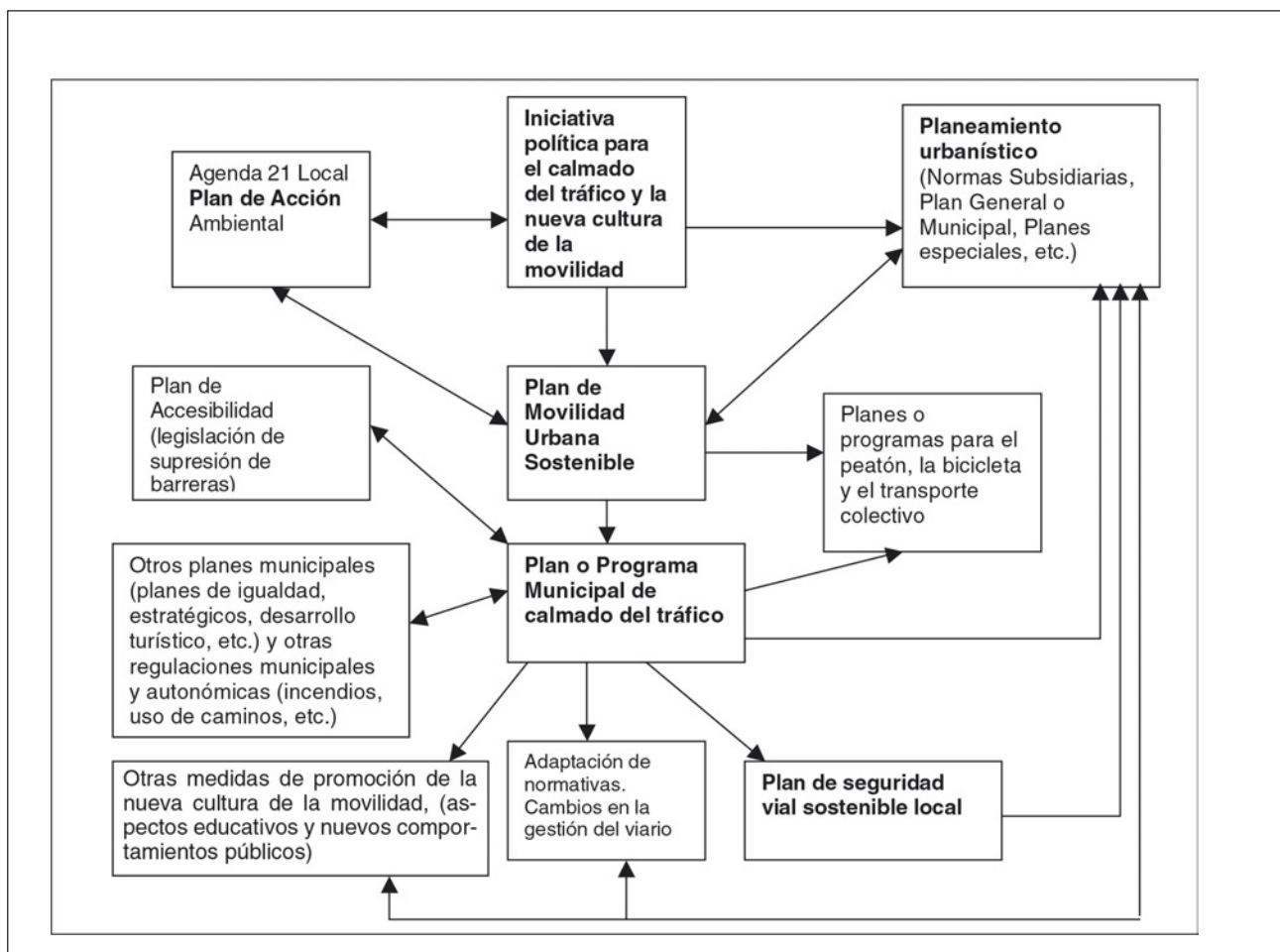
Obviamente, el primer campo de referencia es el urbanístico, que

configura el modelo de ciudad y el modelo de transporte de una manera determinante. Como luego se mencionará, las posibilidades de intervenir desde la planificación urbana a favor de la moderación del tráfico son amplias a pesar de que sus raíces en materia de movilidad poco tienen que ver con las necesidades de los peatones, los ciclistas o el transporte colectivo. Ello no quita para que también haya enormes oportunidades de cambios futuros en la legislación urbanística que refuercen el nuevo enfoque de la movilidad.

Un segundo campo de referencia es el específico de las normativas de circulación. Tradicionalmente la orientación de la legislación sobre tráfico y seguridad vial se ha volcado

hacia el ámbito de la carretera y de los vehículos motorizados, en especial los automóviles, quedando el ámbito urbano, los peatones, los ciclistas y el transporte colectivo como elementos secundarios del marco normativo. En este caso, aunque las oportunidades de aprovechar lo existente no son triviales, el esfuerzo de modernización parece de mayor envergadura y corresponde sobre todo al ámbito estatal.

Pero, además, en los últimos años, al menos otros dos campos de acción y normativos están alcanzando una importancia considerable en la configuración del modelo de ciudad y del modelo de movilidad urbana. Uno es el de la legislación ambiental y los procesos de introducción de las



Calmar el tráfico y planificación municipal.

variables ambientales en el debate urbano, los cuales tienen como estandarte más claro las agendas 21 locales, que están generando en numerosos municipios propuestas perfectamente alineadas con el calmado del tráfico.

El otro campo que está transformando, quizás de un modo relativamente silencioso pero eficaz, el modo de hacer ciudad, es el de la legislación denominada de "accesibilidad y supresión de barreras arquitectónicas", cuya aplicación y desarrollo está en el origen de numerosos cambios en el paisaje urbano que cada vez parecen más "naturales" o "lógicos". De hecho, la regulación autonómica de la accesibilidad es una referencia reiterada a lo largo de todo el texto precedente, lo que prueba su importancia para el objetivo de la moderación del tráfico.

## 8.2. LA PLANIFICACIÓN URBANÍSTICA

La planificación urbanística, en la medida en que determina la ordenación y características de los usos del suelo, es la clave en la configuración de la demanda de movilidad y, por tanto, de un modo indirecto, es capaz de orientar o desviar el modelo urbano y de movilidad hacia pautas más o menos sostenibles. Criterios como el de la densidad o la mezcla de usos, señalados en el primer capítulo de esta obra, pueden servir de cimiento a la moderación del tráfico.

Pero, además, la planificación urbanística se traduce en normativas que establecen las determinaciones de la vialidad peatonal, de la pacificación del tráfico y de las medidas de promoción de la bicicleta y el transporte colectivo. Esas determinaciones pueden particularizarse en la ordenación urbanística por dos vías principales: su consideración en el planeamiento general y su tratamiento específico en un planeamiento especial.

En efecto, los Planes Urbanísticos de ámbito municipal que, con diferentes denominaciones y alcances, están desarrollados en las normativas del suelo de las diferentes autonomías pueden contemplar al peatón y a la bicicleta con el mismo nivel de estudio y detalle que los demás medios de transporte. Y lo mismo ocurre con las figuras que desarrollan dichos planes municipales, como son los Planes Parciales, los Planes de Actuación Urbanística, los Estudios de Detalle o los Planes de Reforma Interior.

Las figuras de Planeamiento Especial, contempladas también en las legislaciones urbanísticas autonómicas y estatal pueden aplicarse con la finalidad de desarrollar un Plan para Peatones o un Plan para las Bicicletas. Se puede, por tanto, optar por cualquiera de esas dos vías: aprobar una modificación del planeamiento vigente para introducir los contenidos del Plan de Peatones y/o de Bicicletas o aprobar un Plan Especial semejante al propio Plan de Peatones y/o de Bicicletas.

En el caso de que se opte por la vía de la modificación del Plan Municipal o General, habría que introducir cambios en las Normas Urbanísticas, en particular en las "Normas para la ejecución del planeamiento en suelo urbano y suelo urbanizable (programable o no)" y en las "Condiciones reguladoras de la edificación".

La documentación del Plan General o Municipal debe contener por ejemplo el "plano de la red itinerarios para peatones y bicicletas", que servirá como base de referencia para la ejecución de los proyectos de urbanización. Esa norma de carácter general se debe concretar en diversas especificaciones (anchuras, radios de giro, bandas de protección, pavimentación, arbolado, señalización, mobiliario urbano, dispositivos de cruce, etc.) referidas a las características de las vías peatonales y ciclistas que se

desarrollen, así como las determinaciones sobre la modulación de la velocidad en el ámbito urbano.

Por su parte, las "Condiciones reguladoras de la edificación" deben recoger los requisitos de los lugares de la edificación destinados al aparcamiento de carritos infantiles y bicicletas con asignación del número mínimo de plazas, las dimensiones, el acceso y los dispositivos para el amarre y la protección de las mismas.

## 8.3. LOS PLANES DE ACCESIBILIDAD

La normativa de accesibilidad, desarrollada por las comunidades autónomas, está teniendo una enorme influencia en el tratamiento del espacio público y, por tanto, de las condiciones de diseño y gestión del viario para la movilidad. Tal y como se ha podido observar a lo largo de este texto, la configuración del espacio peatonal está muy vinculada a las normas que se vienen promulgando en las últimas décadas para garantizar la accesibilidad de las personas con discapacidad.

El concepto de itinerario peatonal ha llegado antes y con mayor contundencia a la legislación de accesibilidad que a la urbanística, lo que revela la falta de adaptación y flexibilidad del urbanismo para afrontar los nuevos retos y demandas sociales. La consecuencia de esa inadecuación del urbanismo ha sido la creación de una suerte de legislación "satélite" que introduce reglas "urbanísticas" a través de ese camino paralelo de la legislación denominada de accesibilidad o supresión de barreras.

Ese proceso paralelo de regulación de diferentes aspectos de la construcción de la ciudad desemboca también en la redacción de los denominados Planes de Accesibilidad (y supresión de barreras) previstos en la legislación autonómica correspondiente; planes que indudablemente se solapan con los urbanísticos y los de movilidad.

A pesar de que han estado con



frecuencia muy centrados, en lo que se refiere al viario, a la supresión de las barreras más evidentes (bordillos en cruces, escalones, muebles urbanos que interrumpen el paso, anchuras mínimas de aceras, etc.), su capacidad de intervención es enorme, pudiendo transformar también otros condicionantes y barreras “invisibles” que dificultan las posibilidades de los modos de movilidad más sostenibles.

De cuestionar cómo se diseña un bordillo en el encuentro de una acera con la calzada, se está pasando a cuestionar la prioridad establecida en el cruce, los tiempos de las fase verde peatonal de los semáforos o las propias dimensiones de las calzadas que determinan las propias anchuras de los itinerarios peatonales.

En definitiva, los planes de accesibilidad de la legislación autonómica de supresión de barreras pueden ser instrumentos de gran utilidad para el calmado del tráfico si atienden no sólo a las barreras más evidentes, sino a la configuración del espacio público en su globalidad.

#### **8.4. LOS PLANES DE ACCIÓN DE LAS AGENDAS LOCALES 21**

La falta de integración de las variables ambientales en el urbanismo condujo, al igual que en el caso de la legislación de accesibilidad, al desarrollo de un ámbito técnico, político y social de intervención propio: los estudios de evaluación ambiental y las agendas locales 21, con sus diagnósticos y planes de acción correspondientes.

La amplia experiencia existente en España de elaboración de las agendas locales 21 ha mostrado que la movilidad urbana es un elemento recurrente de preocupación y de actuaciones. El malestar referido a los problemas causados por la movilidad se expresa en los diagnósticos de las agendas y se traduce en propuestas de acción que no sólo remiten a planes de movilidad sostenible, sino que apuntan

soluciones o iniciativas de transformación del modelo de movilidad.

A pesar de que los planes de acción tienen una dimensión jurídica y administrativa muy diferente a la de los planes de accesibilidad, su importancia social y política es relevante y, en consecuencia, permiten poner en marcha la redacción de documentos más concretos, planes de movilidad o planes específicos para el peatón, la bicicleta y el transporte colectivo, así como medidas de calmado del tráfico y otras relacionadas con la seguridad vial.

#### **8.5. LOS PLANES DE MOVILIDAD SOSTENIBLE**

Hay que mencionar también un vector reciente de cambios en la manera de entender la movilidad y el espacio público: la normativa emergente sobre planificación de la movilidad con acento sostenible. Tras varios años de experiencia en diversos países europeos, se está empezando en varias comunidades autónomas españolas a plantear directrices, planes estratégicos y planes municipales en materia de movilidad sostenible, considerando que esta faceta de la realidad urbana requiere un esfuerzo especial para reorientarla hacia modelos más benignos social y ambientalmente.

En el ámbito autonómico, dentro de las competencias establecidas para este nivel de la administración, el hito más importante fue la aprobación en el Parlamento de Cataluña de una Ley 9/2003, de 13 de junio, de la movilidad, cuyo preámbulo explica el nuevo contexto favorable a las ideas contenidas en este manual:

*“(…) es preciso un cuidadoso proceso de planificación, que debe tener en cuenta todas las variables que afecten de una manera u otra a la movilidad del ámbito territorial que se esté analizando. Esta planificación debe pasar necesariamente por una diagnosis de la movilidad (...). En*

*definitiva, esta diagnosis debe prever las modificaciones que es preciso hacer en el modelo de movilidad existente para evolucionar hacia un modelo de movilidad que minimice los costes sociales y ambientales y maximice los beneficios globales para la sociedad.*

*Todos estos factores inspiran los principios básicos de la presente Ley. La investigación de un modelo de desarrollo sostenible que permita a los ciudadanos un alto nivel de calidad de vida sin comprometer los recursos de las futuras generaciones; la visión global de la movilidad como un sistema que prioriza los sistemas de transporte más sostenibles, como por ejemplo el transporte público o ir a pie o en bicicleta, sin renunciar a la complementariedad del transporte privado; la intermodalidad como principio para buscar la máxima eficiencia en el aprovechamiento de los recursos de transporte; la seguridad integral de las personas; el respeto al medio y a sus valores; la minimización del consumo de recursos energéticos y del suelo; la incorporación de sistemas de transporte inteligentes, más eficientes y seguros, o la voluntad de aprovechar las oportunidades de generación de actividad económica en todos los rincones del país son algunos de los objetivos básicos de la presente Ley. (...).”*

El artículo 5 de la mencionada ley abre ese campo de los planes de movilidad que, como se decía más arriba tienen ya una larga trayectoria en otros países:

##### *Artículo 5*

##### *Instrumentos de planificación*

- 1. Los instrumentos de planificación deben concretar, para el ámbito territorial que en cada caso les corresponda, la aplicación de los objetivos de movilidad de la presente Ley mediante el establecimiento de directrices, objetivos temporales, propuestas operativas e indicadores de control.*

2. Se establecen los instrumentos de planificación siguientes:

- a) Las directrices nacionales de movilidad.
- b) Los planes directores de movilidad.
- c) Los planes específicos.
- d) Los planes de movilidad urbana.

En las diferentes guías metodológicas que se han elaborado para la redacción de estos planes de movilidad urbana sostenible se incluyen, como elementos imprescindibles, las medidas de calmado del tráfico, creación de itinerarios peatonales y ciclistas y protección del transporte colectivo (IHOBE, 2004; IDAE, 2006a; DEPARTAMENT DE POLÍTICA

TERRITORIAL I OBRES PÚBLIQUES, 2006).

### 8.6. LOS PLANES DE SEGURIDAD VIAL URBANA

La última oleada de instrumentos de planificación que se cruzan con la moderación del tráfico son los denominados Planes de Seguridad Vial de ámbito municipal, destinados a reducir la siniestralidad en la movilidad urbana. Estos planes se inscriben en un proceso de reflexión y actuación que recorre las distintas administraciones: la europea con su Programa de Acción Europeo de Seguridad Vial<sup>75</sup>, que tiene como objetivo reducir a la mitad el número de muertes para el año 2010; la estatal con su Plan Estratégico de Seguridad Vial; o las autonómicas.

Desde principios de siglo los municipios vienen redactando planes de seguridad vial local con metodologías y enfoques diversos, aunque la mayoría coinciden en plantear acciones de mejora de la seguridad peatonal y calmado del tráfico. En 2007, el Plan Tipo de Seguridad Vial Urbana<sup>76</sup>, publicado por la Dirección General de Tráfico para orientar la redacción de estos planes, establece varios objetivos plenamente identificables con las propuestas de este libro: repartir de forma más equitativa el espacio vial, pacificar el tráfico y fomentar los medios de transporte y sistemas de desplazamiento más sostenible y aumentar la protección de los peatones (en especial de niños y mayores), ciclistas y personas con movilidad reducida.

(75) "Programa de Acción Europeo de Seguridad Vial – Reducir a la mitad el número de víctimas de accidentes de tráfico en la Unión Europea de aquí a 2010: una responsabilidad compartida". COM(2003)311 final. Bruselas, 2 de junio de 2003.

(76) El "Plan Tipo de Seguridad Vial Urbana. Guía de apoyo para la actuación local" forma parte de las acciones previstas en el Plan Estratégico de Seguridad Vial 2005-2008. Observatorio Nacional de Seguridad Vial. Dirección General de Tráfico. Ministerio del Interior 2007.

## **9 Normativas de la amortiguación de la velocidad**

A la hora de establecer medidas y proyectos de amortiguación de la velocidad del tráfico hay que tener en cuenta las regulaciones derivadas de la legislación de seguridad vial y las normativas técnicas existentes en materia de dispositivos de control de velocidad. En ambos casos se trata de normativas en proceso de maduración.

En los últimos treinta años las innovaciones sobre el diseño viario para el calmado del tráfico han ido empujando modificaciones de las normas de seguridad vial convencionales con el propósito de posibilitar su implantación dentro del marco normativo vigente. Las experiencias pioneras en algunos países han marcado la pauta de las modificaciones reglamentarias en el resto.

Igualmente, los dispositivos y técnicas de control de la velocidad van afinándose conforme se implantan en diferentes circunstancias y lugares. Las diferentes administraciones competentes en materia de trazado y diseño viario van elaborando un cuerpo de recomendaciones o normas a seguir por los proyectistas.

## 9.1. LA REGLAMENTACIÓN EN OTROS PAÍSES

### Reglamentación "erf"

Como se explicó anteriormente, la normativa aplicada a los "woonerf" holandeses a partir de 1976<sup>77</sup> fue adaptada a las nuevas circunstancias y simplificada en 1988 para que pudiera ser aplicada en ámbitos no residenciales con el nombre de "erf".

Los seis criterios que deben cumplir los "erven" a partir del decreto real del 7 de julio de 1988 son<sup>78</sup>:

1. La principal función de un "erf" es la estancial. En consecuencia:

— las vías dentro del 'erf' tienen sólo una función local, es decir, el tráfico motorizado tiene exclusivamente un origen o un destino dentro del área.

— la intensidad del tráfico motorizado no puede ser contradictoria con el carácter del "erf".

2. Las características de las vías de un "erf" deben forzar una velocidad lenta de los vehículos.

3. Se debe evitar la impresión de que la vías de un "erf" están divididas en calzada y acera. Por consiguiente, no debe existir una diferenciación de altura en su perfil transversal. Cumplida esa condición se puede además añadir algún tipo de espacio destinado especialmente a los peatones.

4. Las entradas y salidas de un "erf" deben ser reconocibles por sus

propias características constructivas. En caso de que el acceso al "erf" sea contiguo a una vía principal, el tratamiento debe ser el de una vía de acceso. Las "puertas" de acceso pueden localizarse a una distancia mínima de 20 metros de la intersección con una vía de tráfico convencional. Se deben instalar las correspondientes señales de entrada y salida de "erf".

5. La señalización del aparcamiento debe realizarse al menos a través de marcas horizontales en las esquinas de las plazas. Además, debe ser claramente reconocible por su color la letra "P" que indica la localización sobre el pavimento de las plazas de aparcamiento.

6. Bajo la señal vertical de entrada al "erf" se puede instalar otra señal informativa acerca del carácter del "erf" (residencial, comercial, etc.).

Tanto la reglamentación de 1976 como la de 1988 requirieron una modificación simultánea del Código de Circulación (RVV) que legalizara sus innovaciones y, en particular, las siguientes:

\* los peatones pueden utilizar para sus desplazamientos todo el ancho de las vías de un "woonerf" o de un "erf". El juego está autorizado en ellas.

\* los vehículos no pueden circular en este tipo de áreas a velocidad superior a la del paso de los peatones<sup>79</sup>.

\* los vehículos no pueden obstaculizar el paso a los peatones, por contra, éstos tampoco tienen el derecho de impedir inútilmente el progreso de los vehículos.

\* los vehículos motorizados de más de dos ruedas no pueden aparcar más que en los emplazamientos previstos al efecto. Para los vehículos de dos ruedas se podrán dictar normas locales.

\* la señal de "woonerf" o de "erf" no podrá ser colocada más que en las zonas que cumplan las disposiciones mínimas relativas al diseño y la ordenación de estas áreas que se reflejan en el decreto real correspondiente.

En Dinamarca, para posibilitar el desarrollo de experiencias similares a las de los "woonerven" holandeses, se incluyó en la Ley de Tráfico (Código de Circulación) de 1977 un nuevo artículo (nº 40) que permitía crear dos tipos de calles, unas al estilo "woonerf" y otras menos restrictivas a semejanza con las que luego se denominarían "áreas 30", todas ellas llamadas a partir de entonces "calles del parágrafo 40".

El primer de los dos tipos se corresponde con la práctica de los "woonerven" en cuanto su calificación como zona de prioridad peatonal, integración del conjunto de la sección, apoyo al juego infantil, y velocidades máximas de circulación de 15 km/h. El otro mantiene un espacio propio para la circulación aunque la velocidad se limita a los 30 km/h.

A partir de 1979 fue legal en las calles danesas el establecimiento de contramedidas tales como obstáculos, ondulaciones de la calzada o pasos de peatones a nivel de la acera<sup>80</sup>.

Por su parte, en Alemania el concepto de "tranquilización del tráfico" o "Verkehrsberuhigung" apareció por

(77) La traducción al castellano de la reglamentación "woonerf" puede encontrarse en "La calle: diseño para peatones y ciclistas" (Mateos y Sanz, 1984).

(78) La versión en castellano de los seis artículos del reglamento "erf" es una elaboración propia realizada a partir de las versiones en inglés y francés

que se encuentran tanto en "La loi, l'espace public et l'innovation en Europe" (Loiseau, 1991) y en "Van woonerf tot erf" (CROW, 1989).

(79) Para los holandeses la velocidad de un vehículo "al paso" representa unos 10-15 km/h, mientras que la práctica alemana ha conducido a considerar los 10 km/h como la velocidad

tolerable en este tipo de área según se menciona en "La loi, l'espace public et l'innovation en Europe" (Loiseau, 1991).

(80) El proceso que condujo a esta modificación legal y práctica es relatado con resumen en inglés en "Faerdselslov 40. Nye former for trafiksanering" (Justitsministeriet, 1978).

primera vez en los textos legales en sendas modificaciones de la Ley de Circulación por Carretera (Strassenverkehrsgesetz) y del Código de Circulación (Strassenverkehrsordnung) aprobadas en 1980. Su fuente de inspiración directa era la normativa "woonerf", hasta el punto de que las reglas de comportamiento que han de cumplir quienes entren en un área de este tipo son las mismas que caracterizan los "woonerven".

A partir de entonces se sucedió una interminable serie de instrucciones administrativas federales y regionales y una amplísima serie de recomendaciones técnicas elaborada por instituciones públicas y privadas de toda índole.

En el resto de los países en los que este tipo de enfoque ha sido llevado a la práctica también se han producido cambios en la normativa que se omiten aquí para evitar la reiteración.

Interesa, sin embargo, mencionar el caso suizo en donde una modificación de las normas de señalización, aprobada en 2001, ha permitido la creación de numerosas zonas de coexistencia (zones de reencontré) con una señalización más clara que la generalizada en el resto de Europa (véase apartado de señalización) a partir, también, de un regulación del modo en que se han de implantar<sup>81</sup>.

### Reglamentación áreas 30

El 14 de febrero de 1983 se publicó un decreto en Holanda concerniente a las condiciones que deberían cumplir las calles o zonas para implantar la limitación de velocidad a 30 km/h. El decreto entró en vigor el 1 de enero del año siguiente y modificó el Código

de Circulación, tal y como había ocurrido con la reglamentación "woonerf". Las condiciones establecidas fueron:

1. La naturaleza y el tratamiento de las vías (o de sus tramos) deben ser tales o disponer de tales dispositivos de reducción de velocidad que la velocidad máxima de 30 km/h se verifique razonablemente.
2. La vía (o tramo) donde se instale la señal de limitación de 30 km/h sólo puede tener una función local para el tráfico motorizado. Lo mismo debe ocurrir para las vías incluidas en una "zona 30".
3. La eficacia del transporte público no debe disminuir de manera significativa como consecuencia de los dispositivos de limitación de velocidad de este tipo de vías.
4. Se debe evitar que las vías de las "áreas 30" parezcan formar parte de un área de la reglamentación "woonerf".
5. Los dispositivos de reducción de la velocidad previstos en el artículo 1 no deben impedir el acceso o dificultar la progresión de los vehículos de seguridad, recogida de basuras, bomberos, etc. ni la de los vehículos de reparto de mercancías.
6. La iluminación pública de las calles o tramos donde se instalen los dispositivos de reducción de la velocidad deben garantizar la buena visibilidad nocturna.
7. Los dispositivos de reducción de la velocidad no deben constituir un peligro para los vehículos que los atraviesan a las velocidades autorizadas.

Al divulgar entre los ayuntamientos holandeses el contenido de la nueva regulación, la secretaría de Estado de Transportes adjuntó una nota explicativa en la que indicaba algunas razones para su establecimiento que conviene recordar (Loiseau, 1991):

- a) la nueva reglamentación evita la instalación de una señal por cada uno de los dispositivos integrados en un área 30, con las ventajas de coste, funcionalidad y calidad paisajística que ello conlleva.
- b) la separación entre calzada y acera, al contrario de lo que ocurría en los "woonerven", es una opción que deben estudiar los diseñadores y las autoridades locales.

Dos años después de que apareciera la reglamentación "área 30" holandesa se inició en Alemania un periodo de experimentación sobre "zonas de velocidad limitada" según unas recomendaciones provisionales (Zonengeschwindigkeits-Verordnung) que se convirtieron en definitivas en 1990 y condujeron, en ese año, a una modificación del Código de Circulación (Strassenverkehrsordnung).

Estas recomendaciones dejaban abierta la posibilidad de establecer límites de velocidad distintos a los 30 km/h (las áreas denominadas corrientemente como "Tempo 30"), iniciándose también en algunos municipios experiencias de "Tempo 40". Las principales condiciones que se deben cumplir para establecer zonas de limitación de velocidad son las siguientes:

- \* La zona debe ser coherente, es decir, estar compuesta de calles del mismo tipo.

(81) Ordonnance sur les zones 30 et les zones de rencontre du 28 septembre 2001 (Etat le 22 janvier 2002). Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication.

- \* Está prohibido incluir calles con intensidades de tráfico de más de 400 vehículos en hora punta, salvo en caso de que las medidas establecidas para la configuración de la zona conduzcan a disminuir el volumen del tráfico.
- \* No es aconsejable incluir calles por las que circulen autobuses o tranvías; si fuera así, los vehículos del transporte público deben respetar las limitaciones de velocidad; es posible introducir medidas que den prioridad al transporte público a través del tratamiento adecuado del viario.
- \* El número de accidentes debe figurar entre los criterios de selección de las zonas.
- \* Se aconseja vivamente el tratamiento y ordenación de las calles incluidas en la zona.
- \* Allí donde las mediciones de velocidad, antes de la introducción del límite zonal, muestren que el 85% de los vehículos motorizados sobrepasan los 50 km/h, es obligatorio acompañar la señalización con dispositivos apropiados para reducir la velocidad: lomos, estrechamientos, etc.
- \* Además, en todos los casos, cuando después de la introducción de la zona de velocidad limitada se observa que menos del 85% de los vehículos respetan la velocidad máxima, se deben implantar otras medidas circulatorias e infraestructurales.
- \* La creación de una zona de velocidad limitada no debe tener como resultado que los recorridos a los destinos interiores se alarguen más

de 400 m.; dependiendo de las condiciones locales se puede rebajar o aumentar este límite.

- \* En el interior de las zonas de velocidad limitada los peatones no tienen prioridad sobre los vehículos a motor o sobre los ciclistas, contrariamente a lo que ocurre en las zonas de "tranquilización del tráfico" ("Verkehrsberuhigung").
- \* El aparcamiento se efectúa como si de una calle normal se tratara, es decir, se puede aparcar en todos los lugares en los que no exista una prohibición expresa, también al contrario de lo que ocurre en las zonas de "tranquilización del tráfico".

A principios del siglo XXI la mayoría de los países europeos cuentan con reglamentación específica para las áreas 30, con interesantes particularidades en algunos casos, como por ejemplo la introducida por la reglamentación belga para las zonas del entorno de los colegios<sup>82</sup>, asociada a la de "áreas 30".

Dependiendo de su ordenamiento jurídico, diversos países desarrollan en paralelo a la normativa general lo que se podría denominar regulación de detalle, referida a elementos particulares del diseño viario. Así, por ejemplo, en el Reino Unido, junto a las normas generales relativas a "traffic calming" (Traffic Calming Act 1992) y a las áreas 30, allí denominadas "20 mph zones" (Circular Roads 5/99), se han ido regulando o estableciendo recomendaciones para dispositivos y esquemas tales como los "lomos" para limitar la velocidad de la circulación (Circular Roads 4/96)<sup>83</sup>.

En cualquier caso, las regulaciones relativas a los instrumentos de amortiguación de la velocidad de los vehículos deben interpretarse desde una perspectiva amplia, es decir, en el contexto del enfoque general de las reglas de seguridad vial. Ese enfoque ha partido de las necesidades de los vehículos motorizados y, por tanto, su adaptación a la nueva cultura de la movilidad se presume lenta y laboriosa.

Un ejemplo interesante de cómo se puede enfocar esa transformación del punto de vista de la seguridad vial es el ofrecido por el nuevo Código de Circulación de Bélgica, cuyo título ya hace mención no sólo a la circulación sino al uso de la vía pública<sup>84</sup>. En efecto, en el nuevo texto belga subyace la idea de que la normativa ha de ofrecer condiciones más equilibradas a todos los usuarios de las calles y carreteras, así como ofrecer mejores condiciones de seguridad a los usuarios vulnerables. No en vano, estas modificaciones son el fruto de la participación de asociaciones de peatones, ciclistas y víctimas del tráfico (Institut Belge pour le Sécurité Routière, 2004).

## 9.2. LA REGLAMENTACIÓN ESPAÑOLA

En España, las técnicas de amortiguación de la velocidad del tráfico se apoyan en primer lugar en la legislación de seguridad vial, que tiene carácter estatal, aunque puede ser complementada con ordenanzas de ámbito municipal.

Dicha legislación, cuyo enfoque original fue la circulación de vehículos a motor

(82) Code de la route, art. 2.37 (modif. 14 mai 2002). "Abords d'école" («entornos de escuela»): zona constituida por una o más vías públicas, o partes de la vía pública, que incluyen un acceso a una escuela y en donde el inicio y el fin están delimitados por las señales F4a y F4b [señal de zona 30]". El decreto real del 26 de abril de 2004 (M.B. 30.4.2004) impuso la

delimitación y la implantación de zonas 30 en todos los centros escolares antes del 1 de septiembre de 2005.

(83) Los documentos denominados Traffic Advisory Leaflets, publicados por el Department for Transport van poniendo al día el conocimiento técnico en la materia: 11/93 Rumble Devices;

13/93 Gateways; 7/95 Traffic Islands For Speed Control; 12/97 Chicane Schemes; 1/98 Speed Cushion Schemes, etc.

(84) Règlement général sur la Police de la circulation routière [et de l'usage de la voie publique]. arrêté royal 4.4.2003.

en el ámbito interurbano, requiere un cambio sustancial en la consideración del viario como espacio complejo, como lugar en el que se desarrollan diversas funciones y en el que se desenvuelven diferentes modos de locomoción, tal y como corresponde a la nueva cultura de la movilidad..

En las últimas modificaciones de la legislación de seguridad vial aparecen las técnicas de calmado del tráfico como las áreas de coexistencia (aquí denominadas como "calles residenciales") y las "áreas 30", aunque lo hacen por el camino de la señalización (véase el apartado correspondiente), sin una definición clara en el articulado de cuales son sus propósitos y significado.

En el nuevo Reglamento General de Circulación (2003) se incluyó también un artículo 5 dedicado a la "Señalización de obstáculos y peligros" en cuyo apartado 2 se especifica que:

*No se considerarán obstáculos en la calzada los resaltos en los pasos para peatones y bandas transversales, siempre que cumplan la regulación básica establecida al efecto por el Ministerio de Fomento y se garantice la seguridad vial de los usuarios y, en particular, de los ciclistas.*

El Ministerio de Fomento tiene lista para su aprobación una "Instrucción técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas

transversales de alerta en carreteras de la Red de Carreteras del Estado", que establece las características y las condiciones de implantación de los siguientes dispositivos de calmado de tráfico en travesías:

- lomos trapezoidales con paso peatonal señalizado encima
- lomos circulares sin paso peatonal señalizado encima y
- bandas transversales de alerta.

Simultáneamente, se está produciendo una gran proliferación de "lomos" y otros dispositivos de calmado del tráfico en los municipios españoles. En ese proceso varias comunidades autónomas y ayuntamientos han establecido criterios para el diseño de los diferentes dispositivos técnicos.

En Cataluña, el Servei de Trànsit ha publicado diversos documentos relativos a movilidad peatonal y moderación del tráfico en los que se recomiendan las características técnicas de los dispositivos de reducción de la velocidad<sup>85</sup>.

Por su parte, la Dirección General de Carreteras de la Generalitat de Catalunya tiene establecidas las condiciones de implantación de reductores de velocidad en las travesías de las carreteras de su competencia<sup>86</sup>.

En la Comunidad de Madrid se han regulado los criterios para "el proyecto y construcción de las medidas para

moderar la velocidad en las travesías"<sup>87</sup> de las carreteras de competencia autonómica, aunque su formulación muestra todavía una falta de maduración práctica.

En la Comunidad Valenciana la regulación se apoya en dos grupos de recomendaciones de la Dirección General de Obras Públicas, la primera para la ejecución de medidas de moderación de la velocidad en las travesías de las carreteras y la segunda para la ejecución de bandas transversales de alerta.

Por su parte, las Comunidades Autónomas de Navarra y Murcia han introducido en su normativa criterios técnicos para la instalación de "lomos"<sup>88</sup> o "pasos sobreelevados" del tipo trapezoidal en sus travesías.

Algunas administraciones locales también han generado regulación respecto a la amortiguación de la velocidad del tráfico. Tal es el caso del Ayuntamiento de Málaga, que aprobó una "Ordenanza de medidas para moderar la velocidad"<sup>89</sup> o el de Bedmar y Garciez (Jaén) en cuya ordenanza reguladora del tráfico se incluye un capítulo específico de dispositivos limitadores de velocidad en el viario urbano<sup>90</sup>.

Por último, cabe reseñar el avance normativo realizado en relación al calmado del tráfico en la denominada "Instrucción para el Diseño de la Vía Pública" del Ayuntamiento de

(85) "Elements reductors de la velocidad". Institut Català de Seguretat Viària. Dossier tècnic de seguretat viària nº 10. Barcelona, 2002.

(86) Circular 02/05 de 14 de marzo de 2005 de la Direcció General de Carreteres de la Generalitat de Catalunya sobre "Les condicions d'implantació d'elements reductors de la velocitat en travesseres urbanes de la xarxa viària de la Generalitat de Catalunya".

(87) Orden de 17 de febrero de 2004, de la Consejería de Transportes e Infraestructuras, por la que se aprueban los requisitos técnicos para el proyecto y construcción de las medidas para moderar la velocidad en las travesías de la Red de

Carreteras de la Comunidad de Madrid. BOCM nº 46 del martes 24 de febrero de 2004. Esta Orden fue modificada por otra de 28 de julio de 2004, para extender a los ingenieros Técnicos de Obras Públicas la competencia en materia de proyecto de señalización de las medidas de moderación del tráfico.

(88) Orden de 11 de octubre de 2002, de la Consejería de Obras Públicas, Vivienda y Transportes, sobre condiciones de la autorización para la instalación de pasos peatonales sobreelevados (ralentizadores de velocidad) en las travesías de la red regional de carreteras de la Región de Murcia (BORM 30-10-02). Orden foral 787/2001, de 10 de septiembre, del

consejero de Obras Públicas, Transportes y Comunicaciones, por la que se aprueba la "normativa técnica para la instalación de pasos peatonales sobreelevados (ralentizadores de velocidad) en las travesías de la red de carreteras de Navarra" y las condiciones de su autorización. Boletín Oficial de Navarra 24/9/01, corrección de errores 2/11/01.

(89) Aprobada por el pleno municipal el 25 de mayo de 2006. Boletín Oficial de la Provincia de Málaga nº 198 de 17 de octubre de 2006.

(90) Boletín Oficial de Jaén nº 142 de 22 de junio de 2007



Madrid<sup>91</sup>, en la que se incluyen elementos de gran novedad en el panorama del diseño viario de los municipios españoles como es la creación de redes de itinerarios peatonales, plataformas reservadas para ciclistas y transporte colectivo y templado del tráfico.

### 9.3. SEÑALIZACIÓN

En paralelo a la aparición en cada país de las normativas técnicas correspondientes, se han ido homologando una serie de señales para las "áreas de coexistencia" y las "áreas 30". En el proceso de homologación se han desechado las señales que inicialmente acompañaban las "woonerven" holandesas.

La señal recomendada por la Conferencia Europea de Ministros de Transportes (directiva (78)2) es bastante similar a la que se aplicó inicialmente en Alemania para indicar el acceso a las áreas de "Verkehrsberuhigung" similares a las "woonerven".

Esta señal fue incluida en España en el Reglamento de Circulación (Real Decreto 13/92 de 17 de enero), desarrollado a partir de la "Ley sobre Tráfico, Vehículos a motor y Seguridad Vial", para "Calles residenciales", con las siguientes condiciones de utilización derivadas de las "woonerven" holandesas:

**S-28. Calle residencial:** Indica las zonas de circulación especialmente acondicionadas que están destinadas en primer lugar a los peatones y en las que se aplican las normas especiales de circulación siguientes:

- La velocidad máxima de los vehículos

está fijada en 20 kilómetros por hora; los conductores deben conceder prioridad a los peatones<sup>92</sup>.

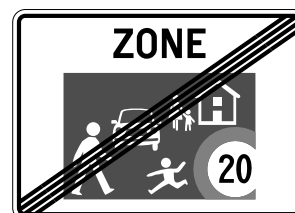
- Los vehículos no pueden estacionarse más que en los lugares designados por señales o por marcas.
- Los peatones pueden utilizar toda la zona de circulación. Los juegos y los deportes están autorizados en la misma. Los peatones no deben estorbar inútilmente a los conductores de vehículos.

**S-29. Fin de calle residencial.** Indica que se aplican de nuevo las normas generales de circulación.

La señal reglamentaria suiza para las calles de coexistencia es semejante a las

anteriores, pero incluye la limitación de 20 km/h, lo que contribuye a clarificar su significado para el conjunto de usuarios<sup>93</sup>.

La señal de "áreas 30" ha tenido también diferentes formalizaciones en cada país, aunque en general se yuxtaponen la palabra "zona" y la señal de prohibición de circular a más de 30 km/h sobre paneles rectangulares. En España la señal fue incluida en el nuevo Reglamento General de Circulación de 2003<sup>94</sup>, aunque, como se ha mencionado más arriba, no hay un desarrollo claro de la regulación que indique el significado de la prioridad peatonal que indica su descripción:



Señal suiza de entrada y salida de calles de coexistencia.



Señal de "calle residencial" o de coexistencia.

(91) Las Normas Urbanísticas del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid, aprobado el 17 de abril de 1997, establecían la redacción de la "Instrucción para el Diseño de la Vía Pública en el municipio de Madrid", al que deben ajustarse los proyectos sobre el viario. El pleno del ayuntamiento aprobó dicha instrucción el 21 de diciembre de 2000, publicándose en el BOCM nº 39 de 15 de febrero de 2001 y con corrección de

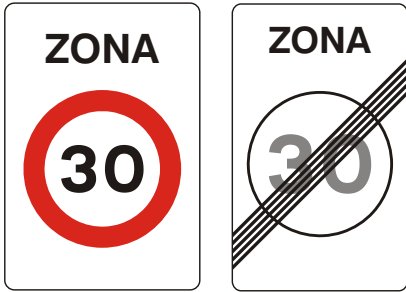
errores en el BOCM de 12 de diciembre de 2001.

(92) Hay que hacer notar que esta velocidad de 20 km/h es superior a la regulada en otros países como Holanda (10 km/h) o Alemania (15 km/h) para las áreas de coexistencia de tráfico.

(93) Ordonnance sur la signalisation routière (OSR). Modification du 28 septembre 2001.

(94) Real Decreto 1428/2003, de 21 de noviembre, por el que se aprueba el Reglamento General de Circulación para la aplicación y desarrollo del texto articulado de la Ley sobre tráfico, circulación de vehículos a motor y seguridad vial, aprobado por el Real Decreto Legislativo 339/1990, de 2 de marzo. BOE núm. 306. Martes 23 diciembre 2003.

S-30. Zona a 30. Indica la zona de circulación especialmente acondicionada que está destinada en



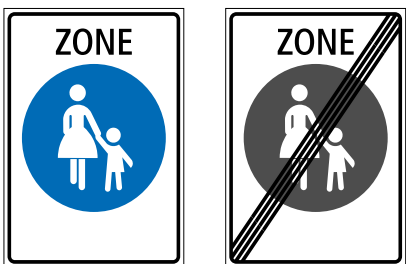
Señal de zona o área 30.

primer lugar a los peatones. La velocidad máxima de los vehículos está fijada en 30 kilómetros por hora. Los peatones tienen prioridad.

S-31. Fin de zona a 30. Indica que se aplican de nuevo las normas generales de circulación.

La clarificación del significado de la prioridad peatonal que establece la señal de área 30 será determinante en el futuro del modo en que se tenga que diseñar y señalizar las vías incluidas en estas áreas. Por ejemplo, si existe prioridad peatonal se debe interpretar que no hace falta señalizar pasos de cebra, pues el peatón puede cruzar la vía en cualquier punto.

No existe en España por el momento una señalización específica para zonas peatonales como ocurre en otros países, pero se aplica en ocasiones la señal R-410 de *Camino reservado para peatones. Obligación para los peatones de transitar por el camino a cuya entrada esté situada y*



Señalización de entrada y fin de zona peatonal en Suiza.

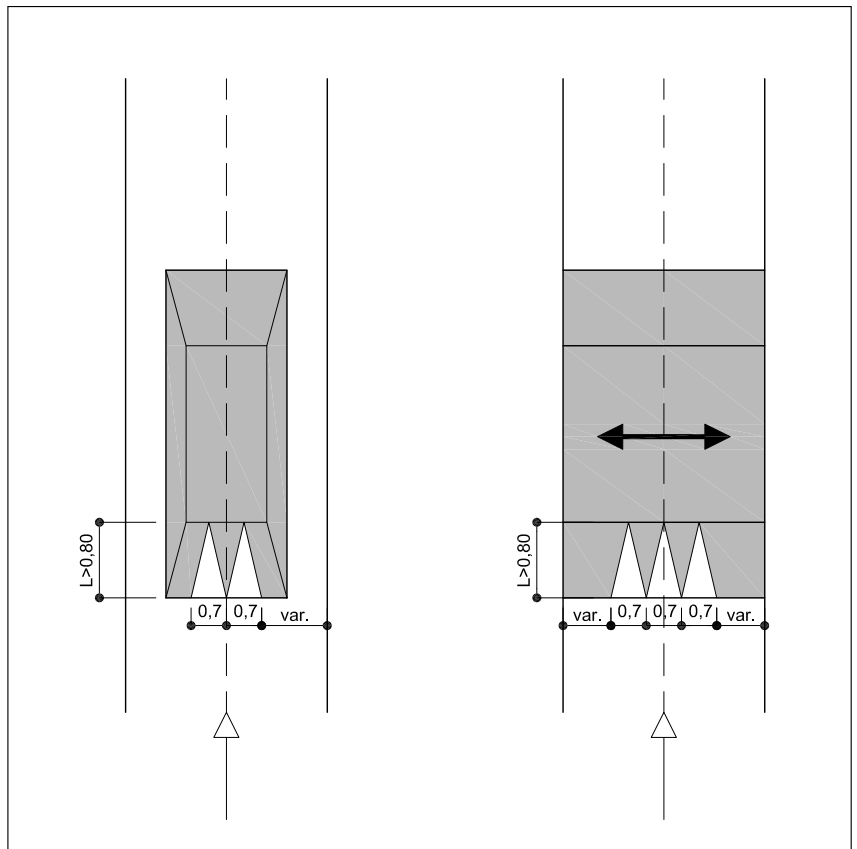


Señal de área de prohibición generalizada del aparcamiento en un barrio sin coches. Tubinga (Alemania).

*prohibición a los demás usuarios de la vía de utilizarlo.*

Para zonas con restricción generalizada del aparcamiento, el Reglamento

General de Circulación de 2003 incluye la señal R-309 para el inicio y la señal R-509 para el final del área de aplicación.



Marcas viales para lomos y almohadas en Suiza.



Señales P-15, P-15 a y P-15 b.

Cuando los dispositivos de reducción de la velocidad se instalan aisladamente suelen acompañarse de señalización específica. Este es el caso de los lomos y almohadas, que también son indicados a través de diferentes señales dependiendo de cada país.

En España la señalización de “lomos” es también muy diversa, tanto en la de tipo vertical como en la horizontal. Como señal vertical de preaviso, 25 metros antes del “lomo”, se suelen emplear la P-15a y la P-15, mientras que inmediatamente antes del mismo se sitúa la de paso peatonal convencional (S-13). La señal P-15 b indica la presencia de badén.

La normativa de seguridad vial establece que únicamente se pueden implantar señales contempladas en el Reglamento General de Circulación (2003)<sup>95</sup>, en cuyo anejo I se indica que el Catálogo oficial de señales de circulación está constituido por los documentos siguientes:

- Norma de carreteras 8.1-I.C. Señalización vertical.
- Norma de carreteras 8.2-I.C. Marcas viales.
- Norma de carreteras 8.3-I.C. Señalización de obras.
- Catálogo de señales verticales de circulación tomos I y II (publicados por el Ministerio de Obras Públicas y Transportes en el año 1992).

Con lo que respecta a los pasos peatonales, el anexo de la Norma de carreteras 8.1-I.C. de señalización vertical se incluye la referida a los pasos peatonales con o sin prioridad:

#### 9.4 PASOS PARA PEATONES, CICLISTAS Y GANADO

##### 9.4.1 Sin prioridad

En poblados, donde por la proximidad de viviendas o centros de actividad, paradas de autobús o características favorables\*, se produjera una concentración de peatones o ciclistas que atravesasen la calzada aprovechando los intervalos entre vehículos no se requerirá, en general, señalización específica alguna. No obstante, bajo condiciones desfavorables en el caso anterior y, en todo caso, fuera de poblado, se recomienda advertir a los conductores de la proximidad de un tramo con paso frecuente de peatones o ciclistas mediante, respectivamente, las señales P-20 o P-22.

##### 9.4.2 CON PRIORIDAD

Para implantar un paso para peatones con prioridad para éstos se deberán reunir todas las condiciones siguientes:

- Que el paso esté situado en un poblado.
- Que las intensidades de circulación,

tanto de vehículos como de peatones, no bajen de las que aconsejarían la instalación de un semáforo.

Dichas normas no incluyen señales específicas para lomos y resaltes, pero sí lo hará la mencionada futura “Instrucción técnica para la instalación de reductores de velocidad y bandas transversales de alerta en carreteras de la Red de Carreteras del Estado”, que en breve establecerá también las marcas viales exigidas a los pasos peatonales sobreelevados, las cuales consistirán en triángulos blancos dispuestos en continuidad de las bandas del paso de cebra con una altura de 70 cm, así como bandas transversales blancas de 40 centímetros de anchura, 1 metro antes del inicio de las rampas. Estos triángulos y las bandas transversales están presentes también en la mayoría de las normativas autonómicas, aunque las dimensiones varían en cada comunidad.

Por su parte, la Instrucción para el Diseño de la Vía Pública del Ayuntamiento de Madrid indica que, en vías locales de acceso, no son necesarias señales verticales de advertencia referidas a los reductores de velocidad. Para los “lomos” esa misma regulación establece marcas viales tipo damero (de cuadros blancos y negros) situadas en la rampa ascendente.

Como se ha mencionado en el capítulo dedicado a la señalización en la amortiguación del tráfico, las tendencias más innovadoras en materia de diseño viario se orientan a la reducción de la señalización, sustituida por la gestión del tráfico a través del diseño viario.

En ese sentido, se puede interpretar que las zonas de coexistencia y las áreas 30 son espacios que no requieren señalizar todos y cada uno de los elementos de la

(95) Real Decreto 1428/03, publicado en el BOE de 23-12-03.

\* Rebajes en las aceras, vallas de encauzamiento o isletas-refugio.

ordenación (por ejemplo los lomos) si se corresponden en su diseño con la velocidad establecida. Así ocurre en la reglamentación de zonas 30 en Alemania.

La normativa relativa a semáforos que existe en España está generando numerosas zonas de sombra en su

interpretación. En particular, hay una considerable ambigüedad en relación al significado de las fases peatonales intermitentes, así como una amplia gama de opciones respecto a la duración de las diferentes fases.

Las marcas viales en semáforos también varían con las ciudades, extendiéndose

en la actualidad las que indican el paso peatonal mediante dos líneas discontinuas formadas por cuadrados de 50 cm de ancho. En la nueva ordenanza de Circulación de Peatones y Vehículos de San Sebastián se dispone también una línea de detención continua de 40 cm de ancho con un retranqueo de 3 metros sobre el paso peatonal<sup>(96)</sup>.

---

(96) Aprobada en el pleno del ayuntamiento el 31 de enero de 2006 y publicada en el Boletín Oficial de Gipuzkoa nº 31 de 15 de febrero de 2006.

## 10 Implantación



### 10.1. LA NECESIDAD DE UNA GAMA AMPLIA DE MEDIDAS

La generación de las necesidades de desplazamiento es un fenómeno complejo, derivado de múltiples factores, de lo que se deduce lógicamente que deba ser respondido también con medidas complejas y variadas.

Además, las medidas aplicadas sobre espacios aislados presentan, en general, ventajas para dichos espacios pero no siempre para los circundantes; ni tampoco se traducen en modificaciones de las tendencias globales del modelo. Las áreas peatonales, las ambientales, las de coexistencia o las de velocidad limitada a 30 km/h, en la medida en que sólo disuaden localmente el tráfico y su velocidad aumentan el atractivo relativo de otras zonas a la circulación motorizada.

Hay que considerar también que las medidas aplicadas exclusivamente para favorecer a un medio alternativo al vehículo privado no conducen necesariamente a reducir el uso del automóvil, sino que se pueden derivar en pérdidas para otros medios de transporte benignos social y ambientalmente. Así, por ejemplo, la potenciación de la bicicleta se ha efectuado en ocasiones a expensas de los desplazamientos andando o del uso del transporte colectivo, mientras que algunas políticas tarifarias de éste redundan en un menor número de desplazamientos no motorizados. Por eso Holzapfel concluye que “la moderación global de la circulación significa el desarrollo integrado de todos los medios de transporte concurrentes con el automóvil” (Holzapfel, 1991, p.30).

Hay que tener también en cuenta que la potenciación de los medios alternativos no es condición suficiente para invertir las tendencias de incremento del uso del automóvil, siendo necesaria una política de control de la circulación y

aparcamiento del vehículo privado. La excusa de la disponibilidad de alternativas para admitir las restricciones al automóvil carece de solidez, tanto desde el punto de vista de la experiencia acumulada como desde el análisis de los comportamientos ciudadanos.

Así, por ejemplo, en los lugares en los que las alternativas de transporte colectivo son más amplias, el resultado no es necesariamente la moderación del vehículo privado; ejemplo de ello es el caso de Zúrich en donde la drástica política de fuerte apoyo a los medios de transporte colectivo y no motorizado se ha saldado con una estabilización del volumen del tráfico privado (Stadtplanungsamt Zürich, s.f.). La indicación de Patricia Gout de que “es ilusorio buscar la mejora de la oferta de los modos alternativos sin repensar el papel del automóvil en la ciudad” (Gout, 1995) es así más que pertinente.

Desde el punto de vista de los comportamientos, la oferta de transporte colectivo o la facilidad para caminar o pedalear no se traduce en la aceptación individual a las restricciones del automóvil. En las encuestas realizadas para analizar las actitudes individuales relativas a las pautas de desplazamiento, se detectan graves contradicciones entre lo que las personas creen conveniente para la colectividad y lo que están dispuestas a modificar de sus hábitos de transporte: “una parte de los conductores apoyan la mejora del transporte público, por ejemplo, porque creen que otros conductores lo usarían y, de ese modo, descongestionarían las vías que ellos utilizan” (Jones, 1992, p.22).

En síntesis, una estrategia eficaz de moderación del tráfico debe ser amplia en lo espacial, comprensiva de todos los medios de transporte alternativos e incisiva respecto a las condiciones de circulación y aparcamiento de los automóviles.

### 10.2. LA CONVENIENCIA DE UNA ESTRATEGIA POSITIVA

El contexto cultural, técnico y político de la movilidad en España y en muchos otros países sugiere la necesidad de aplicar instrumentos de moderación del tráfico desde una perspectiva positiva. La restricción es sentida como un fenómeno esencialmente negativo, aunque en realidad no existe esa pretendida elección modal libre: cada nuevo usuario del automóvil repercute en las condiciones de circulación de los demás y de los peatones, ciclistas y usuarios del transporte colectivo.

La restricción del tráfico es el único camino para buscar un equilibrio entre los diferentes medios de locomoción, un equilibrio que necesariamente habrá de ir cambiando en función de las políticas y prácticas de tráfico que se desarrollen y aprueben en cada momento. Como señala Plowden, “la restricción del tráfico, lejos de limitar la elección, es el único modo de ofrecer una digna gama de opciones –incluyendo la de usar el coche en condiciones tolerables cuando sea especialmente adecuado–” (Plowden, 1992).

Aceptando esa premisa desde el punto de vista teórico, no deja de ser cierto que las políticas de una apariencia directamente restrictiva recogen en las ciudades españolas –y también en el resto de Europa– un grado de rechazo que se pudiera decir prerracional. Por ello, para eludir esa rémora negativa que tiene la restricción, es conveniente resaltar los elementos positivos que contiene la moderación del tráfico, en particular las ganancias para los medios de transporte concurrentes con el automóvil.

Más que afrontar el conflicto tráfico-ciudad con la restricción del automóvil como estandarte, parece conveniente afrontarlo desde el discurso de la promoción del peatón, del ciclista y del transporte colectivo y desde el discurso de la mejora de la calidad de vida de los residentes.

En esa perspectiva positiva, la ampliación de las aceras sirve más que para restar anchura a los carriles de circulación, para mejorar la circulación peatonal e impedir la doble fila de aparcamiento; la creación de "orejas" o sobreechamientos en las esquinas se explica no tanto para reducir la velocidad en los cruces, como para facilitar los desplazamientos peatonales evitando el aparcamiento ilegal en ellas; la implantación de arbolado y mobiliario urbano a costa del espacio del automóvil se justifica por las ventajas comparativas que obtienen con ello los modos de transporte alternativos y la mejora de la calidad ambiental y paisajística; la segregación de una parte de la calzada para dedicarla al transporte colectivo se explica por la movilidad que proporciona a los usuarios más que por la restricción del espacio automovilístico.

Desde ese punto de vista, un plan para moderar el tráfico a través de la gestión y el diseño del viario en una ciudad española, integrado en un Plan de Movilidad Urbana Sostenible, puede estar compuesto de la suma de varios programas apuntando en la misma dirección positiva:

- programa de acondicionamiento de aceras,
- programa de tratamiento de intersecciones para el peatón
- programa de creación de itinerarios peatonales y ciclistas,
- programa de protección de los itinerarios del transporte colectivo,
- programa de arbolamiento de calles,
- programa de revisión de la localización y utilidad del mobiliario urbano,
- programa de permeabilización de barreras naturales y artificiales para los modos no motorizados,

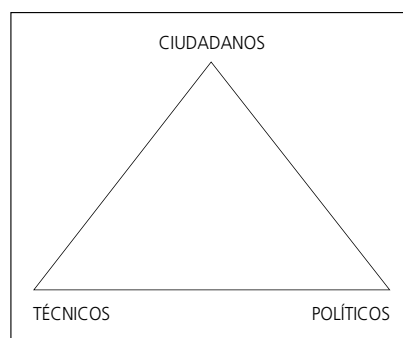
- programa de recualificación y renovación urbana de vías principales
- programa de creación de "áreas 30", barrios "tranquilos" y áreas de "coexistencia",

A través de una estrategia de ese tipo, completa y positiva, será posible establecer una sólida alianza de la mayoría social en defensa de la moderación del tráfico.

### 10.3. EL TABURETE DEL ÉXITO: CIUDADANOS, TÉCNICOS Y POLÍTICOS<sup>97</sup>

La experiencia internacional y nacional en relación a las políticas de movilidad muestra que los cambios significativos en este campo sólo se producen en una ciudad cuando concitan un triángulo de apoyos como el que se refleja en la ilustración adjunta. Es lo que podría denominarse como "teoría del taburete": para que se sostenga en pie una política de transformación de la movilidad hace falta que ciudadanos, técnicos y políticos la apoyen simultáneamente pues, en caso contrario su estabilidad estará cuestionada.

De hecho, muchas veces lo que se percibe son fuerzas centrífugas que



El taburete de las políticas de movilidad.

arrastran fuera de la concertación a todos los vértices del triángulo.

En el caso de los técnicos por la disolución de su capacidad crítica en relación con la evolución de la ciudad y en lo que se refiere a las consecuencias de sus propias intervenciones. Una disolución paralela al crecimiento de la creencia en un pretendido papel neutral que tendrían los técnicos a partir de conocimientos "objetivos" de la realidad, ocultándose con ello que se aplican soluciones enraizadas en presupuestos necesariamente ideológicos que hay que desvelar para llegar al debate social y político: por ejemplo, se aplican las técnicas de la ingeniería para aumentar la capacidad de las vías en términos de número de vehículos, como si ese incremento no fuera en sí un principio discutible que habría que contrapesar con otros como la habitabilidad de la calle o su capacidad ambiental.

Simultáneamente ha crecido también entre los técnicos la desconfianza y el respeto hacia los ciudadanos y los políticos, considerados en demasiadas ocasiones como elementos que perturban la aplicación de los conocimientos "científicos" capaces de solventar los problemas.

Por su parte, los políticos cuentan a menudo con una visión sesgada de los problemas de la movilidad, en buena parte derivada de sus propios hábitos y comportamientos. El concejal de tráfico de San Sebastián apuntaba crudamente a ese sesgo en una conferencia sobre la ciudad del peatón: "las 'fuerzas vivas' de la ciudad, es decir, políticos, técnicos, periodistas, comerciantes, etc. solemos ser conductores y usuarios del automóvil. Esto nos hace tener a los responsables municipales de circulación cierto reparo a

(97) Este apartado está basado en la ponencia "La movilidad sostenible y los pactos de movilidad" (A. Sanz) dictada en el seminario sobre "Transporte público y movilidad sostenible". Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Peñíscola, 2002.



poner en marcha medidas en contra del automóvil. Sabemos que van a ser intensamente criticadas por las mencionadas 'fuerzas vivas'<sup>98</sup>.

Ese fenómeno se traduce en una percepción también sesgada de lo que opina la población, de manera que suelen sobrevalorar la oposición de los automovilistas a las reformas dirigidas a la movilidad sostenible y a infravalorar la de los ciudadanos de a pie. En un sondeo realizado por la Unión Internacional de los Transportes Públicos un 69% de los políticos consideraban necesario limitar la circulación en el centro de las ciudades, mientras que ese porcentaje se elevaba al 73 en el caso de los ciudadanos en general. Pero lo más llamativo de las respuestas es que los políticos entrevistados pensaban que dichas limitaciones sólo eran aprobadas por el 30% de los ciudadanos<sup>99</sup>.

Hay también una tendencia falsamente centrípeta de los políticos en relación a las opiniones ciudadanas consistente en aplicar la regla del "todo vale" en materia de movilidad, es decir, aprobar medidas parciales que vayan contentando a diferentes sectores e intereses de la población: peatonalizar una calle, crear una vía ciclista, señalizar un carril-bus y, también, aumentar la capacidad de un acceso, hacer un túnel para los coches, crear un aparcamiento de rotación en el centro, etc; es decir, aplicar simultáneamente medidas contradictorias e incluso contraproducentes para la movilidad sostenible. Todo ello, además, en un clima de desconfianza hacia los ciudadanos y, a veces también, hacia los técnicos municipales.

Por último, en el caso del vértice de los ciudadanos, las fuerzas centrífugas que

debilitan las posibilidades de cambio tienen mucho que ver con la despolitización de nuestra sociedad, la cual facilita el proceso señalado por Daniel Sauter de conversión de cuestiones políticas en problemas individuales, es decir, de buscar soluciones privadas para paliar las consecuencias negativas de decisiones políticas que afectan a todos<sup>100</sup>. Esa despolitización está también entre las causas de la crisis organizativa que arrastran los movimientos ciudadanos y de todo tipo que debieran articular la llamada sociedad civil.

No hay que olvidar tampoco que existe tradicionalmente una dificultad de expresión de las demandas y puntos de vista de un conjunto que podría denominarse como "ciudadanos invisibles", entre los que se incluyen grupos demográficos como los niños y ancianos, grupos de interés no mercantil como los peatones, segmentos de la población como las mujeres y, también, el colectivo de las personas con discapacidad.

Con todo ello se produce una desconfianza hacia los políticos y los técnicos que refleja la que los otros dos pilares del cambio tienen hacia los ciudadanos.

En definitiva, para poder construir un triángulo de éxito en el cambio de rumbo hacia la movilidad sostenible, hace falta contrapesar las fuerzas centrífugas y los factores de desconfianza y sesgo que cada vértice presenta en la actualidad. Cada lado del triángulo requiere mecanismos nuevos de comunicación y participación que sólo pueden tener efectividad en el largo plazo si el sistema político se va orientando a la recuperación y dignificación de la política como actividad colectiva y no como profesión.

## 10.4. MÉTODO

Una estrategia de moderación del tráfico como la sugerida más arriba, amplia y positiva, ha de ganar solidez a través de la fijación de un método coherente de transformación del viario urbano. Aunque la descripción del método pueda parecer ociosa para muchos lectores, quizás para otros los párrafos siguientes tengan el valor de servir sintéticamente de recordatorio o guía de los pasos a seguir en un plan de moderación del tráfico o, incluso, en la realización de un proyecto aislado de moderación de la circulación.

### Identificar los problemas

La moderación del tráfico exige un cambio de óptica en la interpretación de los conflictos del tráfico. La óptica tradicional, que ha sido calificada expresivamente como visión a través del parabrisas, debe sustituirse por un enfoque más integral cuidadoso con las necesidades de los distintos medios de transporte y, en particular, los no motorizados.

Recorrer el espacio urbano desde los requisitos peatonales o ciclistas es un ejercicio esclarecedor del modo en que la gestión y el diseño viario convencionales pliegan la calle a los intereses de la circulación motorizada. Desde las aceras es más fácil comprender la multifuncionalidad de las calles e identificar como problema la especialización circulatoria a la que se han visto abocadas muchas de ellas en las últimas décadas.

Aplicando los criterios de la ingeniería ecológica del tráfico, apuntados sucintamente más arriba, los conflictos ambientales y sociales de la circulación salen a relucir, algunos de ellos con un

(98) Patxi Beloqui. "San Sebastián: planes de circulación y transporte en los barrios centrales". Ponencia del congreso "La ciudad del peatón". Ayuntamiento de San Sebastián, 1995.

(99) Mencionado en "La ville. Solution vélo". CETUR (s.f.) Bagneux, Francia.

(100) "Ideologías de la percepción". Daniel Sauter. Ponencia presentada en el congreso Walk21, celebrada en San Sebastián en mayo de 2002.

aspecto completamente nuevo. Así, por ejemplo, junto al problema del riesgo de accidente, asociado tradicionalmente al tráfico, emerge ahora el problema de peligro, determinante de los comportamientos de todos los usuarios de la calle; junto a los datos de flujos de vehículos y de las dimensiones del viario hace falta ahora recabar datos acerca del ruido o la contaminación atmosférica; junto a las necesidades de aparcamiento hay que investigar ahora los requerimientos de la estancia, la comunicación y el encuentro de las distintas personas que caminan.

### Realizar un diagnóstico

Indudablemente, ampliar los problemas del tráfico a la movilidad conduce a establecer un diagnóstico distinto al que tradicionalmente se venía ofreciendo. El sesgo en favor de la movilidad motorizada, y de sus problemas para desarrollarse, para aumentar el número y la velocidad de los desplazamientos, es sustituido por un nuevo énfasis en la accesibilidad no motorizada, en el modo de acceder a los lugares andando, en bicicleta o, en todo caso, en medios de transporte colectivo.

Un diagnóstico de la ingeniería ecológica del tráfico es entonces una descripción de las causas que generan los desplazamientos, de los flujos de vehículos y peatones y de su relación con la capacidad física de las infraestructuras; pero es también una descripción de la capacidad ambiental de las calles, de las emisiones contaminantes y el ruido, del peligro, de la autonomía de los distintos grupos sociales para desplazarse o de la facilidad de comunicación y convivencia asociada al espacio público.

### Definir los objetivos

Obviamente, de un diagnóstico diferente han de deducirse y plantearse objetivos distintos. El enfoque de la moderación del tráfico aquí sugerido conduce a modificar drásticamente las

prioridades en la gestión y diseño del viario, estableciéndose objetivos ambientales y sociales además de los meramente funcionales. Y dentro de éstos últimos, han de fijarse propósitos para todos los medios de transporte y no sólo para los motorizados o para el automóvil.

### Vincular la moderación del tráfico al resto de la política municipal

El peligro de realizar un plan o un proyecto de moderación del tráfico sin vinculaciones con otros planes más amplios de movilidad o con otras facetas de la política municipal es el de su pérdida de verosimilitud y eficacia. Verosimilitud en cuanto que la falta de incardinación en la política y la planificación global del municipio puede conducir fácilmente a la contradicción de los objetivos y propuestas. Y eficacia en la medida en que existen múltiples campos de la actividad municipal que ofrecen oportunidades valiosísimas para la aplicación simultánea de la moderación del tráfico.

El planeamiento urbanístico es quizás el principal punto de encuentro de la moderación del tráfico con otros proyectos municipales, pero no hay que olvidar otras muchas ocasiones en las que la gestión de los ayuntamientos se puede cruzar con la moderación del tráfico. Por ejemplo, los programas de salud pueden incluir la moderación de la circulación y la mejora de la accesibilidad peatonal a los centros sanitarios; los programas de educación pueden hacer otro tanto con el entorno callejero de los centros escolares; la renovación de las redes de alcantarillado o suministro pueden servir para modificar el diseño de las vías en favor de la moderación del tráfico, etc.

### Establecer la estrategia de intervención

La vinculación de la moderación del tráfico a la política municipal conlleva el

establecimiento de una estrategia global en el tiempo y en el espacio, capaz de ser comprendida y apoyada más allá del corto plazo y pensada con mayor alcance que el proporcionado por un único proyecto estrella en un punto localizado de la ciudad.

Una estrategia que, como ya se ha indicado anteriormente, ha de caracterizarse por la amplitud de las medidas y por su presentación positiva. Hace falta además definir el ámbito de la intervención, teniendo en cuenta las limitaciones de las actuaciones aisladas para moderar el tráfico global y, por otro lado, la mayor complejidad de las actuaciones generales y en espacios urbanos completos.

La estrategia se articula también en las distintas fases de aplicación de las actuaciones, teniendo que interconectar el proceso técnico de desarrollo de las propuestas con el proceso político y social de discusión de alternativas y selección de una de ellas.

### Preparar el proceso de evaluación y seguimiento

Una fase que no puede faltar en cualquier estrategia de moderación del tráfico rigurosa es la de valoración y seguimiento de los resultados obtenidos, contrastándolos con los objetivos perseguidos, con el fin de contar a posteriori con elementos de juicio en los que basarse para repetir o modificar la actuación en otro lugar o circunstancia. Este aspecto, menos trivial de lo que suele suponerse, puede requerir un periodo prolongado de tiempo y un ámbito amplio de análisis, pues algunos de los efectos se hacen sentir a largo plazo y en espacios no necesariamente próximos a las actuaciones.

### Redactar los proyectos

Es necesario desechar la idea de que la moderación del tráfico es el producto de unas pocas actuaciones

espectaculares. Por el contrario, las exigencias de globalidad y amplitud de instrumentos y ámbitos de intervención exigen, junto a los proyectos conspicuos e intensivos, el tratamiento extensivo, paulatino y discreto del viario urbano.

Se requiere por tanto un equilibrio entre los proyectos más visibles, que fortalecen las alianzas favorables a la moderación del tráfico, y los proyectos más cotidianos. Proyectos estos últimos que forman parte de la actividad diaria de los ayuntamientos y que deben ser orientados hacia la moderación de la circulación, a través de los cimientos normativos y técnicos oportunos y del control político y administrativo correspondiente.

Igualmente, es necesario desechar la idea de que los proyectos sobre el espacio viario son procesos mecánicos al final de los cuales se obtiene automáticamente un resultado perfecto. La complejidad de las variables e intereses en juego, la ligazón del conflicto a actitudes y comportamientos individuales, y la importancia de los aspectos culturales y de mentalidad, niegan la existencia de un único proyecto "científicamente" correcto.

### Gestionar las actuaciones

En el mismo sentido, las novedades que introduce la moderación del tráfico obligan a gestionar con exquisito cuidado las actuaciones, pues es ese cuidado el que permite mantener los apoyos y reducir los rechazos. Cumplir las fechas de ejecución, verificar las expectativas creadas y reaccionar con flexibilidad a las demandas y novedades que surjan, son algunos de las fórmulas útiles para conseguirlo.

### 10.5. INFORMACIÓN Y PARTICIPACIÓN PÚBLICA

Entre las dificultades con las que se topa la moderación del tráfico se han señalado más arriba las derivadas del

contexto cultural, que determina por ejemplo una gran dependencia psicológica de ciertos grupos sociales respecto al automóvil. En la medida en que la moderación del tráfico supone modificar algunas pautas del comportamiento social en relación a los desplazamientos, su aplicación requiere la comprensión del marco cultural, social y político en el que se desarrolla la circulación.

Es más, dada la conflictividad asociada habitualmente a las políticas de reforma del tráfico, sean del signo que sean, es aconsejable dedicar una buena parte de los esfuerzos a la planificación del proceso de información y participación ciudadana. Se trataría en definitiva de establecer una estrategia destinada a seleccionar una alternativa que aglutine un cierto grado de consenso de la población mediante la creación de un ambiente de reflexión, global y local, individual y colectivo, sobre la movilidad.

Muchas veces se presupone erróneamente que los ciudadanos van a rechazar algunas de las propuestas de tráfico más novedosas que la administración quiere aplicar. Sin embargo, suele tratarse de una generalización infundada de los criterios que tiene parte de la población. Se sobrevalora la oposición de los automovilistas y se infravalora la opinión, muchas veces por estar oculta, de los ciudadanos que, ésta vez, si cabe llamar "de a pie".

En la ciudad austriaca de Graz, una de las primeras que estableció la limitación a 30 km/h en todos sus barrios, la medida chocó inicialmente con aspectos legales y técnicos que fueron utilizados por la oposición política. Sin embargo, el proyecto siguió adelante gracias, entre otros motivos, a la buena gestión del mismo y su incardinación en el organigrama técnico y político del ayuntamiento (Guidemaps, 2005).

Efectivamente no son únicamente los ciudadanos los que han de aceptar las

propuestas, sino que éstas han de ser asumidas y consideradas como verosímiles por parte de sus representantes y de quienes tienen mayor capacidad de expresión en los medios de comunicación.

Las nuevas medidas han de incardinarse en los procedimientos, instrumentos y formas de pensar de los propios profesionales dedicados al tráfico. El carácter innovador que todavía presentan estas técnicas en muchos lugares recomienda la creación de un entorno profesional favorable. Ese fue uno de los objetivos del programa de formación técnica llevado a cabo bajo el proyecto "Ville plus sure, quartiers sans accidents" en el que a través de distintos cursos se formó a los que posteriormente difundirían las técnicas de moderación por todo el país.

Tanto para obtener ese entorno profesional favorable, como para que los gestores políticos encuentren incentivos en la moderación de tráfico, el papel de la administración central o autonómica resulta crucial. Las subvenciones a proyectos innovadores, la publicación de guías, recomendaciones y normativas técnicas, la interconexión de las actuaciones aisladas, son algunas de las tareas llevadas a cabo por las administraciones de ámbito supralocal en el resto de Europa.

En algunos países europeos son las administraciones de ámbito estatal o regional las que establecen los requisitos de la participación pública en los planes o proyectos de moderación del tráfico. Así, por ejemplo, la reglamentación estatal holandesa de los "erf" fija un periodo de información pública previo al inicio de las obras.

Pero independientemente de que sean dichas administraciones o las de ámbito local las que regulen los imprescindibles procesos de intervención pública, lo importante es que atiendan a sus tres principales facetas, lo que podrá

denominarse como las tres “C” de la participación pública: comunicación, consulta y concertación.

*Comunicación* es la difusión de la información relativa a los conflictos ambientales y sociales del tráfico y, también, de las alternativas que baraja el municipio para afrontarlos.

*Consulta* es la recepción de información que, en este caso, circula en sentido inverso al anterior; son los ciudadanos los que emiten opinión respecto a los proyectos de la administración.

*Concertación* es el proceso de negociación y adopción de acuerdos entre las partes involucradas en un plan o proyecto de moderación del tráfico.

Las fórmulas particulares en las que se han concretado estas tres “C” en los planes y proyectos de moderación del tráfico de otros países son muy variadas y, obviamente, dependen del marco jurídico y administrativo en el que se insertan, así como de la práctica política existente.

Es cualquier caso, es conveniente recordar que la moderación de la circulación ha sido objeto en algunas ciudades de profundos debates públicos que muestran la dimensión que ha adquirido el conflicto del tráfico. Así, el primer referendun celebrado en Amsterdam (1992) versó sobre la profundidad con la que los votantes querían reducir el tráfico en el centro (Lemmers, 1994), mientras que el denominado acuerdo Dennis de la ciudad de Estocolmo (Malmsted, 1993), firmado también en el año 1992 por un arco amplio de fuerzas políticas, estableció las bases de la inversión en infraestructuras de transporte para los siguientes quince años, incluyendo la introducción del peaje urbano.

El contrajemplo del referendun de Bolonia, celebrado en 1984, permite advertir que las fórmulas de participación más espectaculares sólo son adecuadas si se acompañan de un debate en profundidad y no circunscrito al momento álgido de la consulta en las urnas. En efecto, diez años después de la victoria abrumadora de quienes propugnaban la reducción del tráfico en el centro, las medidas incluidas en el plan municipal destinado a lograr dicha meta no se habían verificado, mientras que la evolución urbanística y territorial había inducido el crecimiento del uso del automóvil (Donati, 1994).

La enseñanza es clara, la participación pública en los asuntos urbanos y, en particular, en la moderación del tráfico, debe ser un proceso permanente que involucre a la colectividad y, al mismo tiempo, que impulse cambios en el comportamiento ciudadano, que busque el compromiso individual con las transformaciones que indudablemente acarrea.

## 10.6. EVALUACIÓN

Existen al menos dos importantes razones que justifican la realización de estudios a posteriori de las actuaciones de moderación del tráfico. Una es que hace falta evaluar hasta qué punto las acciones han permitido cubrir los objetivos que se habían establecido en el plan o en el proyecto. Y la otra es que los resultados, sus logros y errores, son la herramienta imprescindible para la elaboración de otras actuaciones.

Los métodos más usuales de evaluar el éxito o el fracaso de los proyectos de moderación del tráfico se centran en medir algunos parámetros (volumen del tráfico, velocidad, número de

accidentes, ruido, contaminación). En otras ocasiones se completan esos datos con los resultados de encuestas realizadas a los ciudadanos. Y en algun caso se ha aplicado el análisis coste/beneficio de las actuaciones (Hass-Klau y otros, 1992). Sin embargo, hay que tomar ciertas precauciones de cara a la interpretación de todos esos datos.

En primer lugar hay que mantener la coherencia entre los objetivos señalados y los parámetros a medir. No se puede, por ejemplo, establecer como objetivo la reducción del peligro del tráfico y tratar de medir su consecución a través de la reducción de la accidentalidad<sup>101</sup>, aunque ésta pueda ser un resultado real de las medidas implantadas.

De hecho la reducción de la accidentalidad, que se observa como resultado de la mayoría casi absoluta de los esquemas de moderación del tráfico, ha de ser contemplada en el contexto de la intensidad de uso de la calle antes y después por parte de los modos vulnerables –peatones y ciclistas–. Es en ese contexto en el que se observa con mucha más claridad el éxito rotundo de algunas operaciones de moderación del tráfico como la del barrio berlinés de Moabit, en el que las reducciones de la accidentalidad de peatones y ciclistas, del 43 y del 16% respectivamente, fueron simultáneas con el incremento en la actividad de esos modos en 27 y 114% también respectivamente (Pharoah, 1991).

La segunda precaución se refiere al periodo de referencia que se analiza. Ocurre que la opinión pública tarda un periodo de tiempo poco determinado para alcanzar una mínima estabilidad. Por ello, a las opiniones en caliente, nada más implantada una medida,

(101) Como se explica en otro capítulo de esta obra, peligro y riesgo son conceptos distintos que no admiten una medida común. A través de los accidentes se pueden alcanzar diversas valoracio-

nes del riesgo en función de distintas formulaciones del mismo: número de víctimas (mortales, heridos graves, heridos leves, etc) por kilometraje recorrido; o por número de viajes; o por tiempo

de desplazamiento. Indudablemente, la selección de cada una de ellas tiene repercusiones en la valoración de los resultados de las actuaciones.

suele suceder una apreciación más templada (Bjorman, 1993). Y ocurre también que la modificación de los hábitos de desplazamiento y los comportamientos durante la conducción se produce muchas veces lentamente, sin que sea fácil establecer el momento en el que los cambios se han detenido.

Por ese motivo la reglamentación suiza para la implantación de áreas 30 y zonas de coexistencia exige la realización de una evaluación de resultados un año después de su ejecución.

De la misma manera, es difícil determinar el ámbito en el que conviene analizar los efectos de las medidas. Es evidente, por ejemplo, la

migración de los conflictos (ruido, contaminación) derivados de la migración del tráfico, pero es menos conocido el fenómeno de la migración de los accidentes en un mismo flujo de tráfico. Hay bastantes evidencias que muestran cómo las medidas ingenieriles destinadas a suprimir un punto negro de la accidentalidad del viario, repercuten en el incremento del número de accidentes en las proximidades del punto negro tratado (Adams, 1985). Hay también alguna referencia a la aparición de este fenómeno en las actuaciones de moderación del tráfico (Hodge, 1992).

Una cuarta llamada a la precaución se deduce de la complejidad de las comparaciones. Suele ocurrir que en el

intervalo de análisis no sólo se hayan modificado las condiciones del fenómeno medido, sino las de otros que indirectamente le influyen. Así, por ejemplo, la accidentalidad de un itinerario para peatones y ciclistas no depende sólo de los cambios en sus condiciones de circulación, sino de los que hayan sufrido de manera independiente los vehículos motorizados.

Por último, la interpretación de los resultados de una experiencia no debe hacer abstracción de la afección diferencial de las medidas hacia los distintos tipos de usuarios, sectores sociales o grupos de interés, pues lo que resulta positivo para unos puede ser negativo para otros.



## **PARTE IV. REFERENCIAS**





## 11 Bibliografía

AASHTO (2004):

**Green Book - A Policy on Geometric Design of Highways and Streets.** American Association of State and Highway Transportation Officials. 5ª Edición.

AAVV (2001):

**A city for pedestrians: Policy-making and implementation.** Final report of COST Actino C6. Town and infrastructure planning for safety and urban quality for pedestrians. Directorate-General for Research. European Comisión. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Luxemburgo

AAVV (2002):

**Jornades sobre Mobilitat Sostenible.** Conselleria de Medi Ambient del Govern de les Illes Balears. Palma de Mallorca.

ADAMS, J. (1985):

**Risk and freedom. The record of road safety regulation.** Transport Publishing Projects. Londres.

ADAMS, J. (1988a):

**Evaluating the effectiveness of road safety measures.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en junio de 1988. Londres.

ADAMS, J. (1988b):

**Risk homeostasis and purpose of safety regulation.** Artículo de la revista **Ergonomics**, vol. 31, nº 4. Londres.

ADAMS, J. (1990):

**Road pricing in London: diversion or focus?** Ponencia presentada en el seminario **Practical Possibilities for a Comprehensive Transport Policy with and without Road Pricing** organizado por el PTRC (Planning and Transport Research and Computation International Association). Londres.

ADAMS, J. (1995):

**Risk.** University College London Press. Londres.

ADAMS, J. (1999):

**Risky business. The Management of Risk and Uncertainty.** Adam Smith Institute. London.

ÁGÚSTSSON, L. (2005):

**Danish Experiences with Speed Management.** Ponencia del congreso anual del Transportation Research Board.

AINA, P. y otros (1989):

**La riqualificazione degli spazi urbani a Novara.** Artículo del nº 409 de la revista **Costruzioni**, diciembre de 1989. Italia.

AJUNTAMENT DE BARCELONA (2002):

**A peu per Barcelona.** Pacte per la Mobilitat. Vía Pública.

ALONSO LÓPEZ, F. y SALA, E. (2005):

**La accesibilidad universal en los municipios: guía para una política integral de promoción y gestión.** IMSERSO. Madrid.

A PIE (2004):

**Cuaderno de Intervención Peatonal.** Asociación de Viandantes A PIE. Madrid.

ANDERSON, S. (ed.) (1986):

**On streets.** The MIT Press. Cambridge, Massachusetts, Estados Unidos.

A.N.W.B. (1977):

**Woonerf.** Ministerio de Transportes y Obras Públicas. La Haya.

A.N.W.B. (1980):

**Woonerf.** Algemene Nerlandse Wielrijdersbond. La Haya.

APARICIO, A. (1993a):

**Autopistas urbanas y periferia. Historia de un conflicto no resuelto. El ejemplo de la N-II en Madrid.** Tesis doctoral para la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de la Universidad Politécnica de Madrid. Edición mimeografiada.

APARICIO, A. (1993b):

**Medidas de prioridad para el transporte público en la red viaria: el caso de la N-VI en Madrid.** Ponencia de las jornadas técnicas **Movilidad y territorio en las grandes ciudades: el papel de la red viaria.** Publicadas por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.

APARICIO, A. (1995):

**Hacia la diversificación de la oferta de transporte: los modos intermedios.** Artículo de la revista **Rutas.** Asociación técnica de las Carreteras. Nº 47, Marzo-Abril 1995. Madrid.

APARICIO, A. y MOLINA, E. (1994):

**Hacia un uso equilibrado de la infraestructura viaria: el programa de "plataformas reservadas" en los accesos de Madrid.** Ponencia presentada en el Seminario sobre Tecnologías Urbanas CITYTEC'94. Barcelona.

APARICIO, A. y SANZ, A. (2000):

**Mobility management and collaborative planning: helping each other.** Ponencia del Congreso ECOMM.

APPLEYARD, D. (1981):

**Livable streets.** University of California Press. Berkeley y Los Angeles.

APPLEYARD, D. (1991):

Prólogo de **Public streets for public use** (VERNEZ MOUDON, A. ed.). Primera edición de 1987. Columbia University Press. Nueva York.

AYUNTAMIENTO DE MADRID (2001):

**Instrucción para el Diseño de la Vía Pública en el municipio de Madrid.** Equipo redactor: Julio Pozueta, Francisco José Lamíquiz, Teresa Sánchez-Fayos y Silvia Villacañas. Aprobada en pleno el 21 de diciembre de 2000, publicándose en el BOCM nº 39 de 15 de febrero de 2001 y con corrección de errores en el BOCM de 12 de diciembre de 2001.

BACH, B. y PRESSMAN, N. (1992):

**Climate Sensitive Urban Space. Concepts and Tools for Humanizing Cities.** Publicatieburo. Delft. Holanda.

BAIER, R. (1990):

**Voies à forte trafic.** Ponencia presentada en el congreso internacional **Vivre et circuler en ville.** París. Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

BACH, B. y otros (1993):

**Basic legislation of cycle traffic.** Universidad de Delft y consultora Diepens & Okkema. Delft. Holanda.

BAIER, R., ACKVA, A., BAIER, M. (2000):

**Strassen und Plätze neu gestaltet – Beispiele aus der Praxis.** Kirschbaumverlag GmbH. Bonn. Alemania.

BAKKER, M. G. (1994):

**Car sharing-initiatives in the Netherlands.** Ponencia presentada en el congreso **Ecomove.** Kassel. Alemania.

BARENDRECHT, M. (1993):

**Planning in the Netherlands.** Ponencia presentada en el congreso **Travel in the city: making it sustainable.** Düsseldorf, 7-9 de junio de 1993.

BELOQUI, P. (1995):

**San Sebastian: planes de circulación y transporte en los barrios centrales.** Ponencia del congreso **La ciudad del peatón.** Ayuntamiento de San Sebastian.

BENAITO, J. y BERGUA, E. (2002)

**Reflexiones sobre movilidad y siniestralidad vial juvenil en Gipuzkoa.** Departamento de Cultura, Eusker, Juventud y Deportes, Servicio de Juventud. Diputación Foral de Gipuzkoa.

BENDIXSON, T. (1974)

**Cyclists and pedestrians.** Ponencia presentada en el seminario **Better Towns with Less Traffic** organizado por la OECD. París.

BERATUNGSSTELLE FÜR SCHADENVERHÜTUNG des HUK-VERBANDES (1990):

**Tempo 30-zonen. Auswahl und Einrichtung.** Colonia.

BERTRAND, M. J. y LISTOWSKI, H. (1984)

**Les places dans la ville.** Dunod. Paris.

BETH, L. y PHAROAH, T. (1989):

**Street adaptations in residential areas: a survey of local authorities in England and Wales.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en abril de 1989. Londres.

BJORMAN, T. (1993):

**The toll ring in Oslo.** Ponencia presentada en el congreso **Travel in the city: making it sustainable.** Düsseldorf, 7-9 de junio de 1993. Alemania.

BOLTZE, M., DINTER, M. y SCHÖTTLER, U. (1994):

**The Project FRUIT. A goal-oriented approach to traffic management in Frankfurt am Main and the Rhine-Main Region.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en julio/agosto de 1994. Londres.

BONANOMI, L. (1990):

**Le temps des rues. Vers un nouvel aménagement de l'espace rue.** I.R.E.C. Institut de Recherche sur l'Environnement Construit, Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, G.C.R. Groupe Conseil Romand pour la Moderation de la Circulation. Lausanne, Suiza.

BONANOMI, L. (2000):

**Vers un urbanisme de la proximité. Coordonner développement urbain et transports.** Dossiers du PNR 41, volume M21. Transport et Environnement. Interactions Suisse-Europe. Programme national de recherche. Berna.

BOTTLES, S. (1992):

**Mass Politics and the adoption of the Automobile in Los Angeles.** Capítulo del libro colectivo **The car and the city**, M. WACHS y M. Crawford (editores). The University of Michigan Press. Estados Unidos.

BRACHER, T. (1992):

**Germany.** Capítulo de **The bicycle and city traffic**, del que es editor H. McClintock. Belhaven Press. Londres.

BRENNAN, D. T. (1994):

**The evaluation of residential traffic calming: a new multi-criteria approach.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en enero de 1994. Londres.

BRINDLE, R. E. (1992)

**Australia contribution to traffic calming.** Conferen-

cia del seminario anual de verano del PTRC dedicado a "Traffic Management and Road Safety". University of Manchester. Reino Unido.

BRINDLE, R. E. (1993)

**City-wide traffic calming through urban reorganization: a house of cards?** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC. University of Manchester. Reino Unido.

BUCHANAN, C. D. (1963)

**Traffic in towns.** Traducido al castellano con el título de **El tráfico en las ciudades.** Editorial Técnos. Madrid, 1973.

BUCKMAN, L. T. y LEATHER, J. A. (1994):

**Modelling station congestion the PEDROUTE way.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en junio de 1994. Londres.

BUNDESMINISTER FÜR RAURMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1986):

**Stadtverkehr im Wandel.** Bonn.

BUNDESMINISTER FÜR RAURMORDNUNG, BAUWESEN UND STÄDTEBAU (1980):

**Wohn-strassen der Zukunft. Verkehrsberuhigung zur Verbesserung des Wohnumfeldes.** Bonn.

BURDEN, D. y LAGERWEY, P. (1999):

**Road diets.** Walkable Communities. Orlando (Florida, Estados Unidos).

CANO, T. (1999):

**El régimen jurídico-administrativo del tráfico.** Civitas-DGT. Madrid.

CANO, T. (2006):

**Los ayuntamientos y el tráfico.** Iustel. Madrid.

CAIRNS, S., HASS-KLAU, C. y GOODWIN, P. B. (1998):

**Traffic Impact of Highway Capacity Reductions: Assessment of the Evidence.** Department of Environment, Transport and the Regions (DETR). Landor Publishing. Londres.

CAIRNS, S., ATKINS, S. y GOODWIN, P. (2000):

**Disappearing traffic? The story so far.** Municipal Engineer 151, Issue 1.

CARTOUX, R. (1993):

**Suivis et évaluations d'opérations innovantes d'aménagement urbain.** Ponencia presentada en el congreso **Quels transports pour nos villes de demain?**, organizado por la Association pour le développement des techniques de transport, d'environnement et de circulation (ATEC). Versailles, Francia.

CASADEÚS, S. (2005):

**Consideraciones en torno a los modelos para el estudio de la evacuación de edificios.** Tesis para la obtención del grado de Doctor Ingeniero Industrial. Universitat Politècnica de Catalunya. Terrasa (Barcelona).

CEBOLLADA, A. Y MIRALLES, C. (2004):

**Mobilitat i exclusió social: un nou repte per a les administracions locals.** Diputació de Barcelona. Colección Síntesis nº 9.

CECILIA, F. (1973):

**How to improve urban traffic conditions by restraining private traffic. Preference of public surface transport.** Ponencia presentada en el congreso **Techniques of improving urban conditions by restraint of road traffic**, celebrado en Colonia (Alemania) en 1971. OECD, París.

CENTRO ZARAGOZA (2003):

**La teoría visión cero sobre seguridad vial.** Zaragoza.

CERDA, I. (1859 y 1861):

**Teoría de la construcción de las ciudades aplicada al proyecto de reforma y ensanche de Barcelona (1859) y Teoría de la viabilidad urbana y reforma de la de Madrid (1861).** Ministerio para las Administraciones Públicas, Ayuntamiento de Madrid y Ayuntamiento de Barcelona. Madrid, 1991.

CERTU (1994a):

**Ville plus sûre, Quartier sans accidents. Réalisations et évaluations.** Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. Ministère de l'Équipement des Transports et du Tourisme. Lyon, Francia.

CERTU (1994b):

**Les Mini-Giratoires.** Ficha de información nº 34. Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement. Lyon, Francia.

CERTU (1999a):

**Carrefours a feux. Fiches.** Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement. Lyon, Francia.

CERTU (1999b):

**Évaluation de l'expérimentation de Brignais d'une ligne avancée devant les passages-piétons.** Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. Ministère de l'Équipement des Transports et du Tourisme. Lyon, Francia.

CERTU (2003):

**Les zones 30 en France: bilan des pratiques en 2000.** Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. Ministère de l'Équipement des Transports et du Tourisme. Lyon, Francia.

CETUR (s.f.):

**Guide modération de la vitesse en agglomération. Recommandations techniques sur la limitation généralisée à 50 Km/h.** Direction de la Sécurité et de la Circulation Routière. Centre d'Études des Transports Urbains. Paris. Francia.

CETUR (s.f.):

**La ville. Solution vélo.** Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR). Bagneux, Francia.

CETUR (1980a):

**Les effets induits des zones piétonnes.** Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

CETUR (1980b):

**Le dispositif dos d'âne.** Dossier del CETUR nº 7. Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

CETUR (1981):

**Les dispositifs de protection pour les piétons.** Dossier del CETUR nº 9. Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

CETUR (1982):

**Les rues mixtes: Piétons - transports collectifs.** Centre d'Études des Transports Urbains, Francia.

CETUR (1983):

**Les séparateurs physiques de couloirs bus.** Dossier del CETUR nº 19. Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

CETUR (1985):

**Sécurité des piétons en milieu urbain.** Ficha técnica nº 5. Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

CETUR (1988):

**Voirie urbaine.** Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

CETUR (1989):

**Reduire la vitesse en agglomération. Mesures localisées d'exploitation et d'équipement de la voirie.** Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

CETUR (1990a):

**Matériaux d'aménagement sur chaussée. Guide technique.** Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

CETUR (1990b):

**Ville plus sûre, quartiers sans accidents. Savoir-faire et techniques.** Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

CETUR (1991a):

**Des mesures, des équipements et des aménagements pour améliorer la productivité externe des transports publics urbains.** Dossier del CETUR nº 50. Bagneux, Francia.

CETUR (1991b):

**Les dispositifs anti-stationnement. La pratique des villes.** Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

CETUR (1992):

**Guide zone 30. Méthodologie et Recommandations.** Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

CHOAY, F. (1965):

**El urbanismo. Utopías y realidades.** Tercera edición en castellano de la versión francesa. Editorial Lumen, Barcelona. 1983.

CIFUENTES, M. (1999):

**Pasos peatonales: el punto de vista de los peatones.** Capítulo de **Intercambio de experiencias en moderación del tráfico local.** SANZ, A. y ROMÁN, M. (editores) Publicación de las ponencias presentadas en el seminario celebrado en Madrid. MAFOREM, Unión Sindical de Madrid Región de Comisiones Obreras. Madrid.

CITY PLANNING OFFICE OF LUND (2007): **Urban Planning of Reduced Car Use.** Short Version. City of Lund. Suecia.

CIUFFINI, C. M. (1991):

**Proposition de recherche pour une ville sans voiture.** Tecnoser. Roma.

CIUFFINI, F. M. (1995):

**Perugia: una ciudad sin coches.** Ponencia del Primer Congreso **Movilidad y calidad ambiental en centros urbanos** celebrado en Granada en 1993. Publicación del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente. Madrid.

COLLIN, J. (1990):

**Tempo 30. Results from a traffic restraint program**

**carried out in a number of German cities.** Ponencia del congreso **Velocity'89**. Dansk Cyklist Forbund. Copenhagen.

COLLINS, M. S. (1990):

**Traffic calming and environmental management.** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC dedicado a "Environmental Issues". University of Sussex. Reino Unido.

COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1990):

**Libro Verde sobre el Medio Ambiente Urbano.** COM(90) 218 final. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas, Luxemburgo.

COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1992a):

**Libro Verde relativo al Impacto del Transporte sobre el Medio Ambiente.** COM(92) 46 final. Bruselas.

COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (1992b):

**The Future Development of the Common Transport Policy: a global approach to the construction of a Community framework for sustainable mobility.** COM(92) 494 final. Bruselas.

COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2000):

**En bici, hacia ciudades sin malos humos.** Dirección General de Medio Ambiente de la Comisión Europea. Oficina de Publicaciones de las Comunidades Europeas. Luxemburgo.

COMISION DE LAS COMUNIDADES EUROPEAS (2002):

**La ciudad, los niños y la movilidad.** Dirección General de Medio Ambiente. Oficina de Publicaciones Oficiales de las Comunidades Europeas. Luxemburgo.

CONSEIL NATIONAL DES TRANSPORTS (2005):

**Un voirie pour tous. Securite et cohabitation sur la voie publique au delà des conflits d'usage.** París.

CONSERVATION LAW FOUNDATION (2000):

**Calmar el tráfico.** Versión en castellano. Boston. Estados Unidos

CORRAL, C. (1995):

**La movilidad en ciudades históricas: nuevas tendencias y actuaciones.** Ponencia del Primer Congreso **Movilidad y calidad ambiental en centros urbanos** celebrado en Granada en 1993. Publicación del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente. Madrid.

CORRAL, C. (1999):

**Pavimentaciones pensadas para la moderación del tráfico.** Capítulo de **Intercambio de experiencias en moderación del tráfico local.** SANZ, A. y ROMÁN, M. (editores) Publicación de las ponencias presentadas en el

seminario celebrado en Madrid. MAFOREM, Unión Sindical de Madrid Región de Comisiones Obreras. Madrid.

CORRAL, C. y otros (1988):

**Avance de algunos criterios urbanísticos para la racionalización del tráfico y el transporte en las ciudades españolas.** INITEC. Madrid.

C.R.O.W. (1988):

**Aanbevelingen voor veerkeersvoorzieningen binnen de bebouwde kom.** Centro para la Investigación y la Estandarización en Ingeniería Civil y del Tráfico (C.R.O.W.). Ede. Holanda.

C.R.O.W. (1989):

**Van woonerf tot erf.** Ede, Holanda. Publicación en inglés, francés y alemán sobre los cambios en la normativa "woonerf" llevados a cabo en los Países Bajos.

C.R.O.W. (1993):

**Sign up for the bike. Design manual for a cycle-friendly infrastructure.** Centro para la Investigación y la Estandarización en Ingeniería Civil y del Tráfico (C.R.O.W.). Ede. Holanda.

C.R.O.W. (1998):

**Recommendations for traffic provisions in built-up areas.** Centre for Research and Contract Standardization in Civil Engineering. Ede (Holanda).

CROWLEY, F. y MACDERMOTT, A. (2002):

**Evaluation of Traffic Calming Schemes Constructed on National Roads 1993-1996.** RS 460. National Roads Authority. Dublín.

DALBY, E. (1976):

**Space-sharing by pedestrians and vehicles.** Transport and Road Research Laboratory. Department of the Environment. Informe nº 743. Crowthorne, Berkshire, Reino Unido.

DANISH ROAD DIRECTORATE (1987):

**Consequence Evaluation of Environmentally Adapted Through Road in Vinderup.** Informe nº 52 del Road Data Laboratory. Herlev, Dinamarca.

DANISH ROAD DIRECTORATE (1988)

**Consequence Evaluation of Environmentally Adapted Through Road in Skaerbaek.** Informe nº 63 del Road Data Laboratory. Herlev, Dinamarca.

DANISH ROAD DIRECTORATE (1993a)

**Bicycle Routes and Town Environment in Denmark.** Copenhagen.

DANISH ROAD DIRECTORATE (1993b)

**An Improved Traffic Environment. A Catalogue of**

**Ideas.** Informe nº 106 del Road Data Laboratory. Herlev, Dinamarca.

DOTTERRER, S. (1991)

**Portland's Arterial Streets Classification Policy. Capítulo de Public streets for public use** (Vernez Moudon, A. ed.). Primera edición de 1987. Columbia University Press. Nueva York.

DASGUPTA, M. (1993)

**Urban problems and urban policies: OECD/ECMT study of 132 cities.** Ponencia presentada en el congreso **Travel in the city: making it sustainable.** Düsseldorf, 7-9 de junio de 1993.

DAVIDSE R., VAN DRIEL C. y GOLDENBELD C. (2004)

**The Effect of Altered Road Markings on Speed and Lateral Position.** SWOV, Institute for Road Safety Research, Leidschendam, Holanda.

DAVIS, A. (1992a)

**Livable streets through environmental capacity limits.** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC dedicado a "Environmental Issues". University of Manchester. Reino Unido.

DAVIS, A. (1992b)

**Livable streets and perceived accident risk: quality-of-life issues for residents and vulnerable road-users.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en junio de 1992. Londres.

DAVIS, A. (1994)

**The Speed and Mobility Culture: The sacrifice of health and quality of life.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en octubre de 1994. Londres.

DAVIS, A. (2001)

**Killing Speed: A Good Practice Guide to Speed Management.** Slower Speeds Initiative. Hereford (Reino Unido).

DAVIS, R. (1993):

**Death on the streets. Cars and mythology of road safety.** Leading Edge. North Yorkshire, Reino Unido.

DAWSON, J. A. L. (1986):

**Electronic road pricing in Hong Kong.** Serie de cuatro artículos aparecidos en la revista **Traffic Engineering and Control.** Febrero de 1986. Londres.

DE ARAGAO, P. (1992):

**La moderation du trafic en Suisse: une approche integree et globale.** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC. University of Manchester. Reino Unido.

DE LA HOZ, C. y POZUETA, J. (1989):

**Recomendaciones para el diseño de glorietas en carreteras suburbanas.** Dirección General de Transportes, Comunidad de Madrid. En 1995 se publicará una edición actualizada.

DE LA HOZ, C. y POZUETA, J. (1991):

**Diseño de Carreteras en áreas suburbanas.** Dirección General de Transportes, Comunidad de Madrid.

DE LA HOZ, C. y POZUETA, J. (1994):

**Análisis del funcionamiento de intersecciones giratorias. Resultados de la observación de doce glorietas en la Comunidad de Madrid.** Dirección General de Transportes, Comunidad de Madrid.

DE LA RICA, S. (1993):

**La congestión del tráfico en Madrid.** Capítulo V de **Los problemas del transporte metropolitano.** Ministerio de Obras Públicas Transportes y Medio Ambiente. Madrid.

DEPARTAMENT DE POLÍTICA TERRITORIAL I OBRES PÚBLIQUES (2006):

**Guia bàsica per a l'elaboració de plans de mobilitat urbana.** Dirigido por Carme Miralles-Guasch. Generalitat de Catalunya. Barcelona.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT (2004):

**Full Guidance on Local Transport Plans.** Second Edition. Londres.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT (2004):

**Policy, Planning and Design for Walking and Cycling.** LTN 1/04. Londres.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT (2004):

**Bus Priority.** Londres.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT (2007):

**Manual for streets.** Thomas Telford Publishing. Londres.

DEPARTMENT FOR TRANSPORT (2007):

**Traffic calming.** Local Transport Note 1/2007. Londres.

DEPARTMENT OF CITY PLANNING (1976):

**Plazas for people.** City of New York.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENT (1967):

**Better use of Town Roads. The report of a study of the means of restraint of traffic on urban roads.** HMSO. Londres.

DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS (2000a):

**Encouraging walking: advice to local authorities.** Londres.

DEPARTMENT OF ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS (2000b):

**New Directions in Speed Management. A Review of Policy.** DETR. Londres.

DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT, TRANSPORT AND THE REGIONS (2001):

**Traffic Calming Bibliography.** Traffic Advisory Leaflets Vol: 05/01. Londres.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1987):

**Measures to control traffic for the benefit of residents, pedestrians and cyclists.** Traffic Advisory Unit Leaflet 1/87. Londres.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1990):

**20 mph speed limit zones.** Circular roads 4/90. Londres.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1991a):

**20 mph speed limit zones.** Traffic Advisory Leaflet 7/91. Londres.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1991b):

**Keeping buses moving. A guide to traffic management to assist buses in urban areas.** Local Transport Note 1/91. Londres.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1992a):

**Killing speeds and saving lives. The Government strategy for tackling the problem of excess speed on our roads.** Londres.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1992b):

**Design Bulletin 32. Residential roads and footpaths.** Segunda edición. Londres.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1992c):

**The Carfax, Horsham 20 mph zone.** Traffic Advisory Leaflet 2/92. Londres.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1993):

**20 mph speed limit zone signs.** Traffic Advisory Leaflet 2/93. Londres.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1994):

**Entry Treatments.** Traffic Advisory Leaflet 2/94. Londres.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1995a):

**The Assessment of Pedestrian Crossings.** Local Transport Note 1/95. HMSO. Londres.

DEPARTMENT OF TRANSPORT (1995b):

**The Design of Pedestrian Crossings.** Local Transport Note 2/95. HMSO. Londres.

DEVON COUNTY COUNCIL (1991):

**Traffic Calming Guidelines.** Exeter.

DE WIT, T. (1993):

**Overview of traffic calming. Ponencia presentada en el congreso Travel in the city: making it sustainable.** Düsseldorf, 7-9 de junio de 1993. Alemania.

DIAZ, N. (1993):

**Planificación viaria, estructura metropolitana y transporte público: experiencia en EE.UU.** Ponencia de las jornadas técnicas **Movilidad y territorio en las grandes ciudades: el papel de la red viaria.** Publicadas por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.

DIPUTACIÓ DE BARCELONA (1998):

**Disseny d'elements de moderació de la circulació.** Manuals nº 8. Barcelona.

DIRECTION DÉPARTEMENTALE DE L'ÉQUIPEMENT DES YVELYNES (1988):

**La sécurité routière en milieu urbain.** Versailles, Francia.

DIRECTORATE OF PUBLIC ROADS (1985):

**Road System and Road Standard. Proposal for Revision of Road Design Policy Manuals.** Noruega.

DÖLDISSEN, A. y DRAEGER, W. (1990):

**Environmental traffic management strategies in Buxtehude, West Germany.** Capítulo de **The greening of urban transport: planning for walking and cycling in Western cities** del que es editor R. Tolley. Belhaven Press. Londres.

DONATTI, A. (1994a):

**Bolonia, una nueva estrategia de transporte urbano.** Ponencia presentada en el II Congreso sobre Movilidad y Calidad Ambiental, celebrado en Toledo con el título **La ciudad accesible**, y publicada en la revista **Alfoz**, nº 109. Madrid.

DONATI, A. (1994b)

: **Bologna: city without cars – failures and successes.** Ponencia de la Conferencia **Car free cities**, celebrada en Amsterdam en Marzo de 1994.

DONDONA, G. (1989):

**Un progetto pilota di riqualificazione urbana per la città di Torino.** Artículo del nº 409 de la revista **Costruzioni**, diciembre de 1989. Italia.

DRENNEN, E. (2003):

**Economic Effects of Traffic Calming on Urban Small Businesses.** Department of Public Administration. San Francisco State University.



DUMBAUGH, E. (2005):

**Safe Streets, Livable Streets.** Journal of the American Planning Association, Vol. 71, No. 3, Verano 2005. Chicago.

EGEA, P., HAYES, S. y BURGELL, J. (1993):

**Findings from a GAUDI Zone Access Control field-trial in Barcelona.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en marzo de 1993. Londres.

EICHENAUER, M. y otros (1979):

**Calles habitables. Convivir con el tráfico.** Capítulo de **La ciudad peatonal** editado por P. Peters y traducido de la versión alemana (1977). Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

ELLIS, C. D. (1990):

**Visions of Urban Freeways, 1930-1970.** Tesis doctoral en planificación regional y urbana por la University of California en Berkeley. Edición mimeografiada.

ENGEL, U. y THOMSEN, L. K. (1983):

**Trafiksnering pa Osterbro sammenfatning.** Radet for Trafiksikkerhedsforskning. Copenhagen.

ENGWICHT, D. (1992):

**Towards and eco-city: calming the traffic.** Envirobook. Sydney, Australia. También publicado con el título de **Reclaiming our Cities and Towns.**

ENGWICHT, D. (2005):

**Mental Speed Bumps: The Smarter Way to Tame Traffic.** Creative Communities International. Brisbane, Australia.

ENGWICHT, D. (2006):

**Intrigue & Uncertainty. Towards New Traffic-Taming Tools.** Version 2.1. e-book ([www.lesstraffic.com](http://www.lesstraffic.com)).

EQUIPO DE URBANISMO Y ARQUITECTURA (1984):

**Recomendaciones para el diseño del viario en el Plan General de Ordenación Urbana de Madrid.** Ayuntamiento de Madrid.

ESTEVAN, A. (2000):

**Los accidentes de automóvil: una matanza calculada.** Revista Sistema nº162/163. También en la web: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n19/aaest2.html>

ESTEVAN, A. y SANZ, A. (1996):

**Hacia la reconversión ecológica del transporte en España.** Editorial La Catarata. Bilbao. Un resumen del mismo puede encontrarse en el capítulo **La estabilización ecológica del transporte en España, de la obra La situación del mundo 1994.** Informe anual del Worldwatch Institute, publicado en España por el Centro de Investigaciones para la Paz a través de Emecé Editores. Madrid.

EUBANK-AHRENS, B. (1991):

**A Closer Look at the Users of Woonerven. Capítulo de Public streets for public use** (Vernez Moudon, A. ed.). Primera edición de 1987. Columbia University Press. Nueva York.

EWING, R. (1999):

**Traffic Calming: State of the Practice.** Institute of Transportation Engineers (ITE). Preparada para la Federal Highway Administration del U.S. Department of Transportation, Washington, DC.

FARIÑA, J. y Pozueta, J. (1999):

**Tejidos residenciales y formas de movilidad.** Cuadernos de Investigación Urbanística nº 12, Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

FEDERAL HIGHWAY ADMINISTRATION (2000):

**Roundabouts. An Informational Guide.** U.S. Department of Transportation. Publication No.FHWA-RD-00-067. Malean, Virginia (Estados Unidos).

FEARON, J., SCOTT, M. y GREEN, M. (1994):

**Commercial vehicle responses to congestion charging.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en febrero de 1994. Londres.

FERNÁNDEZ DURÁN, R.(1993):

**La explosión del desorden. La metrópoli como espacio de la crisis global.** Editorial Fundamentos. Madrid.

FONDATION ROI BAUDOIN (1989):

**Réécrire la route ensemble. Une étude sur les traversées d'agglomération.** Bruselas.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (1987):

**Empfehlungen zur Strassenraumgestaltung innerhalb bebauter Gebiete [ESG].** Bonn y Colonia.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (1993):

**Empfehlungen für die Anlage von Hauptverkehrsstrassen [EAHV 93].** Bonn y Colonia.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (1996):

**Empfehlungen für die Anlage von Erschliessungstrassen. EAE 85/95.** Forschungsgesellschaft für Strassen und Verkehrswesen. Arbeitsgruppe Strassenentwurf. Colonia.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (2001):

**Richtlinien für die Anlage und Ausstattung von Fußgängerüberwegen.** R-FGÜ 2001 - [FGSV-Nr. 252]. Colonia.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (2002):

**Empfehlungen für Fußgängerverkehrsanlagen.** EFA -[FGSV-Nr. 288]. Colonia.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (2005):

**Empfehlungen für Anlagen des ruhenden Verkehrs.** EAR 05 - [FGSV-Nr. 283]. Colonia.

FORSCHUNGSGESELLSCHAFT FÜR STRASSEN- UND VERKEHRSWESEN (2007):

**Richtlinien für die Anlage von Stadtstrassen.** (RASt 06). Colonia.

FRANCIS, M. (1991):

**The Making of Democratic Streets. Capítulo de Public streets for public use** (Vernez Moudon, A. ed.). Primera edición de 1987. Columbia University Press. Nueva York.

FRUIN, J. J. (1971):

**Pedestrian Planning and Design.** MIT Press. Nueva York.

FUNDACIÓN RACC (2007):

**Criterios de movilidad ZONAS 30.** Barcelona.

GARCÍA, E (1999):

**El peatón ante las glorietas y miniglorietas. Capítulo de Intercambio de experiencias en moderación del tráfico local.** SANZ, A. y ROMÁN, M. (editores) Publicación de las ponencias presentadas en el seminario celebrado en Madrid. MAFOREM, Unión Sindical de Madrid Región de Comisiones Obreras. Madrid.

GAHAN, E. (1973):

**A bus lane on a major artery.** Ponencia presentada en el congreso **Techniques of improving urban conditions by restraint of road traffic**, celebrado en Colonia (Alemania) en 1971. OECD, París.

GART/CERTU (2000):

**Suivi national des plans de déplacements urbains.** Groupement des Autorités Responsables de Transport. Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques. Ministère de l'Équipement des Transports et du Tourisme. Lyon, Francia.

GANDINO, B. (1989):

**Coesistenza pacifica e amichevole tra auto e pedoni. Migliore qualità urbana con la tecnica della**

**moderazione della circolazione.** Artículo del nº 409 de la revista **Costruzioni**, diciembre de 1989. Italia.

GARBRECHT, D. (1990):

**Walking and public transport: two sides of the same coin.** Capítulo de **The bicycle and city traffic**, del que es editor el mismo autor. Belhaven Press. Londres.

GARCIA RAMON, J. (1993):

**La restricción al tráfico privado como aportación a la congestión en las grandes ciudades.** Capítulo del libro **Los problemas del transporte metropolitano.** Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.

GARCÍA POVEDA, E. (1999):

**El peatón ante las glorietas y miniglorietas. Capítulo de Intercambio de experiencias en moderación del tráfico local.** SANZ, A. y ROMÁN, M. (editores) Publicación de las ponencias presentadas en el seminario celebrado en Madrid. MAFOREM, Unión Sindical de Madrid Región de Comisiones Obreras. Madrid.

GEHL, J. (1971):

**Life between buildings. Using public space.** La Versión en inglés del original danés. Van Nostrand Reinhold Company. Nueva York. 1987. Existe versión en castellano titulada **La humanización del espacio urbano** (Editorial Reverté. Barcelona, 2006).

GIL, T. (2003):

**Influencia de la configuración del borde público-privado sobre el comportamiento de los peatones. El caso de la ciudad de Madrid.** Tesis doctoral de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid dirigida por Jan Gehl y Julio Pozueta. Madrid.

GILBERT, R. (1998):

**Reduced car ownership as a route to clean transport.** Artículo de la revista *World Transport Policy & Practice*. Volumen 4, nº 3.

GODEFROOIJ, T. (1982):

**Snelheid remmem.** Editado por el comité **"50 is tevel"**. ENFB (Woerden), Stop de Kindermoord (Amsterdam) y VBV (La Haya).

GOUT, P. (1993a):

**Expériences européennes de limitation de la circulation en ville.** Ponencia presentada en el congreso **Quels transports pour nos villes de demain?**, organizado por la Association pour le développement des techniques de transport, d'environnement et de circulation (ATEC). Versailles, Francia.

GOUT, P. (1993b):

**Actuaciones de coexistencia de tránsitos en centro-**

**europa: un balance.** Ponencia del Primer Congreso **Movilidad y calidad ambiental en centros urbanos** celebrado en Granada en 1993. Publicación del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente. Madrid.

GOUT, P. (1995):

**Moderer le trafic et renforcer le dynamisme urbain.** Ponencia del congreso **La ciudad del peatón.** Ayuntamiento de San Sebastian.

GRAZIANI, C. A. (1988):

**La protección del peatón y la Carta Europea de los Derechos del Peatón.** Informe de la Comisión de Medio Ambiente, Salud Pública y Protección del Consumidor del Parlamento Europeo.

GREATER LONDON COUNCIL (1985):

**Introducción al diseño urbano en áreas residenciales.** Título de la edición original de 1978: **An Introduction to Housing Layout.** (1978). Hermann Blume. Madrid.

GROTEHUIS, D. H. (1979):

**The Woonerf in city and traffic planning.** Ayuntamiento de Delft.

GROUPE TRANSPORT 2.000 PLUS (1990):

**Transport in a Fast Changing Europe. Vers un Reseau Europeen des Systemes de Transport.** Comisión Europea. Bruselas.

GUIDEMAPS (2005):

**Toma de decisiones y participación pública. Mejorando el proceso en relación con la planificación del transporte.** Volumen 1: Conceptos y herramientas. Volumen 2. Fichas. Consorcio del proyecto europeo GUIDEMAPS. Consorcio Regional de Transportes de Madrid. Madrid.

GUILLAUME, M. (1993):

Ponencia presentada en el congreso **Quels transports pour nos villes de demain?**, organizado por la Association pour le développement des techniques de transport, d'environnement et de circulation (ATEC). Versailles, Francia.

GULLER, P. (1994):

**Automóvil, transporte público y calidad de vida.** Ponencia presentada en el II Congreso sobre Movilidad y Calidad Ambiental, celebrado en Toledo con el título **La ciudad accesible**, y publicada en la revista **Alfoz**, nº 109. Madrid.

GUNNARSSON, S. O. y MARKSTEDT, L. (1975):

**Swedish experience from replanning of street patterns for improvement of the urban environment.**

Capítulo de **Roads and the urban environment.** OECD. París.

GUNNARSSON, O. (1996):

**Problems and needs of pedestrians.** Chalmers University of Technology. Department of Roads and Traffic Planning. IATSS Research Vol.20 nº 2. Goteborg (Suecia).

HALL, P. (1993):

**Cities of Tomorrow.** Primera edición publicada en 1988. Blackwell. Oxford, Reino Unido.

HARTMAN, J. B. y BAKKER, M. G. (1986):

**Residential neighbourhoods and traffic zones.** Ministerie van Verkeer en Waterstaat. La Haya.

HASS-KLAU, C. (1990a):

**The Pedestrian and City Traffic.** Belhaven Press. Londres.

HASS-KLAU, C. (1990b):

**Políticas de transporte integrado para grandes áreas metropolitanas de Europa.** Ponencia presentada en el seminario **Las grandes ciudades en la década de los noventa**, publicada con éste último título por la Editorial Sistema. Madrid.

HASS-KLAU, C. (1992):

**State of the art assessment of road humps and their relationship to traffic calming.** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC. University of Manchester. Reino Unido.

HASS-KLAU, C. (1993):

**Impact of pedestrianization and traffic calming on retailing.** Artículo de la revista **Transport Policy**, vol. 1, nº 1. Oxford, Reino Unido.

HASS-KLAU, C., NOLD, I., BÖCKER G. y CRAMPTON, G. (1992):

**Civilised Streets. A Guide to Traffic Calming.** Environmental and Transport Planning. Brighton, Reino Unido.

HASS-KLAU, C., DOUGLAS, J. y NOLD, I. (1993):

**Pedestrian routes in Central Edinburg.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en marzo de 1993. Londres.

HAWTHORN, G. y MANHEIM, M. (1974):

**Guidelines for planning, financing and implementing a comprehensive policy of traffic restraints.** Ponencia presentada en el seminario **Better Towns with Less Traffic** organizado por la OECD. París.

HERNANDEZ AJA, A. (1992):

**¿Tráfico contra calles? Tipología de calles de Madrid.** Artículo del nº 91-92 de la revista **Ciudad y Territorio.** Madrid.

HILLIER, B. (1996):

**Space is the machine: a configurational theory of architecture.** Cambridge University Press. Hay versión electrónica de 2007 con un nuevo prólogo editada por Space Syntax y el University College London (UCL): [www.spacesyntax.com](http://www.spacesyntax.com).

HILLMAN, M. (ed.) (1993):

**Children, Transport and the Quality of Life.** The Policy Studies Institute. Londres.

HILLMAN, M. (1992a):

**The role of walking and cycling in public policy.** Artículo del número de abril de 1992 de la revista **Consumer Policy Review.** Consumers' Association. Londres.

HILLMAN, M. (1992b):

**Reconciling transport and environmental policy objectives: the way ahead at the end of the road.** Artículo aparecido en la revista **Public Administration** en el verano de 1992 (vol. 70, nº 2). Oxford, Reino Unido.

HILLMAN, M. (1992c):

**Cycling. Towards Health & Safety.** British Medical Association. Oxford University Press. Oxford. Reino Unido.

HILLMAN, M., ADAMS, J. y WHITELEGG, J. (1990):

**One false move... A study of children's independent mobility.** The Policy Studies Institute. Londres.

HILLMAN, M. y WHALLEY, A. (1979):

**Walking is transport.** Policy Studies Institute. Londres.

HODGE, A. R. (1992):

**A review of the 20 mile/h speed zones: 1991.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en octubre de 1992. Londres.

HOLZAPFEL, H. (1988):

**The bicycle as an element of integrated transport planning.** Ponencia presentada en el congreso Velo-City'87 celebrado en Groningen. Edición del C.R.O.W. Ede, Holanda. 1988.

HOLZAPFEL, H. (1991):

**Ville et déplacement de l'avenir.** Artículo publicado en dos entregas, en los números de enero/febrero y marzo/abril, de la revista **TEC.** Francia.

HOROWITZ, J. y KUHRITZ, S. (1974):

**Transportation Controls to Reduce Automobile Use and Improve Air Quality in Cities.** U.S. Environmental Protection Agency. Washington, D.C.

HUNT, J. (1995):

**Pedestrian signals at junctions. A review of practice**

**and effectiveness.** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC. University of Manchester. Reino Unido.

HVOSLEF, H. (1993):

**Environmentally Adapted Through Roads. Implementation in Norway.** Artículo del nº 3 de la revista **Nordic Road & Transport Research,** editada por el Instituto Sueco de Investigación de la Carretera y el Transporte. Linköping, Suecia.

IDAE (2006a):

**Guía práctica para la elaboración e implantación de Planes de Movilidad Urbana Sostenible.** Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid.

IDAE (2006b):

**Guía práctica para la elaboración e implantación de Planes de Transporte al Centro de Trabajo.** Instituto para la Diversificación y Ahorro Energético. Ministerio de Industria, Turismo y Comercio. Madrid.

IHOBE (2004):

**Guía práctica para la elaboración de Planes Municipales de Movilidad Sostenible.** IHOBE, S.A. Sociedad Pública de Gestión Ambiental. Departamento de Ordenación del Territorio y Medio Ambiente del Gobierno Vasco. Serie Programa Marco Ambiental nº 36. Bilbao.

ILS NRW (1992):

**Verkehrsberuhigung und Straßenraumgestaltung.** Institut Für Landes-Und Stadtentwicklungsforschung Und Bauwesen Des Landes Nordrhein-Westfalen. Dortmund.

ILS NRW (1998):

**Hauptverkehrsstraßen für den Umweltverbund. Eine Planungshilfe für die Praxis.** Institut Für Landes-Und Stadtentwicklungsforschung Und Bauwesen Des Landes Nordrhein-Westfalen. Dormunt.

ILS NRW (2001):

**Fußverkehr. Eine Planungshilfe für die Praxis.** Institut Für Landes-Und Stadtentwicklungsforschung Und Bauwesen Des Landes Nordrhein-Westfalen. Dormunt.

INSTITUT BELGE POUR LE SÉCURITÉ ROUTIÈRE (2004):

**Le code de la rue ... la rue pour tous.** Bruselas.

INSTITUT CATALÀ DE SEGURETAT VIÀRIA (1991):

**Moderació de la circulació a l'àmbit urbà.** Dossier tècnic de seguretat viària nº 1. Barcelona.

INSTITUT CATALÀ DE SEGURETAT VIÀRIA (1992a):

**Carrers per viure.** Dossier tècnic de seguretat viària nº 2. Barcelona.

INSTITUT CATALÀ DE SEGURETAT VIÀRIA (1992b):

**Travesseres.** Dossier tècnic de seguretat viària nº 3. Barcelona.

INSTITUT CATALÀ DE SEGURETAT VIÀRIA (1992c):

**Les rotondes.** Dossier tècnic de seguretat viària nº 4. Barcelona.

INSTITUT CATALÀ DE SEGURETAT VIÀRIA (1992d):

**Els vianants: el problema.** Dossier tècnic de seguretat viària nº 5. Barcelona.

INSTITUT CATALÀ DE SEGURETAT VIÀRIA (1993):

**Els vianants: la solució.** Dossier tècnic de seguretat viària nº 6. Barcelona.

INSTITUT CATALÀ DE SEGURETAT VIÀRIA (2002):

**Elements reductors de la velocitat.** Dossier tècnic de seguretat viària nº 10. Barcelona.

INSTITUT CATALÀ DE SEGURETAT VIÀRIA (2003):

**Itineraris segurs per a escolars.** Dossier tècnic de seguretat viària nº 12. Barcelona.

INSTITUT CATALÀ DE SEGURETAT VIÀRIA (2005):

**Propostes per a la mobilitat segura en el lleure.** Dossier tècnic de seguretat viària nº 13. Barcelona.

INSTITUT BELGE POUR LA SECURITE ROUTIERE (2002):

**30 km/h aux abords des écoles.** Bruselas.

INSTITUTE OF HIGHWAY INCORPORATED ENGINEERS (2002):

**Home Zone Design Guidelines.** Londres.

INSTITUTE OF TRANSPORTATION ENGINEERS (1989):

**Residential Street Design and Traffic Control.** ITE. Prentice-Hall, Inc. Washington.

INSTITUTION OF HIGHWAYS AND TRANSPORTATION y DEPARTMENT OF TRANSPORT (1987):

**Roads and Traffic in Urban Areas.** HMSO. Londres.

INSTITUTION OF HIGHWAYS AND TRANSPORTATION (2000):

**Guidelines for providing for journeys on foot.** IHT. Londres.

INSTITUTO DE MAYORES Y SERVICIOS SOCIALES (2002)

**El Libro Verde de la accesibilidad en España.** IMSERSO. Madrid.

ITURRIOZ, P., LLOP, M., NEBOT, F. y SANZ, A. (1991):

**Estudio acerca de un Plan de Mejora de la Circulación de los viandantes y ciclistas en Madrid.** ETT. Ayuntamiento de Madrid.

JACOBS, J. (1961):

**The Death and Life of Great American Cities. The**

**Failure of Town Planning.** Edición de 1984 en Penguin Books. Harmondsworth, Reino Unido.

JAMES, H. F. (1991):

**Under-reporting of road traffic accidents.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en diciembre de 1991. Londres.

JODAR, G y REDONDO, I (1998):

**Disseny d'elements de moderació de la circulació: aportació a una mobilitat sostenible.** Diputació de Barcelona, Área de Medi Ambient.

JOHANSSON, R. (1993):

**Streets for Everybody.** Swedish Association of Local Authorities. Estocolmo.

JONES, P. M. (1992a):

**Public attitudes to options for dealing with traffic congestion in urban areas. What the pollsters say.** Capítulo de **Traffic congestion. Is there a way out?** (WHITELEGG, J. ed.). Leading Edge. North Yorkshire, Reino Unido.

JONES, P. (1992b):

**What the pollsters say?.** Capítulo del libro **Traffic Congestion. Is there a way out?** John Whitelegg (ed). Leading Edge. Londres.

JONES, S. M. y FARMER, S. A. (1993):

**Pedestrian ramps in Central Milton Keynes: a case-study.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en marzo de 1993. Londres.

JUANBELTZ, J. I. y RIANCHO, R. (2002 y 2003):

**Movilidad sostenible: el transporte urbano en la comarca de Pamplona.** Educación Secundaria Obligatoria y Educación Primaria. Guías del profesorado. Mancomunidad de la Comarca de Pamplona. Pamplona.

JUST, U. (1992):

**Traffic calming, street redesign and traffic development plans. Local transport strategies in North Rhine Westphalia. Capítulo de Traffic congestion. Is there a way out?** (WHITELEGG, J. ed.). Leading Edge. North Yorkshire, Reino Unido.

JUSTITSMINISTERIET (1978):

**Faerdselslov 40. Nye former for trafiksanering.** Betaenkning nº 827. Copenhague.

KANELLAIDIS, G. y DIMITROPOULOS, I. (1994):

**Subjective and objective evaluation of risk on roadway curves.** Artículo de la revista **Traffic Engineering and Control**, de julio/agosto de 1994. Londres.

KELLER, H. H. (1990a):

**Recent developments in German traffic calming.** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC dedicado a "Environmental Issues". University of Sussex. Reino Unido.

KELLER, H. H. (1990b):

**La modération de la circulation en R.F.A.** Ponencia presentada en el congreso internacional **Vivre et circuler en ville**. París. Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

KING, M. R., CARNEGIE, J. A. y EWING, R. (2001):

**Pedestrian Safety through a Raised Median and Redesigned Intersections.** Transportation Research Record 1828, Paper No. 03-3135, pp. 56-66.

KNIOLA, F. J. (1993):

**The crisis in city traffic: various approaches to traffic planning which is compatible with our cities.** Discurso del ministro de Transportes del estado federal alemán de Renania del Norte-Westfalia en la apertura del congreso **Travel in the city: making it sustainable**. Düsseldorf, 7-9 de junio de 1993.

KNOFLACHER, H (2003):

**A new parking organisation: the key for a successful sustainable city of the future.** Institute for Transport Planning and Traffic Engineering (Interdisciplinary Mobility and Accessibility Research) University of Technology. Viena.

KURP, A. (1973):

**Better traffic service in the central area of "Freie Hansestadt Bremen" as a result of traffic restrictions.** Ponencia presentada en el congreso **Techniques of improving urban conditions by restraint of road traffic**, celebrado en Colonia (Alemania) en 1971. OECD, París.

LARSEN, F. (1990):

**A review of means to reduce car-traffic in city centres.** Ponencia del congreso Velocity'89. Dansk Cyklist Forbund. Copenhagen.

LARSEN, L. (1989):

**Bicycling in Denmark.** Ponencia del congreso Velocity'89. Dansk Cyklist Forbund. Copenhagen.

LE CORBUSIER (1933):

**Principios de urbanismo. La Carta de Atenas.** Planeta-De Agostini. Barcelona. 1986.

LEMBERG, K. (1973):

**Motor vehicle traffic restraints in Central Copenhagen.** Ponencia presentada en el congreso **Techniques of**

**improving urban conditions by restraint of road traffic**, celebrado en Colonia (Alemania) en 1971. OECD, París.

LEMMERS, L. (1994):

**Traffic reform in Amsterdam.** Ponencia de la Conferencia **Car Free Cities**, celebrada en Amsterdam en Marzo de 1994.

LINES, C. J. (1993):

**Road humps for the control of vehicle speeds.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en enero de 1993. Londres.

LITMAN, T. (1999):

**Traffic Calming Benefits, Costs and Equity Impacts.** Victoria Transport Policy Institute. Australia.

LITMAN, T. (2005):

**Efficient Vehicles Versus Efficient Transportation. Comparing Transportation Energy Conservation Strategies.** Victoria Transport Policy Institute. Australia. Transport Policy, Volume 12, Issue 2, Marzo 2005.

LITMAN, T. (2007):

**Generated Traffic and Induced Travel. Implications for Transport Planning.** Victoria Transport Policy Institute. Australia.

LOISEAU-VAN BAERLE, F. (1989):

**Le piéton, la sécurité routière et l'aménagement de l'espace public.** Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

LOISEAU-VAN BAERLE, F. (1991):

**La loi, l'espace public et l'innovation en Europe.** Centre d'Etudes des Transports Urbaines. Bagneux, Francia.

LONDON WALKING FORUM (2000):

**Walking: Making it Happen.**

LONGSTRETH, R. (1992):

**The Perils of a Parkless Town.** Capítulo del libro colectivo **The car and the city**, M. WACHS y M. Crawford (editores). The University of Michigan Press. Estados Unidos.

LOPEZ LUCIO, R. (1994):

**Accesibilidad y nuevas centralidades.** Ponencia presentada en el Congreso **La ciudad accesible**, celebrado en Toledo en Octubre de 1994. Publicada en el nº 109 de la revista **Alfoz**. Madrid.

MACKIE, A. y WEBSTER, D. (1995):

**Monitoring of 20 mph zones.** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC. University of Manchester. Reino Unido.

MALMSTEN, B. (1993):

**The Dennis Plan.** Ponencia presentada en el congreso **Travel in the city: making it sustainable.** Düsseldorf, 7-9 de junio de 1993. Alemania.

MANCHON, F. y SANTAMERA, J. (1995):

**Recomendaciones para el proyecto y diseño del viario urbano.** Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.

MARTIN, E. y SANZ, A. (1985):

**Estudio de reestructuración de la red de transporte colectivo en el municipio de Madrid.** Volumen I: **Análisis histórico del sistema de transporte en el municipio de Madrid.** Consejería de Transportes de la Comunidad de Madrid.

MARTINEZ, J., HERRERO, M. A. y MEDINA, M. (1990):

**Espacios públicos urbanos. Trazado, urbanización y mantenimiento.** Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo, Instituto del Territorio y Urbanismo. Madrid.

MARTINEZ, L. M. (1993):

**Pautas de la velocidad comercial de autobuses urbanos.** Ponencia presentada en el I simposium sobre "Ingeniería de los transportes". Sevilla.

MATEOS, A. y SANZ, A. (1984):

**La calle: diseño para peatones y ciclistas.** Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid.

McCLINTOCK, H. (1992):

**Post-war traffic planning and special provision for bicycles.** Capítulo de **The bicycle and city traffic**, del que es editor el mismo autor. Belhaven Press. Londres.

McCLUSKEY (1985):

**El diseño de vías urbanas.** Título original de la edición de 1979: **Road Form and Townscape.** Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

MENON MIES A. P. G. y SEDDON, P. A. (1991):

**Traffic in the central area-Part I: volume characteristics.** Artículo aparecido en la revista **Journal of the Institution of Engineers**, vol. 31, nº 2. Singapur, marzo-abril de 1991.

MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT (1984):

**Handboek 30 km/h Maatregelen.** Ede. Manual holandés que fue traducido al inglés en 1991 con el título **Dutch 30 kph Zone Design Manual**, por el Transport and Road Research Laboratory (TRRL), Crowthorne (Reino Unido).

MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT (1979):

**Demonstration cycle route Tilburg.** La Haya.

MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT (s.f.):

**Facts about cycling in the Netherlands.** Documento que forma parte del Plan General de la Bici (Masterplan Fiets). La Haya.

MINISTERIE VAN VERKEER EN WATERSTAAT (1993):

**Bicycles first.** Documento que forma parte del Plan General de la Bici (Masterplan Fiets). La Haya.

MINISTERIO DE OBRAS PUBLICAS, TRANSPORTES Y MEDIO AMBIENTE (1994):

**Metro ligero. Nuevos tranvías en la ciudad.** Dirección General de Actuaciones Concertadas en las Ciudades. Madrid.

MINISTERIUM FÜR WIRTSCHAFT und VERKEHR RHEINLAND-PFALZ (1990):

**Kommunale Verkehrssicherheitsarbeit in Rheinland-Pfalz. Ein Handbuch für die Praxis.** Mainz.

MIRALLES, C. Tulla, F. y otros (2000):

**Mobilitat sostenible: innovacions conceptuals i estat de la qüestió.** Departament de Geografia. Universitat Autònoma de Barcelona. Publicación del Servei de Cooperació Local de la Diputació de Barcelona.

MIRALLES, C. y CEBOLLADA, A. (2003):

**Movilidad y transporte. Opciones políticas para la ciudad.** Documento de trabajo 25/2003. Fundación Alternativas. Madrid.

MOLINA, A. y SANZ, A. (1980):

**Transporte en modos no motorizados.** Artículo publicado en la revista *Ciudad y Territorio* nº 2/80. Madrid.

MONHEIM, H. (1979a):

**Atenuación del tráfico. Comienzo de un cambio en las tendencias de la planificación urbana y del tráfico.** Capítulo de **La ciudad peatonal** editado por P. Peters y traducido de la versión alemana (1977). Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

MONHEIM, H. (1979b):

**Crítica de las actuales zonas peatonales.** Capítulo de **La ciudad peatonal** editado por P. Peters y traducido de la versión alemana (1977). Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

MONHEIM, H. (2001):

**Street network management and transport policy – the need for a new strategy.** Capítulo de **A city for pedestrians: policy-making and implementation.** Informe final del proyecto europeo COST Action C6. Directorate General for Research. Comisión Europea. Bruselas.

MONHEIM, R. (1979a):

**De la calle a la ciudad para peatones.** Capítulo de **La ciudad peatonal** editado por P. Peters y traducido de la versión alemana (1977). Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

MONHEIM, R. (1979b):

**Coexistencia como sistema de tráfico: Modelo de una ciudad para peatones, ilustrado con el ejemplo de Bonn.** Capítulo de **La ciudad peatonal** editado por P. Peters y traducido de la versión alemana (1977). Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

MONHEIM, R. (1990):

**The evolution and impact of pedestrian areas in the Federal Republic of West Germany.** Capítulo de **The greening of urban transport: planning for walking and cycling in Western cities** del que es editor R. Tolley. Belhaven Press. Londres.

MUMFORD, L. (1953):

**Old Forms for New Towns.** Artículo incluido en la recopilación de 1964 titulada **The Highway and the City.** Secker and Warburg. Londres.

MUMFORD, L. (1953):

**Old Forms for New Towns.** Artículo incluido en la recopilación de 1964 titulada **The Highway and the City.** Secker and Warburg. Londres.

MUMFORD, L. (1957):

**Babel in Europe.** Artículo incluido en la recopilación de 1964 titulada **The Highway and the City.** Secker and Warburg. Londres.

MUMFORD, L. (1961):

**La ciudad en la Historia.** Segunda edición en castellano de la primera versión en inglés. Editorial Infinito. Buenos Aires. 1979.

MUMFORD, L. (1962):

**The case against "Modern Architecture".** Artículo incluido en la recopilación de 1964 titulada **The Highway and the City.** Secker and Warburg. Londres.

MUMFORD, L. (1964):

**The Highway and the City.** Recopilación de diversos artículos publicados de manera dispersa por el autor incluyendo el que da nombre al libro. Secker and Warburg. Londres.

NAREDO, J. M. (1987):

**La economía en evolución.** Siglo XXI de España Editores. Madrid.

NAREDO, J. M. y SANCHEZ, L. J. (1992):

**Las cuentas del automóvil desde el punto de vista del usuario.** Artículo del nº 6 de la revista **Economía y Sociedad.** Consejería de Economía de la Comunidad de Madrid.

NATIONAL ROADS AUTHORITY (2005):

**Guidelines on Traffic Calming for Towns and Villages on National Routes.** Dublin.

NAVAZO, M. (2006):

**La congestión vial: ¿problema o solución?** Boletín CF+S 34. Ciudades para un Futuro Más Sostenible. Instituto Juan de Herrera. Madrid.

NEWMAN, P. (1993):

**Cities and automobile dependence.** Ponencia presentada en el congreso **Travel in the city: making it sustainable.** Düsseldorf, 7-9 de junio de 1993.

NISTAL, M. (1993):

**Regulación de aparcamiento: diez años de experiencia en las ciudades españolas.** Documento de síntesis de la Ayuda a la Investigación concedida por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.

NITANI, Y. (1973):

**Some devices of urban traffic planning for improving urban conditions in Japan.** Ponencia presentada en el congreso **Techniques of improving urban conditions by restraint of road traffic,** celebrado en Colonia (Alemania) en 1971. OECD, París.

NOLAND R. B. y LEM L. L. (2001):

**A review of the evidence for induced travel and changes in transportation and environmental policy in the United States and the United Kingdom.** Centre for Transport Studies Dept. of Civil and Environmental Engineering Imperial College of Science, Technology and Medicine. US Environmental Protection Agency Office of Transportation and Air Quality. Londres-Washington.

NOVEM (2002):

**Land use and mobility.** Agencia Holandesa de la Energía y el Medio Ambiente (NOVEM). Holanda.

OECD (1973):

**Techniques of improving urban conditions by restraint of road traffic.** Ponencias del simposium celebrado en Colonia (Alemania) en 1971. París.

OECD (1975):

**Better Towns with Less Traffic.** La versión francesa se titula **Qualité de vie urbaine et limitation de la circulation.** París.

OECD (1977):

**Besoins de transports pour les communautés urbaines: la planification des transports de personnes.** París.

OFFICE FEDERAL DE L'ENVIRONNEMENT, DES FORETS ET DU PAYSAGE (2000):

**A 30 à l'heure dans les communes.** (OFEFP). Berna (Suiza).



OFFICE FEDERAL DES ROUTES (2003):

**Modérer le trafic à l'intérieur des localités.** OFROU. Berna (Suiza).

OFICINA NACIONAL SUECA DE PLANIFICACION URBANA (1968):

**The Scaff Guidelines 1968: Principles for Urban Planning with respect to Road Safety.** Edición en inglés del manual sueco. Estocolmo.

OLSZEWSKI, P. y TAN YAN WENG (1991):

**Traffic in the central area-Part I: speed characteristics.** Artículo aparecido en la revista **Journal of the Institution of Engineers**, vol. 31, nº 2. Singapur, marzo-abril de 1991.

OLSZEWSKI, P. y TURNER, D. J. (1992):

**New approaches to the problem of urban traffic congestion in Singapore.** Ponencia presentada en el 6º Congreso WCTR celebrado en Lyon, Francia.

OTTO, K. (1984):

**The German Cycle Friendly Towns Project.** Ponencia presentada en el congreso **Velocity'84**. Londres.

PASANEN, E. y SALMIVAARA, H. (1993):

**Driving speeds and pedestrian safety in the city of Helsinki.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control**. Junio 1993. Londres.

PASANEN, E. (2001):

**Speed management.** Capítulo de **A city for pedestrians: policy-making and implementation.** Informe final del proyecto europeo COST Action C6. Directorate General for Research. Comisión Europea. Bruselas.

PATRICE, B. (1994):

**Le stationnement en centre ville: quelles réalités?** Ponencia presentada en el congreso organizado por la Association pour le développement des techniques de transport, d'environnement et de circulation (ATEC). Francia.

PETERS, P. (ed.) (1979):

**La ciudad peatonal.** Editorial Gustavo Gili. Barcelona.

PHAROAH, T. (1991):

**Traffic calming: progress and potential.** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC. University of Manchester. Reino Unido.

PHAROAH, T. (1992a):

**Breaking the habit of a lifestyle: Scenarios for less car use.** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC. University of Manchester. Reino Unido.

PHAROAH, T. (1992b):

**Less traffic, better towns.** Friends of The Earth. Londres.

PHAROAH, T. (1993):

**Traffic growth or limitation: filling the policy vacuum.** Conferencia del seminario de verano del PTRC dedicado a "Environmental Issues". University of Manchester. Reino Unido.

PLOWDEN, S. (1992):

**Demand restraint -initiating a virtuous spiral.** Artículo aparecido en la revista **Town & Country Planning** en abril de 1992. Reino Unido.

PLOWDEN, S. y HILLMAN, M. (1984):

**Danger of the road: the needless scourge.** Policy Studies Institute. Londres.

POTH, R. (1994):

**Aquisgrán: una política integrada de transporte urbano para la ciudad.** Ponencia presentada en el II Congreso sobre Movilidad y Calidad Ambiental, celebrado en Toledo con el título **La ciudad accesible**, y publicada en la revista **Alfoz**, nº 109. Madrid.

POZUETA, J. (1992):

**Informe sobre los métodos de gestión de la demanda de transporte en USA.** Dirección General de Planificación Intermodal del Transporte en las Grandes Ciudades. Seminario de Planeamiento y Ordenación del Territorio. Documento mimeografiado.

POZUETA, J. (1993):

**Las ordenanzas de reducción de viajes.** Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Cuadernos de Investigación nº 30. Escuela de Arquitectura de Madrid. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Cuadernos de Investigación nº 2. Escuela de Arquitectura de Madrid.

POZUETA, J. (2000):

**Movilidad, planeamiento y diseño urbano sostenibles: hacia una consideración inteligente de la movilidad y el transporte en el planeamiento y en el diseño urbano.** Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Cuadernos de Investigación nº 30. Escuela de Arquitectura de Madrid.

POZUETA, J.; SÁNCHEZ-FAYOS, T. y VILLACAÑAS, S. (1995):

**La regulación de la dotación de plazas de estacionamiento en el marco de la congestión.** Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio. Cuadernos de Investigación nº 7. Escuela de Arquitectura de Madrid.

PRESTON, B. (1989):

**The behavior and safety of pedestrians at Pelican crossings in Greater Manchester.** Artículo aparecido

en la revista **Traffic Engineering and Control** en diciembre de 1989. Londres.

PRIETO, M. A. (1999):

**Lomos, resaltes y otros elementos de reducción de la velocidad.** Capítulo de **Intercambio de experiencias en moderación del tráfico local.** SANZ, A. y ROMÁN, M. (editores) Publicación de las ponencias presentadas en el seminario celebrado en Madrid. MAFOREM, Unión Sindical de Madrid Región de Comisiones Obreras. Madrid.

PUCHER, J. y CLORER, S. (1992):

**Taming the Automobile in Germany.** Artículo de la revista **Transportation Quarterly**, vol. 46, N° 4, octubre de 1992, publicada por Eno Transportation Foundation. Westport, Connecticut, Estados Unidos.

PUIG-PEY, P. (1995):

**Salamanca: plan de reordenación del centro histórico. Los ejes peatonales.** Ponencia del congreso **La ciudad del peatón.** Ayuntamiento de San Sebastian.

RAUX, C. (1994):

**Le péage urbain: une incitation au changement de mode de transport?** Ponencia presentada en el congreso organizado por la Association pour le développement des techniques de transport, d'environnement et de circulation (ATEC). Francia.

RAPOPORT, A. (1991):

**Pedestrian Street Use: Culture and Perception. Capítulo de Public streets for public use** (Vernez Moudon, A. ed.). Primera edición de 1987. Columbia University Press. Nueva York.

REAL PATRONATO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN A PERSONAS CON MINUSVALÍA (2000):

**Guía para la redacción de un Plan Municipal de Accesibilidad.** Documentos n° 54/2000. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid.

REAL PATRONATO DE PREVENCIÓN Y ATENCIÓN A PERSONAS CON MINUSVALÍA (2005):

**Análisis comparado de las normas autonómicas y estatales de accesibilidad.** Documentos n° 47/2005. Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales. Madrid.

RICARDI, L. (1990):

**Restrictions on car traffic in Milan, visions and preliminary results.** Ponencia del congreso **Velocity'89.** Dansk Cyklist Forbund. Copenhague.

ROAD DIRECTORATE (1993):

**An Improved Traffic Environment. A Catalogue of Ideas.** Report 106. Danish Road Directorate. Copenhague.

ROAD DIRECTORATE (1998):

**Pedestrian safety. Analyses and Safety Measures.** Report 148. Danish Road Directorate. Copenhague.

ROAD DIRECTORATE (1999):

**Speed Management in Urban Areas. A framework for the planning and evaluation process.** Report 168. Danish Road Directorate. Copenhague.

ROAD DIRECTORATE (2004):

**Traffic management and noise reducing pavements.** Recommendations on additional noise reducing measures. Report 137. Danish Road Institute. Danish Road Directorate. Copenhague.

ROAD DIRECTORATE (2006):

**Traffic management and noise.** Report 147. Danish Road Institute. Danish Road Directorate. Copenhague.

ROADS AND TRAFFIC AUTHORITY (2002):

**How to prepare a Pedestrian access and Mobility plan. An easy three stage guide.** Australia.

ROBERTSON, K. A. (1992):

**Downtown Pedestrian Malls in Sweden and the United States.** Artículo de la revista **Transportation Quarterly**, vol. 46, N° 1, enero de 1992, publicada por Eno Transportation Foundation. Westport, Connecticut, Estados Unidos.

RUDOFISKY, B. (1982):

**Streets for People. A primer for Americans.** Editado por primera vez en 1969. Van Nostrand Reinhold Company. Nueva York.

RUSSELL, J. y PHAROAH, T. (1990):

**Speed management, road safety and traffic calming: contradictions in the policy framework.** Ponencia presentada en el congreso internacional **Vivre et circuler en ville.** París. Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

SACHS, W. (1984):

**For Love of the Automobile. Looking back into the history of our desires.** Traducción de la versión alemana. University of California Press. Berkeley, California. Estados Unidos. 1992.

SALTER, D. y otros (1993):

**Risk on the roads.** Serie de tres artículos de la revista **Traffic Engineering and Control** publicados en mayo, junio y julio/agosto de 1993. Londres.

SANZ, A. (1985a):

**Qué hacer con el tráfico, qué hacer con las vías.** Capítulo de la obra **Introducción al diseño urbano.**

Seminario de Planeamiento y Ordenación del Territorio de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura y Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo. Madrid.

SANZ, A. (1985b):

**Caminar en Madrid: la carrera cotidiana de obstáculos.** Artículo del nº 20 de la revista **Alfoz**. Madrid.

SANZ, A. (1992):

**Dolor de tráfico.** Artículo del nº 6 de la revista **Economía y Sociedad**. Consejería de Economía y Hacienda de la Comunidad de Madrid.

SANZ, A. (1994a):

**¿Apaciguar o estimular el tráfico? Las tecnologías para la reducción de los problemas ambientales del tráfico.** Ponencia presentada en el Seminario sobre Tecnologías Urbanas CITYTEC'94. Barcelona.

SANZ, A. (1994b):

**La seguridad vial al uso: los peatones y ciclistas como culpables.** Artículo de la revista **Sin Prisas**, nº 19. CON BICI. Madrid.

SANZ, A. (1994c):

**Calmar el tráfico, domesticar el automóvil.** Artículo del nº 100-101 de la revista **Ciudad y Territorio. Estudios Territoriales**. Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.

SANZ, A. (1994d):

**Otra forma de pensar el transporte.** Artículo aparecido en el nº 18-19 de la revista **Archipiélago. Cuadernos de crítica de la cultura**. Castelldefels, Barcelona.

SANZ, A. (1995a):

**La ciudad del peatón revisitada.** Ponencia del Congreso **Ciudades sin Coches**. Ayuntamiento de Granada.

SANZ, A. (1995b):

**Los icebergs del tráfico y del transporte.** Ponencia presentada en las II Jornadas Bici y Ciudad, celebradas en Valladolid. CON BICI-Ayuntamiento de Valladolid. Abril de 1995.

SANZ, A. (1999):

**La moderación del tráfico: fracasos y esperanzas.** Capítulo de **Intercambio de experiencias en moderación del tráfico local**. SANZ, A. y ROMÁN, M. (editores) Publicación de las ponencias presentadas en el seminario celebrado en Madrid. MAFOREM, Unión Sindical de Madrid Región de Comisiones Obreras. Madrid.

SANZ, A. (2000):

**Vivir sin coches.** Revista *El Ecologista*. Otoño. Madrid.

SANZ, A. (2001):

**La moderación del tráfico como piedra de toque para la sostenibilidad.** Artículo de la publicación "Jornades tècniques sobre mobilitat i accessibilitat sostenible a les Illes Balears". 5 i 6 d'abril de 2001. Direcció General de Mobilitat i Educació Ambiental. Conselleria de Medi Ambient. Govern Balear.

SANZ, A. (2002):

**La movilidad sostenible y los pactos de movilidad.** *Transporte público y movilidad sostenible*. Peñíscola, 18-19 junio 2002. Fundación de los Ferrocarriles Españoles. Madrid, 2003.

SANZ, A. (2005):

**El viaje de los paraules.** Artículo publicado en la revista SAM nº 13. Servei de Medi Ambient de la Diputació de Barcelona. Su versión en castellano. "El viaje de las palabras", se puede encontrar en "Informe de Valladolid 2005. El derecho a la movilidad". Universidad de Valladolid. Escuela de Arquitectura. 2006.

SANZ, A. (2006):

**Movilidad y cambio climático: buenas prácticas.** Capítulo del libro **Actuaciones urbanas por el clima**. FEMP (Federación de Municipios y Provincias). Madrid.

SANZ, A., MARTÍN, I.; CID, J. F.; IRAZUSTA, A. y EIZAGIRRE, I. (2006):

**Manual de las vías ciclistas de Gipuzkoa.** Diputación Foral de Gipuzkoa. Donostia-San Sebastián.

SANZ, A.; PÉREZ SENDEROS, R. y FERNÁNDEZ, T. (1996):

**La bicicleta en la ciudad.** Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Segunda edición del Ministerio de Fomento. (Madrid, 1999).

SANZ, A. y ROMÁN, M. (editores) (1999):

**Intercambio de experiencias en moderación del tráfico local.** Publicación de las ponencias presentadas en el seminario celebrado en Madrid. MAFOREM, Unión Sindical de Madrid Región de Comisiones Obreras. Madrid.

SARANDESES, J. M., MEDINA, M. y HERRERO, M<sup>a</sup> A. (1992):

**Árboles en la ciudad.** Ministerio de Obras Públicas y Transportes. Madrid.

SARANDESES, J. M., HERRERO, M<sup>a</sup> A. y MEDINA, M. (2003):

**Guía de diseño urbano.** Ministerio de Fomento. Madrid.

SASERAS, J. (1990):

**L'aménagement des traversees d'agglomerations... un acte d'urbanisme. La pratique des Pyrenées Orientales.** Ponencia del congreso internacional **Vivre et circuler en ville**. París. Centre d'Etudes des Trans-

ports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

SAUVY, A. (1968):

**Les 4 roues de la fortune. Essai sur l'automobile.** Flammarion. París.

SAXTON, L. (1973):

**Technology for systems to restrict and control traffic in urban areas.** Ponencia presentada en el congreso **Techniques of improving urban conditions by restraint of road traffic**, celebrado en Colonia (Alemania) en 1971. OECD, París.

SCHEURER, J. (1998):

**Carfree Housing in Europe. A New Approach to Sustainable Residential Development.** Revista World Transport Policy and Practice, Vol. 4 No. 3. Reino Unido.

SCHLABBACH, K. (1991):

**Traffic calming and urban development policy.** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC. University of Manchester. Reino Unido.

SCHLABBACH, K. (1997):

**Traffic calming in Europe.** ITE Journal (vol. 67. nº 7). Institute of Transportation Engineers. Washington.

SCHLEICHER-JESTER, F. (1990):

**Tempo 30 en villes. Resultats d'un experiment allemand.** Ponencia presentada en el congreso internacional **Vivre et circuler en ville.** París. Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

SCHOON, C. y J. VAN MINNEN, J. (1994):

**The safety of roundabouts in The Netherlands.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en marzo de 1994. Londres.

SCHWEIG, K-H. (1992):

**Soft separation. A design principle to a better streetscape and to more security in main throughfares.** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC. University of Manchester. Reino Unido.

SCOTTISH EXECUTIVE (2002):

**The Effect of Maximum Car Parking Standards including Inward Investment Implications.** Transport Research Series.

SHOUP, D. (1993):

**Cashing out employer-paid parking.** Ponencia presentada en el congreso **Travel in the city: making it sustainable.** Düsseldorf, 7-9 de junio de 1993. Alemania.

SLOTH, J. (1992):

**Conclusiones del XIX Congreso de la PIARC sobre Carreteras en Zonas Urbanas.** Artículo del nº 91-92 de la revista **Ciudad y Territorio.** Madrid.

SOLLEVELD, F. (1984)

**The segregated traffic system in Lelystad.** Ponencia presentada en el congreso **Velocity'84.** Londres.

SÖDERSTRÖM, J. (1993):

**El acuerdo Dennis para Estocolmo: un programa a 15 años para la financiación y construcción de carreteras y transporte público en el área del Gran Estocolmo.** Ponencia de las jornadas técnicas **Movilidad y territorio en las grandes ciudades: el papel de la red viaria.** Publicadas por el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente. Madrid.

SORIA Y PUIG, A. (1979):

**Ildefonso Cerdá, hacia una teoría general de la urbanización.** Ediciones Turner. Madrid.

SORIA Y PUIG, A. y otros (1980):

**Definición de políticas de transporte.** COPLACO. Madrid.

SORIA Y PUIG, A. (1995):

**Las cinco bases de la Teoría General de la Urbanización.** Editorial Electa. Madrid.

SORIA, A., NEBOT, F. y otros (1984):

**Estudio para la reforma de la Puerta del Sol.** Ayuntamiento de Madrid. Madrid.

STADTPLANUNGSAMT (s.f.):

**Stadtverkehr Zürich. Case study for OECD.**

STATENS VEGVESEN (1979):

**Hovedveg i tettsted. Prioritering av lokalsamfunnet "Strategi C".** Oslo.

STUDIECENTRUM VERKEERSTECHNIEK (1979):

**Verkeersdrempels.** Gravenhage, Holanda. Versión en francés publicada en **Le dispositif dos d'âne.** Dossier del CETUR nº 7. Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia. 1981.

SWEDISH NATIONAL BOARD OF URBAN PLANNING (1968):

**The SCAFT Guidelines 1968. Principles for urban planning with respect to road safety.** Estocolmo.

SWOV (2004):

**Zone 30: urban residential areas.** SWOV Fact sheet. Leidschendam (Holanda).

TAC/CITE; Transportation Association of Canada/ Canadian Institute of Transportation Engineers (1998):

**Canadian Guide to Neighbourhood Traffic Calming.** Ottawa.

TEJERA, J. (1999):

**La protección del espacio peatonal frente al estacionamiento ilegal.** Capítulo de **Intercambio de experiencias en moderación del tráfico local.** SANZ, A. y ROMÁN, M. (editores) Publicación de las ponencias presentadas en el seminario celebrado en Madrid. MAFOREM, Unión Sindical de Madrid Región de Comisiones Obreras. Madrid.

TESSITORE, M. (1993):

**Limiting car use in Milan.** Ponencia presentada en el congreso **Travel in the city: making it sustainable.** Düsseldorf, 7-9 de junio de 1993. Alemania.

TETLOW, J. y GOSS, A. (1965):

**Homes, Towns and Traffic.** Faber and Faber Limited. Londres.

THIEMANN, H. J. (1990):

**Encouraging the urban pedestrian. The Renaissance of Walking in current Transportation Plan in West Germany.** Ponencia presentada en el congreso internacional **Vivre et circuler en ville.** París. Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

THOMPSON, S. J., GOW, P. y COLES, G. (1990):

**Nottinghamshire's road ramps scheme.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en octubre de 1990. Londres.

THOMPSON, S. J., HEYDON, S. J., y CHARNLEY, C. B. (1990):

**Pedestrian refuge schemes in Nottingham.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en marzo de 1990. Londres.

THOMPSON, S. J. y HEYDON, S. J. (1991):

**Improving pedestrian conspicuity by the use of a promontory.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en julio/agosto de 1991. Londres.

TIELEMANS, P. (1990):

**Reaménagement de routes principales belges dans la traversee d'agglomeration.** Ponencia del congreso internacional **Vivre et circuler en ville.** París. Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

TINGVALL, C. (1999):

**Vision Zero. An ethical approach to safety and mobility.** Ponencia presentada en la "6th ITE Conference Road Safety & Traffic Enforcement: Beyond 2.000". Melbourne.

TODD, K. (1992):

**Pedestrian Regulation in the United States: A Critical Review.** Artículo de la revista **Transportation Quarterly**, vol. 46, Nº 4, octubre de 1992, publicada por Eno Transportation Foundation. Westport, Connecticut, Estados Unidos.

TOLLEY, R. (1990):

**Trading-in the red modes for the green.** Capítulo introductorio de **The greening of urban transport: planning for walking and cycling in Western cities** del que es editor el propio R. Tolley. Belhaven Press. Londres.

TOLLEY, R. (ed) (1990a):

**The greening of Urban Transport: Planning for walking and Cycling in Western Cities.** Belhaven Press. Londres

TOLLEY, R. (1990b):

**A hard road: the problems of walking and cycling in British cities.** Capítulo de **The greening of urban transport: planning for walking and cycling in Western cities** del que es editor el propio R. Tolley. Belhaven Press. Londres.

TOLLEY, R. (2003):

**Providing for pedestrians: principles and guidelines for improving pedestrian access to destinations and urban spaces.** Department of Infrastructure, Victoria. Australia.

TOPP, H. H. (1990):

**Les nouveaux principes de conception pour les arteres urbaines et leur effect sur la securite routiere, l'amenagement et l'occupation multifonctionnelle de l'espace routiere.** Ponencia presentada en el congreso internacional **Vivre et circuler en ville.** París. Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

TOPP, H. H. (1994):

**The role of parking in urban traffic calming: aspirations and realities.** Ponencia de la Conferencia **Car free Cities**, celebrada en Amsterdam en Marzo de 1994.

TRANSPORT FOR LONDON (2003):

**Review of 20 mph Zones in London Boroughs.** London Road Safety Unit: Safety Research Report No. 2.

TRANSPORTATION AND GROWTH MANAGEMENT PROGRAM (2000):

**Neighborhood Street Design Guidelines; An Oregon Guide for Reducing Street Widths.** Oregon (Estados Unidos).

- TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (1985):  
**Manual de capacidad de carreteras.** Special Report 209. National Research Council. Washington, D.C.
- UNTERMANN, R. K. (1984):  
**Accommodating the Pedestrian. Adapting Towns and Neighborhoods for Walking and Bicycling.** Van Nostrand Reinhold Company. Nueva York.
- UNTERMANN, R. K. (1991a):  
**Can We Pedestrianize the Suburbs?** Capítulo de **Public streets for public use** (Vernez Moudon, A. ed.). Primera edición de 1987. Columbia University Press. Nueva York.
- UNTERMANN, R. K. (1991b):  
**Changing Design Standards for Streets and Roads.** Capítulo de **Public streets for public use** (Vernez Moudon, A. ed.). Primera edición de 1987. Columbia University Press. Nueva York.
- VAHL, H. G. y GISKES, J. (1990):  
**Traffic calming through integrated urban planning.** Editions Amarcande, Paris. Versión en inglés de un texto en holandés que fue anteriormente traducido al francés con el título **Urbanisme et trafic: de la guerre à la paix.** Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagnaux, Francia. 1988.
- VALDES, A. y otros (1982):  
**Ingeniería de tráfico.** Tercera edición. Editorial Dossat. Madrid.
- VAN DE KAA, E. J, MOLENKAMP, L. y REIJNEVELD, A. (2002):  
**Diseño inteligente para evitar la congestión en Holanda.** Revista RUTAS nº 90, mayo-junio 2002.
- VAN MIERT, K. (1989):  
**Cycling as part of the EEC transport and environment policy.** Discurso de apertura del congreso **Velocity'89.** Dansk Cyklist Forbund. Copenhagen.
- VAN WERVEN, G. (1992):  
**Groningen, Netherlands.** Capítulo de **The bicycle and city traffic**, del que es editor Hugh McClintock. Belhaven Press. Londres.
- VAN SCHAGEN, I. (ed.) (2003):  
**Traffic calming schemes. Opportunities and implementation strategies.** SWOV Institute for Road Safety Research, R-2003-22 Leidschendam (Holanda).
- VARMING, M. (1991):  
**La connaissance existe, mais pas la volonté politique.** Ponencia presentada en el congreso internacional **Vivre et circuler en ville.** París. Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagnaux, Francia.
- VEGA, P. (2005a):  
**Planes de movilidad sostenible en empresas.** Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). CC.OO. Madrid.
- VEGA, P. (2005b):  
**Pautas para una movilidad sostenible a los polígonos industriales y empresariales.** Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud (ISTAS). CC.OO. Madrid.
- VEJDIREKTORATET (1991):  
**Urban Traffic Areas.** Part 0, **Planning in Urban Areas.** Part 7, **Speed Reducers.** Copenhagen.
- VERBAND DER AUTOVERSICHERER (HUK) (1990):  
**Tempo 30 - Zonen, Auswahl und Einrichtung.** Nr. 8. Colonia.
- VSS (1985):  
**Verkehrsberuhigung (Modération du trafic).** Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute. Association des professionnels suisses de la route VSS. Zurich.
- VSS (2000):  
**Conception de l'espace routier. Eléments de modération du trafic.** Vereinigung Schweizerischer Strassenfachleute. Association des professionnels suisses de la route VSS. Zurich.
- VERNEZ-MOUDON A. y UNTERMANN R. K. (1991):  
**Grids Revisited.** Capítulo de **Public streets for public use** (Vernez Moudon, A. ed.). Primera edición de 1987. Columbia University Press. Nueva York.
- VERNEZ MOUDON, A. (ed.) (1991):  
**Public streets for public use.** Primera edición de 1987. Columbia University Press. Nueva York.
- VILLALANTE, M. (1995a):  
**Proyecto GAUDI: Situación actual.** Nº 47 de la revista **Rutas**, Asociación Técnica de las Carreteras, Marzo-Abril de 1995. Madrid.
- VILLALANTE, M. (1995b):  
**Barcelona: la movilidad peatonal. El innovador barrio gótico.** Ponencia del congreso **La ciudad del peatón.** Ayuntamiento de San Sebastian.
- VILLE DE BORDEAUX (1991):  
**Vivre & circuler en ville à Bordeaux.** Burdeos, Francia.
- VEJDIREKTORATET (1991)  
**Urban Traffic Areas.** Part 0, **Planning in Urban Areas.** Copenhagen.

VON WINNING, H. H. (1991):

**Traffic calming by means of vehicle technology.**

Ponencia presentada en el congreso internacional **Vivre et circuler en ville**. París. Centre d'Etudes des Transports Urbains (CETUR), del Ministère des Transports. Bagneux, Francia.

WATTS, G. (1973):

**Road humps for the control of vehicle speeds.** Informe nº 597 del TRRL. Crowthorne, Reino Unido.

WEBSTER, D. C. (1993):

**The grounding of vehicles on road humps.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en julio/agosto de 1993. Londres.

WEBSTER, F. V. (1993a):

**Successes and failures in urban policies.** Ponencia presentada en el congreso **Travel in the city: making it sustainable**. Düsseldorf, 7-9 de junio de 1993.

WEBSTER, F. V. (1993b):

Resumen del relator correspondiente a la sesión de trabajo **Using charges to manage traffic and parking** celebrada durante el congreso **Travel in the city: making it sustainable**. Düsseldorf, 7-9 de junio de 1993. Alemania.

WERNSPERGER, F. y SAMMER, G. (1995):

**Results of the scientific investigation accompanying the pilot trial of 30 kph in side streets and 50 kph limit in priority streets.** Conferencia del seminario anual de verano del PTRC. University of Manchester. Reino Unido.

WESSELS, W. (1995):

**Amsterdam: hacia una ciudad sin coches.** Ponencia del Primer Congreso **Movilidad y calidad ambiental en centros urbanos** celebrado en Granada en 1993. Publicación del Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente. Madrid.

WHEELER, A. y TAYLOR, M. (1995):

**Reducing speeds in village: the VISP study.** Artículo aparecido en la revista **Traffic Engineering and Control** en abril de 1995. Londres.

WHITELEGG, J. (1990a):

**Traffic calming: a "green" smokescreen.** London Borough of Ealing Conference on Traffic Calming. 1990.

WHITELEGG, J. (1990b):

**The principle of environmental traffic management.** Capítulo de **The greening of urban transport: planning for walking and cycling in Western cities** del que es editor R. Tolley. Belhaven Press. Londres.

WHITELEGG, J. (ed.) (1992):

**Traffic congestion. Is there a way out?** Leading Edge. North Yorkshire, Reino Unido.

WHITELEGG, J. (1993):

**Transport for a sustainable future. The case for Europe.** Belhaven Press. Londres.

WIJSENBECK, F. (1986):

**La bicicleta como medio de transporte.** Informe de la Comisión de Transportes del Parlamento Europeo.

WILDE, G. (2001):

**Target Risk 2. A new psychology of safety and health.** PDE Publications. Ontario, Canada.

WINKLER, B. (1990):

**Piano della mobilità per la città di Bologna.** Artículo de la revista **Parametro** en su nº 177 de marzo-abril de 1990. Bolonia, Italia.

WOLFE, C. (1991):

**Street Regulating Neighborhood Form: A Selective History.** Capítulo de **Public streets for public use** (Vernez Moudon, A. ed.). Primera edición de 1987. Columbia University Press. Nueva York.

WOODHULL, J. (1991):

**Calmer, not faster: a new direction for the streets of L.A.** Ponencia presentada en la reunión anual del Transportation Research Board. Washington.

ZAMORANO, C.; BIGAS, J. M. y SASTRE, J. (2004):

**Manual para la planificación, financiación e implantación de sistemas de transporte urbano.** Consorcio Regional de Transportes de Madrid.

ZUCKERMANN, W. (1991):

**End of the Road. The World Car Crisis and How We Can Solve It.** The Lutterworth Press. Cambridge, Estados Unidos.

**12 Páginas web**



### Centros oficiales y profesionales de investigación y normativa

#### <http://www1.certu.fr>

Centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publiques (CERTU), centro de referencia de la investigación francesa oficial en materia de urbanismo y movilidad.

#### <http://www.ite.org/traffic/>

Institute of Transportation Engineering, organización profesional que incluye en su página web "The Traffic Calming Library" una base de datos de documentos y artículos relativos a la pacificación del tráfico.

#### <http://www.fhwa.dot.gov/environment/tcalm/index.htm>

Página web sobre pacificación del tráfico del Departamento Federal encargado de las carreteras estadounidenses, que viene desarrollando muchas iniciativas y actividades en este campo.

#### <http://www.trl.co.uk>

Transport Research Laboratory del Reino Unido, centro de investigación clave en materia de movilidad.

#### [www.iht.org/](http://www.iht.org/)

Institution of Highways & Transportation es una organización británica dedicada a la planificación, construcción y gestión de sistemas de transporte de superficie.

#### [www.dft.gov.uk](http://www.dft.gov.uk)

Department for Transport, el Ministerio de Transportes del Reino Unido ofrece numerosas publicaciones y recursos en materia de movilidad, gestión de la velocidad, mejoras peatonales, etc.

#### <http://www.vti.se>

Instituto Sueco de Investigación sobre la Carretera y el Transporte (VTI).

#### <http://www.swov.nl>

SWOV es el Instituto holandés de investigación en materia de seguridad vial.

#### <http://www.vejdirektoratet.dk>

Dirección General de Carreteras de Dinamarca.

#### <http://www.lgc.org>

La Local Government Commission (LGC) situada en Sacramento (California) ofrece recursos para la creación de comunidades saludables.

#### [http://www.dgt.es/dgt\\_informa/observatorio\\_seguridad\\_vial/index.htm](http://www.dgt.es/dgt_informa/observatorio_seguridad_vial/index.htm)

Observatorio Nacional de la Seguridad Vial, adscrito a la Dirección General de Tráfico del Ministerio del Interior.

#### <http://www.austroads.com.au/>

Austrroads es la organización que agrupa a las diferentes administraciones de la carretera y el transporte de Australia y Nueva Zelanda.

#### <http://www.crow.nl>

Centro Tecnológico holandés sobre infraestructuras, tráfico, transporte público y espacio público.

#### <http://www.vss.ch>

VSS (Association suisse des professionnels de la route et des transports) desarrolla los aspectos normativos de la movilidad en Suiza.

#### [www.transportation.org](http://www.transportation.org)

American Association of State Highway and Transportation Officials. Asociación profesional estadounidense. Enlaza con la página web: [www.transportationvision.org](http://www.transportationvision.org) impulsada por ocho organizaciones corporativas que pretende desarrollar una visión estratégica para el transporte del siglo XXI.

#### <http://gulliver.trb.org>

El Transportation Research Board (TRB) forma parte del Consejo Nacional de Investigación (National Research Council) estadounidense, órgano independiente de asesoramiento al gobierno federal y otras administraciones en materias científicas y técnicas.

#### <http://www.homezonenews.org.uk/>

Institute of Highway Incorporated Engineers. Ofrece todo tipo de recursos técnicos y legales para la configuración de áreas de coexistencia de tráfico ("home zones" en la terminología británica).

#### [www.contextsensitivesolutions.org](http://www.contextsensitivesolutions.org)

Context Sensitive Solutions (CSS) es un enfoque desarrollado por la Federal Highway Administration de Estados Unidos en el que se integran las variables ambientales, paisajísticas y de seguridad en el conocimiento técnico.

### Organizaciones sociales que trabajan en movilidad

#### <http://www.pps.org/>

Project for Public Spaces, organización no lucrativa estadounidense cuyo objetivo es crear espacios públicos comunitarios. Está apoyada tanto por administraciones como por empresas privadas.

#### <http://www.asociacionapie.org/>

Asociación de viandantes A PIE. Incluye diversos recursos para la mejora de la calidad del espacio peatonal.

#### <http://www.livingstreets.org.uk/>

Living Streets, organización británica heredera de la pri-

mera asociación de peatones del mundo, la Pedestrian Association, que ofrece numerosos recursos y enlaces.

**<http://slower-speeds.org.uk/>**

Slower Speeds Initiative, organización integrada a su vez por otras organizaciones no gubernamentales británicas dedicadas a la movilidad.

**[www.conbici.org](http://www.conbici.org)**

ConBici es la coordinadora ibérica de organizaciones de defensa de la bicicleta.

**<http://www.worldcarfree.net/>**

World Carfree Network, organización internacional cuyo objetivo es la reducción de la dependencia respecto al automóvil.

**[www.laptp.org/](http://www.laptp.org/)**

La Associació per a la Promoció del Transport Públic trabaja en el ámbito de Cataluña bajo el enfoque de la movilidad sostenible.

**<http://www.autofrei-wohnen.de/>**

Dedicada al análisis de los barrios "sin coches" en Alemania y en otros países.

**<http://www.mobilitiepietonne.ch>**

Asociación suiza de peatones. Enlaza con la página <http://www.zonederencontre.ch> que contiene diversos recursos relativos a las zonas de coexistencia "zones de reencontré" suizas.

**[www.sustrans.org](http://www.sustrans.org)**

Sustrans es la organización no gubernamental más potente del Reino Unido en materia de movilidad sostenible, especialmente activa en el desarrollo de infraestructuras no motorizadas y camino escolar.

**[www.walk21.com](http://www.walk21.com)**

Página web de los congresos Walk21 sobre el peatón que se vienen celebrando desde el año 2000 impulsados desde diferentes administraciones y organizaciones de peatones.

**Instituciones académicas y empresas privadas**

**<http://www.vtpi.org/tdm/>**

Victoria Transport Policy Institute (Australia) que incluye una enciclopedia de gestión de la demanda de transporte con múltiples informaciones útiles sobre traffic calming y otras técnicas asociadas a la moderación del tráfico.

**<http://www.walkinginfo.org/>**

Pedestrian and Bicycle Information Center, centro de

información vinculado al Highway Safety Research Center de la Universidad de Carolina del Norte. Entre los recursos que ofrece se incluye una página de imágenes relativas a todas las facetas de la moderación del tráfico y las mejoras peatonales:

**<http://www.pedbikeimages.org/>**

**<http://www.trafficcalming.org/>**

Página creada por una consultora de transportes estadounidense, con información práctica sobre medidas de calmado del tráfico.

**<http://www.urbanred.aq.upm.es/>**

Urbanred es una iniciativa de un grupo de profesores del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio la Escuela de Arquitectura de Madrid. Incluye un portal sobre movilidad sostenible. En la misma Escuela se desarrolla la Biblioteca "Ciudades para un futuro más sostenible" cuya página web <http://habitat.aq.upm.es/> también incluye artículos y documentos sobre movilidad.

**[www.cnu.org](http://www.cnu.org)**

Los Congresos para el Nuevo Urbanismo reúnen profesionales y ciudadanos interesados en la creación de ciudad desde una perspectiva peatonal.

**Proyectos europeos**

**[www.eltis.org](http://www.eltis.org)**

Portal de ELTIS (European Local Transport Information Service) que ofrece información y apoyo en materia de experiencias prácticas de movilidad urbana y transporte. Desde este portal se puede acceder a los proyectos de financiación europea que están en marcha en materia de movilidad.

**<http://www.shared-space.org>**

Página del proyecto europeo del mismo nombre en el que se desarrollan experiencias y herramientas para el uso social y compartido del espacio público. Dentro del proyecto se publicó en 2005 el documento Shared Space Room for Everyone. A new vision for public spaces.

**[http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/steer\\_en.htm](http://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/steer_en.htm)**

El programa europeo Intelligent Energy es un mecanismo de subvención destinado al ahorro energético en diversos campos entre los que está el transporte. Gracias a este programa, como ocurrió con los programas que le precedieron (SAVE II y ALTENER II).

**<http://cordis.europa.eu/>**

Community Research & Development Information Service (CORDIS). Servicio de Información Comunitario sobre Investigación y Desarrollo dedicado a la ciencia, la inves-

tigación y el desarrollo. Ofrece información de los Programas europeos de ayuda a la investigación, incluyendo los dedicados a movilidad.

**<http://www.22september.org/>**

Semana de la movilidad europea que incluye la organización del día sin coches.

**<http://www.epomm.org>**

Plataforma europea de gestión de la movilidad. Organiza los congresos sobre gestión de la movilidad ECOMM.

Centro virtual de publicaciones del Ministerio de Fomento:

[www.fomento.gob.es](http://www.fomento.gob.es)

Catálogo de publicaciones de la Administración General del Estado:

<http://publicacionesoficiales.boe.es>

Título de la obra: ***Calmar el tráfico. Pasos para una nueva cultura de la movilidad urbana***

Año de edición: ***Julio 2008 (3ª edición)***

Edición digital:

1ª edición electrónica: **Octubre 2013**

Formato: **PDF**

Tamaño: **71 MB**

NIPO: 161-13-143-6

I.S.B.N.: 978-84-498-0952-1

P.V.P. (IVA incluido): 9,99 €

Edita:

Centro de Publicaciones  
Secretaría General Técnica  
Ministerio de Fomento©

**Aviso Legal:** Todos los derechos reservados. Esta publicación no podrá ser reproducida ni en todo, ni en parte, ni transmitida por sistema de recuperación de información en ninguna forma ni en ningún medio, sea mecánico, fotoquímico, electrónico o cualquier otro.

