

Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas



CROW es una plataforma nacional de información y tecnología para la infraestructura, el tráfico, el transporte y el espacio público. Una organización sin fines de lucro, CROW desarrolla, difunde y gestiona conocimientos prácticos aplicables a la preparación de políticas de la planificación, el diseño, la construcción, la gestión y la mantención. Trabaja con todas las personas interesadas, incluyendo gobiernos al nivel nacional, provincial y municipal, consultoras, empresas de la construcción del área de la ingeniería civil, organizaciones de transporte y sus proveedores.

Estos conocimientos, que normalmente consisten en manuales, recomendaciones y sistemas, se transfieren a los grupos objetivo a través de sitios webs, publicaciones, cursos de capacitación y congresos.

CROW ha agrupado sus actividades en seis ejes temáticos:

- Espacio público
- Medio ambiente
- Tráfico y transporte
- Infraestructura
- Licitaciones y contratos
- Gestión de procesos de construcción

CROW

Galvanistraat 1, 6716 AE Ede, Holanda

Postbus 37, 6710 BA Ede, Holanda

T: +31 (0)318 69 53 00

F: +31 (0)318 62 11 12

E: crow@crow.nl

I: www.crow.nl

Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas

Versión original en holandés: Abril 2006

Versión en inglés: Junio 2007

Versión en español: Marzo 2011

ISBN 978 90 6628 574 3

CROW y todos los involucrados en la preparación de esta publicación han ejercido el máximo cuidado en la recolección de la información, según los últimos requisitos científicos y técnicos en estas materias. No obstante, puede existir algún error. Los lectores y usuarios aceptan ese riesgo. También, a nombre de todas las personas que han trabajado en esta publicación, CROW las excluye de toda responsabilidad en cualquier daño que podría surgir del uso de la información que contiene. El contenido de esta publicación goza de plena protección bajo las leyes de derecho de autor y otros.

El derecho de autor es única y exclusivamente de CROW, plataforma holandesa de información y tecnología para la infraestructura, el tráfico, el transporte y el espacio público.

Prefacio

Trece años han pasado desde la publicación del primer manual de diseño para una infraestructura cicloamistosa, *Sign up for the bike* (Intégrate en pro de la bicicleta). En estos 13 años, el libro se ha convertido en lo que probablemente es el manual de mayor autoridad en el tema del tráfico ciclistico en el mundo. Esto se debe en parte al hecho de haber sido traducido entero al inglés, al alemán y, algunas secciones, al francés.

Escribir una publicación sucesor de este tipo de obra maestra constituye un desafío mayor. No obstante, los expertos estaban de acuerdo en cuanto a la necesidad de producir un nuevo manual para el tráfico en bicicleta. El anterior no incluía los principios que fundamentan la estrategia de Seguridad Vial Sustentable y su estructura no siempre fue tan cómoda como podía ser. Esta nueva versión, además, explora varios temas que han ido surgiendo en relación al tráfico de bicicletas, en parte gracias a las iniciativas del Consejo Holandés de la Bicicleta.

Este nuevo manual de diseño para el tráfico de bicicletas, basado en *Sign up for the bike*, lo suplementa con los nuevos aprendizajes que nos llegan desde el campo de la ingeniería de tráfico. Se completó en un período extraordinariamente corto: menos de dos años.

Tal como ocurrió con el anterior manual de diseño, la intención de esta edición no es la entrega de recetas, sino ofrecer los argumentos y los ingredientes que pueden ayudar al diseñador o la diseñadora convertir a la bicicleta en un participante pleno del sistema de tráfico y de transporte.

Como sugiere el título, el contenido de este manual se centra en el tema del diseño para la circulación de bicicletas: las ciclofacilidades. Como todo el mundo sabe, no hay facilidades sin políticas, así que el Consejo de la Bicicleta publicó simultáneamente su *Policy manual for bicycle traffic* (Manual de políticas para el tráfico de bicicletas). Estas dos publicaciones ofrecen los fundamentos para desarrollar e implementar políticas de tráfico cicloamistosas.

Este proyecto CROW fue co-financiado por el Consejo de la Bicicleta. CROW es la sigla de la plataforma holandesa de infraestructura, tráfico, transporte y espacio público.

Me gustaría agradecer a todas las personas que trabajaron en esta publicación. Un agradecimiento especial va a los miembros del grupo de trabajo, ya que sin su dedicación y perseverancia CROW nunca habría podido producir una publicación de esta calidad.

Doctorado en Ingeniería (*dr. ir.*) I.W. Koster
Director Ejecutivo
CROW

Los miembros del grupo de trabajo del Manual de Diseño para el tráfico en bicicleta fueron:

- J. Ploeger, *Interprovinciaal Overleg* (presidente)
- P.A. Kroeze, *Ligtermoet & Partners* (secretario)
- R. Ditewig, *gemeente Utrecht*
- A. Dijkstra, *SWOV*
- T.P.F. Godefrooij, *provincia Noord-Brabant*
- J.W. Immerzeel, *gemeente Nieuwerkerk aan de IJssel*
- W. Salomons, *gemeente Enschede*
- E.D. Vink, *gemeente Veghel*
- Th. Zeegers, *Fietsersbond*

Supervisó este grupo, a nombre de CROW, H. Talens.

Índice

Resumen 8

- 1 Consideraciones en la planificación de facilidades para la bicicleta 10**
 - 1.1 El rol de la bicicleta 10
 - 1.2 La infraestructura cicloamistosa 12
 - 1.3 Un diseño integral 14
 - 1.4 Un plan como base 16

- 2 Diseño funcional 26**
 - 2.1 Los y las ciclistas como un parámetro de diseño 26
 - 2.2 Los principales requisitos para una infraestructura cicloamistosa 30
 - 2.3 La función, la forma y el uso 33
 - 2.4 La bicicleta y la seguridad sustentable 35

- 3 Información básica 40**
 - 3.1 Las dimensiones de la bicicleta 40
 - 3.2 Las dimensiones de los estacionamientos de bicicletas 41
 - 3.3 La velocidad, la velocidad de diseño, la aceleración y el frenado 43
 - 3.4 La estabilidad, el balanceo, y la sección libre 46
 - 3.5 Las curvas y la visibilidad 49
 - 3.6 Las pendientes 52
 - 3.7 Los patrones diarios y semanales en el uso de la bicicleta 54

- 4 Ciclorutas y redes 57**
 - 4.1 La base de cualquier diseño 58
 - 4.2 Los requisitos de la red 58
 - 4.2.1 Ser coherente 59
 - 4.2.2 Ser directa 60
 - 4.2.3 La seguridad 61
 - 4.2.4 Otros requisitos principales 63
 - 4.3 La red ciclovial utilitaria 66
 - 4.3.1 Modelos de tráfico 66
 - 4.3.2 Método de damero adaptado 74
 - 4.4 Las ciclorutas y las ciclorutas principales 78
 - 4.4.1 Los niveles de calidad 78
 - 4.4.2 Los criterios para designar las ciclorutas principales y otras 82
 - 4.5 Red ciclovial recreativa 85
 - 4.5.1 El ciclismo como una actividad recreativa 85
 - 4.5.2 Tipos de ruta 85
 - 4.5.3 Los requisitos adicionales de la red 90
 - 4.6 La integración de las redes 93
 - 4.6.1 La integración transversal de redes cicloviales 93
 - 4.6.2 Confrontación con otros modos de transporte 94
 - 4.6.3 La eliminación de barreras 95

- 5 Las secciones de calles 98**
 - 5.1 La función, la forma y el uso 98
 - 5.2 Los requisitos para una sección vial 99
 - 5.2.1 Ser directa 99
 - 5.2.2 Ser segura 100
 - 5.2.3 Ser cómoda 102
 - 5.2.4 Ser atractiva 103
 - 5.3 Ciclovía apartada, ciclovía y pista combinada para bicicletas y ciclomotores 105
 - 5.4 Las bicicletas y el tráfico motorizado 106
 - 5.4.1 Dentro de zonas urbanas 106
 - 5.4.2 Fuera de zonas urbanas 121
 - 5.5 Las bicicletas y el transporte público 128
 - 5.5.1 Bicicletas y buses 129
 - 5.5.2 Bicicletas y tranvías/ferrocarriles livianos 132
 - 5.6 Las bicicletas y los ciclomotores 134
 - 5.7 Las bicicletas y los peatones 134
 - 5.7.1 Calles de compras y paseos/espacios peatonales 134
 - 5.7.2 ¿Una separación blanda entre ciclistas y peatones? 137
 - 5.8 Las bicicletas y los usuarios ‘especiales’ de las calles 140

- 6 Intersecciones 184**
 - 6.1 La función, la forma y el uso 184
 - 6.2 Los requisitos para una intersección 185
 - 6.2.1 Ser directa 185
 - 6.2.2 Ser segura 186
 - 6.2.3 Ser cómoda 189
 - 6.3 Las intersecciones según la categoría de la vía 192
 - 6.3.1 Intersección calle local – calle local 192
 - 6.3.2 Intersección vía recolectora – calle de servicio 194
 - 6.3.3 Intersección vía recolectora – vía recolectora 199
 - 6.3.4 Intersección calle de servicio – ciclovía apartada 215
 - 6.3.5 Intersección vía recolectora – ciclovía apartada 216
 - 6.3.6 Intersección ciclovía apartada – ciclovía apartada 216
 - 6.3.7 Intersección carril segregado de transporte público – ciclovía apartada 217

- 7 Diseño, mantenimiento e infraestructura 292**
 - 7.1 La superficie de la calle y el pavimento 292
 - 7.1.1 Requisitos de los usuarios 292
 - 7.1.2 Tipos de pavimento 293
 - 7.1.3 Elegir el tipo de pavimento 296
 - 7.1.4 Temas estéticos 303
 - 7.1.5 El color del pavimento 304
 - 7.1.6 Transiciones entre pavimentos 305
 - 7.1.7 Material de señalética 306

- 7.2 Espacios verdes y bandejones 307
- 7.3 Iluminación 309
 - 7.3.1 Iluminación según la función 309
 - 7.3.2 Las premisas básicas 310
- 7.4 La señalética vertical 314
- 7.5 Seguridad contra la delincuencia 317
- 7.6 Otras facilidades 321
 - 7.6.1 Refugios 321
 - 7.6.2 Lugares para descansar 321
 - 7.6.3 Estaciones de servicio 322
 - 7.6.4 Mobiliario a pequeña escala 322

8 Estacionar la bicicleta 332

- 8.1 ¿Por qué una política para estacionar las bicicletas? 332
- 8.2 Un análisis del número de estacionamientos de bicicletas 334
 - 8.2.1 Centros urbanos y áreas alrededor de estaciones 335
 - 8.2.2 Áreas residenciales antiguas 345
 - 8.2.3 Áreas residenciales nuevas 348
 - 8.2.4 Empresas e instituciones 348
 - 8.2.5 Paradas de transporte público 353
- 8.3 Cicleteros y guarderías para bicicletas 355
 - 8.3.1 Cicleteros 356
 - 8.3.2 Guarderías 357

9 Evaluación y gestión 362

- 9.1 Como probar y evaluar conexiones para bicicletas 362
 - 9.1.1 Evaluación de una red 363
 - 9.1.2 Evaluación de rutas 367
 - 9.1.3 Análisis de cuellos de botella específicos 369
- 9.2 Inspecciones de pavimento 370
- 9.3 Medidas relacionadas con obras viales 373
- 9.4 Hielo y nieve: su prevención y limpieza 377
- 9.5 Gestión y fiscalización de estacionamientos de bicicletas 378

Bibliografía 382

Términos relevantes

Resumen

Este manual de diseño describe los pasos para crear una infraestructura cicloamistosa. El primer capítulo contiene una descripción breve del rol de la bicicleta, la importancia de un acercamiento integral, y el proceso que enmarca una adecuada política para el ciclismo utilitario. El segundo capítulo examina los antecedentes prácticos del diseño, entre ellos los sistemas bicicleta/ciclista, las características de ciclistas, y los resultantes requisitos de diseño. Concluye con una presentación de los cinco requisitos principales para una infraestructura cicloamistosa, que ya son ampliamente conocidos. Estos aspectos todavía forman el centro temático de esta manual de diseño revisado.

El tercer capítulo examina una serie de detalles básicos que constituyen las herramientas que permitan a cada diseñador crear una infraestructura cicloamistosa. El cuarto capítulo trata de la creación de una red y la posibilidad de distinguir entre las rutas específicas principales y de otra jerarquía dentro de ella. También explora el tema de las redes recreativas, puesto que el ciclismo recreativo se ha convertido en una actividad cada vez más importante para el tiempo libre.

Los capítulos 5 y 6 enfocan específicamente los temas de secciones e intersecciones, respectivamente. Cada capítulo describe los cinco requisi-

tos, y luego presenta las opciones en cuanto a infraestructura. En el caso de las secciones viales, se explora explícitamente las posibilidades de combinar la bicicleta con otros modos de transporte. El capítulo acerca de las intersecciones las cataloga según los tipos funcionales de éstas. Sin duda, el enfoque principal de ambos capítulos son los elementos que afectan a la posición de los y las ciclistas.

El capítulo 7 explora algunos de los aspectos más técnicos que juegan un papel en el diseño. Estos incluyen la superficie de la calzada y el pavimento, la iluminación, la seguridad social, áreas verdes y la señalética.

El capítulo 8 presenta el tema del estacionamiento de bicicletas. No queda completa la infraestructura cicloamistosa si no considera cuidadosamente el estacionamiento en bicicleta. Este manual de diseño examina específicamente las posibilidades de diseño al nivel de análisis. Presentamos las facilidades para el estacionamiento en un sentido funcional. Las facilidades concretas no se presentan. Para más información en cuanto a diseños específicos, los diseñadores pueden consultar los catálogos publicados por fabricantes y proveedores de estas facilidades.

El capítulo 9 concluye el manual con información acerca de la inspección, la mantención y la gestión de ciclofacilidades. Examina los métodos de inspección, la prevención y el aseo en relación a la nieve y el hielo, y medidas temporales.

F 8, 12

Comenzando en el capítulo 5, hemos incluido una serie de fichas técnicas al final de cada capítulo. Esta palabra en el texto se refiere a la ficha técnica relevante.





Consideraciones en
la planificación de
facilidades para la
bicicleta

1 Consideraciones en la planificación de facilidades para la bicicleta

1.1 El rol de la bicicleta

Cuando se comenzó a utilizar la bicicleta¹⁾ como modo de transporte a fines del siglo XIX, el tema de la planificación cicloinclusiva no era un problema mayor. Toda la infraestructura para las bicicletas ya existía, en forma de caminos principales, caminos para carretas, diques, rutas de circulación lenta, y su estructura probablemente era mejor que la de hoy, puesto que la ruta tendía a seguir el camino más corto entre un punto y otro. Las mayores barreras las presentaban entonces las aguas (ríos, canales, et cetera), pero los numerosos transbordadores para peatones ofrecían la solución. El único problema técnico real era el pavimento. No es casualidad que Dunlop primero desarrollara neumáticos para bicicletas. Es más, las primeras pistas especializadas para bicicletas (en su mayoría por iniciativa de privados) también fueron diseñadas principalmente para darle prioridad a la comodidad de los ciclistas.

La invención del automóvil, sin embargo, significó un cambio drástico. Aunque en términos absolutos el número de autos era mínimo

en los primeros años (en 1930 habían 67.000 autos y 2,5 millones de bicicletas en las calles holandesas), el auto trajo cambios profundos a las redes de caminos. De repente, surgieron enormes contrastes en la velocidad y la masa de los distintos tipos de usuarios viales, produciendo una rápida alza en la tasa de accidentes. Con el fin de mejorar la seguridad, se comenzó a separar cada vez más los automóviles de los ciclistas, construyendo ciclovías para asegurar un flujo ininterrumpido de los automóviles. Lejos de aplicar un enfoque integral al tráfico en bicicleta, se priorizó una ingeniería que buscaba prevenir conflictos con el automóvil.

Un segundo hito fue la creación, a partir de los años 1950s, de ciclovías para un uso recreativo. Estas fueron construidas en zonas atractivas para la recreación, y desarrolladas con apoyo de fondos específicos. Su coherencia en cuanto a conexiones con las ciclovías 'utilitarias' (utilizadas para transportarse en bicicleta) no era una meta en si mismo, y fueron incluso excluidas del sistema de asignación de fondos.



1) Nota de la traducción: Aquí en general se refiere a la bicicleta con sus carritos para llevar cargo, implementos de trabajo, niños, las compras, et cetera, o sea, para la mayoría de los países de habla hispana, el equivalente incluiría no solo las bicicletas a dos ruedas, sino también los triciclos y otros elementos afines, que también viajan diariamente por las calles de nuestras ciudades, requiriendo facilidades que aseguren la seguridad y la esencial dignidad humana para todos los usuarios, hombres y mujeres.

La crisis energética de los años 1970s, junto con una renovada conciencia ambiental, impulsó fuertemente el interés por el uso de la bicicleta. Proyectos como los de Den Haag y Tilburg, que ilustraron la importancia de tramos eficientes, de la comodidad del ciclista y de paradas cortas en los semáforos, demostraron, además, que una buena planificación cicloinclusiva sirve mejores y mayores propósitos que una política basada en la seguridad vial y nada más. El proyecto de Delft reveló además que enfocarse en la creación de una red cicloinclusiva podía, de forma significativa, aumentar el nivel de competitividad de la bicicleta frente a los otros modos de transporte. También parecía demostrar que en situaciones donde se utiliza la bicicleta masivamente, desestimar su importancia resultaría en una baja en el porcentaje modal de la bicicleta. En otras palabras, era vital un enfoque permanente en la bicicleta, dentro de las políticas de transporte.

El primer manual de diseño [1], introducido en 1993, propuso un acercamiento integral, con el fin de encontrar el mejor diseño posible para lograr una infraestructura cicloinclusiva. Este manual fue un importante resultado del plan maestro para la bicicleta (*Bicycle Master Plan*), que a su vez formaba parte del segundo plan de infraestructura para el tráfico y el transporte (*Structure Plan for Traffic and Transport, SVV2*). Una de las metas del plan maestro era aumentar el uso de la bicicleta, en parte, para que la gente dejara el auto en casa más seguido. Desde una perspectiva más económica, un documento de políticas para la movilidad (*Policy Document on Mobility*) [2] demuestra que, aunque al documento le falta la visión del SVV2, el uso de la bicicleta continuaría siendo de gran importancia para Holanda.

Cuadro 1. Porcentaje de viajes realizados en automóvil y bicicleta, 1991-2003 (% del total de viajes)

	Total de viajes	
	porcentaje en vehículo motorizado	porcentaje en bicicleta
1991	28,9	25,4
1992	29,4	25,8
1993	29,9	25,2
1994	28,8	25,4
1995	29,7	25,8
1996	30,6	25,1
1997	30,2	26,0
1998	31,3	25,0
1999	31,9	25,5
2000	32,1	25,7
2001	32,2	25,6
2002	32,8	25,4
2003	32,4	26,4
2004	32,8	26,0

En este documento de política, el gobierno requiere que todas las autoridades municipales y provinciales fomenten el uso de la bicicleta como el principal método de transporte, particularmente en aquellos tramos de menos de 7,5 kilómetros de distancia. Los consejos municipales y las autoridades regionales y provinciales responden, por ejemplo, construyendo redes cicloinclusivas que cumplen con los requisitos esenciales de la ingeniería de tránsito. Estas autoridades también son responsables de proveer estacionamientos de uso público para las bicicletas. El documento requiere buenas conexiones para bicicletas entre las nuevas áreas residenciales y el centro de la ciudad o municipio en cuestión, así como también hacia la periferia.

El cuadro 1 demuestra la importancia de la bicicleta en Holanda. Durante muchos años, casi un 25% de todos los viajes se realizan en

Cuadro 2. Porcentaje de viajes realizados en bicicleta, según la distancia recorrida, 1996 - 2003 (% del total de viajes por cada tramo)

	0 a 2,5 km	2,5 a 5 km	5 a 7,5 km	más de 7,5 km
1996	35,0%	36,0%	20,0%	5,6%
1997	36,0%	38,0%	22,9%	6,4%
1998	35,0%	34,7%	20,0%	5,4%
1999	36,2%	34,0%	22,2%	6,7%
2000	35,3%	34,7%	20,6%	5,6%
2001	35,8%	33,3%	21,2%	5,6%
2002	35,3%	34,7%	21,2%	5,6%
2003	36,7%	35,4%	24,2%	7,8%

cicleta. Después del automóvil, la bicicleta es el modo más usado para el transporte cotidiano. A pesar de las cortas distancias típicamente cubierta por las personas en bicicleta, el número anual de kilómetros recorridos por ciclistas es casi el mismo que lo viajado por pasajeros de tren (13,9 mil millones de kilómetros en bicicleta comparados con 14,5 mil millones de kilómetros en tren, 2004).

Claramente, es en los tramos cortos donde la bicicleta se destaca. Consistentemente, se realiza un 35% de los viajes totales con recorridos de 5 km o menos en bicicleta (ver Cuadro 2).



La bicicleta: para todas las edades y múltiples razones

Las personas de todas las edades, de distintos estratos socio-económicos ocupan la bicicleta, por todo tipo de razones. Como botón de muestra: el porcentaje de personas que ocupan la bicicleta para llegar a su lugar de educación es excepcionalmente alto, 46,4%. Se podría pensar que esto es atribuible al hecho de que incluye niños, quienes simplemente no tienen otra alternativa para ir al colegio. Sin embargo, el motivo 'educación' solo explica una pequeña parte (7,6%) de los viajes totales en Holanda (ver gráfico 1). Sobre el total de viajes, el propósito más importante varía desde un 22% para 'otras razones', hasta un 29,2% por salida de compras.

Uso recreativo de la bicicleta

Además de su uso para viajes diarios y funcionales, la bicicleta también juega un importante papel entre las actividades recreativas. Hay unos 11 millones de ciclistas recreativas en Holanda, quienes realizan alrededor de 28 millones de viajes de dos horas o más [3]. En este caso, el uso de la bicicleta es principalmente por diversión y, normalmente, también por razones de salud. Es esencial contar con redes cicloinclusivas y paisajes atractivos para

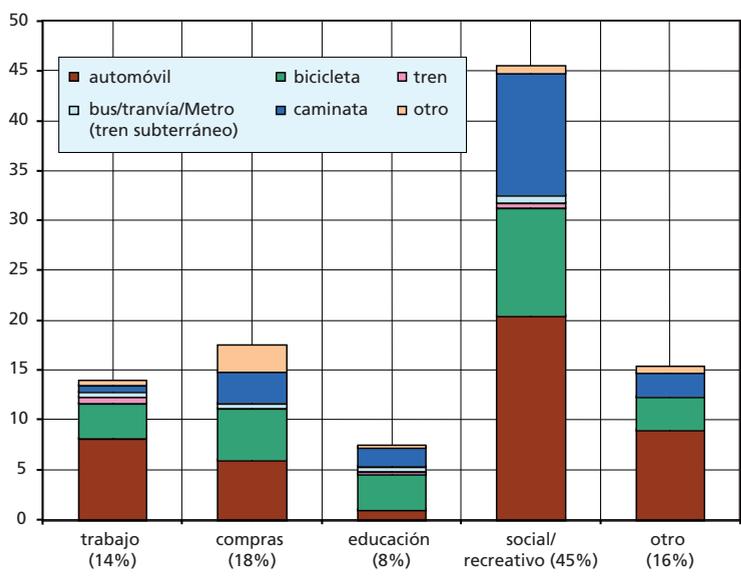


Gráfico 1. Porcentajes relativos de motivos de viaje, según modo, entre ellos la bicicleta, 2003 (Fuente: Encuesta Nacional de Viajes, National Travel Survey OVG)

quienes realizan este tipo de viaje. Cuando se ubican cerca de los hogares, mejoran considerablemente la calidad de vida de la gente y del medio ambiente.

1.2 La infraestructura cicloamistosa²⁾

Una infraestructura cicloamistosa es un prerrequisito si la bicicleta ha de retener e incluso fortalecer su posicionamiento dentro del sistema vial. La infraestructura debiera hacer posible que el o la ciclista haga viajes directos y cómodos, dentro de un ambiente atractivo y seguro. Solo así la bicicleta podrá competir con el automóvil. Varios estudios demuestran que la infraestructura cicloinclusiva de calidad genera un mayor porcentaje de viajes en bicicleta, dentro de la partición modal. Uno de los más recientes en este ámbito es el *Fietsbalans*, o Balance de la bicicleta (*Bicycle balance*). Éste demostró que los pueblos y las ciudades con altos puntajes en el *Balance de la bicicleta* tenían más ciclistas activos que los pueblos y ciudades con menores puntajes (ver figura 2

[4]). Para promover el uso de la bicicleta de forma masiva y a través de una red cicloinclusiva de alta calidad se requiere paciencia y una permanente atención a los criterios y políticas relevantes. Esto se demuestra en un análisis de pueblos y ciudades con altos niveles de uso de la bicicleta en Holanda [5] y en estudios de ejemplos en otras partes del mundo.

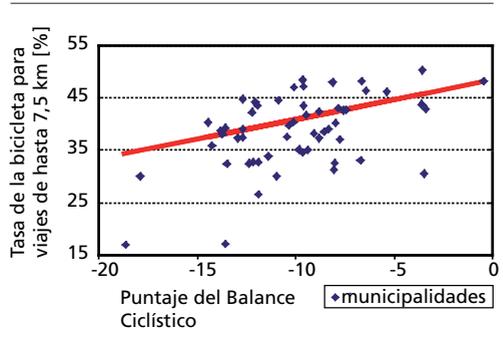


Gráfico 2. Relación entre el puntaje obtenido en el *Balance de la bicicleta* y el porcentaje de viajes realizados en bicicleta (Fuente: Federación de Ciclistas Holandeses, Holanda, 2000)

2) NdeT: Aquí, como en el original, distinguimos entre la planificación cicloinclusiva, que se refiere a la forma normal de planificar la ciudad y su sistema de transporte, tomando en cuenta las necesidades tanto de ciclistas y peatones, tanto como de los conductores de automóviles; y la infraestructura (u otras iniciativas) cicloamistosa, o sea, cuando la planificación y el diseño tengan éxito, creando un medio ambiente amistoso a los distintos tipos de ciclistas. Esto, generalmente, significa que cumple – con creces – con los cinco requisitos que se expliquen en otras secciones de este manual.



Este Manual de Diseño describe todos los pasos necesarios para crear una infraestructura cicloamistosa, partiendo desde la propuesta formal de nuevas políticas para promover el uso de la bicicleta, hasta la construcción tangible de una infraestructura cicloinclusiva. Con el concepto de una infraestructura ‘cicloinclusiva’, nos referimos a todo las facilidades técnicas hechas para ciclistas. En este sentido, los manuales de ingeniería de transporte adolecen de ciertos limitantes, entre ellos:

- Ofrecen ejemplos y/o modelos que pueden ser aplicados por los diseñadores urbanos sin un análisis mayor;
- Buscan, desde el comienzo, lograr la integración entre los requisitos establecidos para otros modos de transporte, lo cual lleva a concesiones problemáticas en las etapas tempranas del diseño.

Para evitar estos problemas, un tema constante de este Manual es su insistencia en la importancia de que los diseñadores urbanos:

- Estudien a los y las ciclistas como futuros usuarios de éste;
- Definan sus metas;
- Logren un equilibrio entre la función, la forma, y el uso.

Este constituye un desafío creativo que requiere más que una simple implementación de modelos preestablecidos. Nuestra metodología obliga a los diseñadores a pensar y a estimar las consecuencias de cada decisión que se toma durante la etapa de diseño.

1.3 Un diseño integral

Es imposible diseñar para la bicicleta basándose solamente en el dibujo técnico o programas digitales. Los problemas de circulación y de tráfico solo pueden resolverse con un acercamiento integral, y esto es aplicable a varios niveles espaciales de escala. En situaciones ya existentes, es siempre aconsejable observar las condiciones reales, ya que el o la ciclista es tan flexible que es probable que use el diseño de una manera distinta de lo que tenían en mente los diseñadores. El comportamiento en la calle es un importante componente del diseño, y los diseñadores no pueden simplemente ignorarlo.

Una visión integral al nivel de redes

El pensamiento integral comienza en la etapa de la planificación espacial. La bicicleta es un modo de transporte particularmente poderoso para los trayectos cortos, y para viajes asocia-

Plantillas (*templates*) a lo largo del tiempo

Una conocida plantilla (*template*) de los 1970s era la aplicación de la ciclovía como si fuera un molde que permitiera alcanzar un uso de la bicicleta mayor y más seguro. Sin embargo, hay otras formas de proveer una infraestructura segura y cómoda, más allá de la mera separación de los distintos tipos de tráfico. Los controles de la velocidad y la implementación de calles que restringen la cantidad y la velocidad del tráfico motorizado pueden producir los mismos resultados en cuanto a estos objetivos.

En los 1980s, los semáforos se convirtieron en la herramienta principal para mejorar la seguridad vial, pero estos tienen un impacto muy limitado a la hora de proteger a los ciclistas mientras cruzan la calle.

Un nuevo modelo de los 1990s, fue la rotonda, que tiene grandes e innegables ventajas en ciertas situaciones de tráfico. Pero como en otras oportunidades, se requiere más que la aplicación de una simple plantilla. Si el tráfico se pone tan intenso que se cree necesario negarles el derecho de paso a los ciclistas, entonces hay algo equivocado en el diseño. Quizás el nivel de seguridad aumente, pero otros requisitos esenciales para la cicloinclusividad son obviados.

dos al transporte público (acercamiento desde el origen o hacia el destino). La evaluación del Plan Maestro para la Bicicleta (*Bicycle Master Plan*) [6] muestra que la mayor amenaza al uso de la bicicleta en Holanda es el continuo aumento de escala que resulta del rápido crecimiento urbano. Las personas que viven a no más de tres kilómetros de un centro o subcentro urbano realizan viajes cortos más frecuentemente que los que viven más lejos o en pueblos pequeños [7]. Por esto mismo, las nuevas áreas residenciales no debieran ser construidas más allá de tres kilómetros de un pueblo o de un centro urbano. En este sentido, por lo tanto, se puede decir que la mejor posibilidad para que políticas para la bicicleta sean exitosas depende, hasta cierto punto, de los planificadores espaciales.

Al analizar los patrones de movilidad de un pueblo o de una región, el planificador de tráfico (*traffic planner* en inglés, típicamente un ingeniero de tránsito o un profesional similar, en el mundo de habla hispana) puede definir cuáles ubicaciones merecen el mayor tiempo y energía para mejorar la posición de la bicicleta. También puede trabajar con planificadores urbanos (urbanistas, geógrafos, arquitectos y otros afines) para acortar distancias, reducir las barreras, y trabajar con la densificación espacial. En términos de efectividad de costos, no vale la pena invertir en sistemas de transporte público de alta calidad, si la mayoría de



los viajes en una zona en particular son cortos. Este tipo de inversión es más apropiada si se puede crear una alternativa para los automóviles en un área de bajo uso de la bicicleta.

Una visión integral al nivel de conexiones

Muchos ciclistas escogen como van a viajar. A menudo eligen otros modos de transporte, particularmente cuando las vías disponibles no sean directas, seguras y cómodas. En cuanto a la seguridad, son los ciclistas el grupo más vulnerable en encuentros con tráfico de alta velocidad y este hecho requiere una atención especial. Evitar conflictos entre distintos tipos de tráfico a través de la separación de vías es una solución extrema, aunque muchas veces esencial. Sin embargo, también se puede optar por restringir la cantidad o la velocidad de los vehículos motorizados en rutas con gran afluencia de ciclistas.

Una visión integral al nivel de facilidades

Un diseño cicloinclusivo significa que el ciclista no se queda con las migajas del espacio sobrante dentro del diseño de la calle o con

el tiempo sobrante dentro de una secuencia de semáforos. La calidad que se proporciona a los ciclistas debe responder a los mismos criterios de calidad que rigen para el nivel de servicio para otros usuarios. En este sentido, 'integral' significa que los planificadores vean al tráfico como una interacción entre distintos agentes, quienes, teóricamente, están preparados para cumplir con ciertas reglas. Una condición para evitar conflictos, por ejemplo, se da cuando un ciclista pueda establecer contacto visual con un motorista. Al contrario, un encuentro entre dos usuarios en el cual el contacto visual es imposible es, casi por definición, inseguro. El diseño de la infraestructura tiene un efecto enorme en la posibilidad de los usuarios de verse.

1.4 Un plan como base

Crear una infraestructura cicloinclusiva requiere de habilidades técnicas de diseño, pero por si solas éstas no son suficientes. En el largo camino desde las políticas hasta la implementación, un sinnúmero de intereses luchan por recursos limitados. Trabajar en





base a un plan ofrece la mejor posibilidad de proteger los intereses de la bicicleta.

A pesar de los beneficios de la planificación, sin embargo, el desarrollo de una política de fomento al uso de la bicicleta tiende a ser un proceso ad hoc, caracterizado por bastante improvisación. Esto refleja el hecho de que la bicicleta misma crea pocos problemas, los que suelen surgir cuando represente algún inconveniente para los otros usuarios viales. Normalmente por sí sola, una política de fomento de la bicicleta dista de ser controversial. Otro factor es que en general las personas optan por usar la bicicleta por razones más bien positivas [8]. Disfrutan de pedalear: es saludable, bueno para el medio ambiente, rápido, divertido, normal, conocido, así que prestarle atención dentro de las políticas generales de transporte es bastante lógico.

En términos generales, las políticas locales de tráfico y de transporte se insertan en una política regional o provincial, administrada por una autoridad ubicada en ese punto en la

escala. La misma lógica debería regir en cuanto a las políticas para la bicicleta. Al mismo tiempo, sin embargo, que se coordine al nivel político-administrativo, se requiere también una coordinación práctica 'al nivel de la calle'. Típicamente, las conexiones relacionadas con las bicicletas son locales, y deben ser trabajadas a ese nivel. A menudo cruzan los límites comunales o municipales también, por lo que una buena coordinación de las políticas se hace esencial.

Para lograr un tratamiento integral de la planificación de una infraestructura cicloamistosa, ésta debe formar parte integral de un amplio plan de tráfico y transporte. Es solo entonces que es posible equilibrar los intereses de los distintos usuarios y, a su vez, asegurar que cada modo de transporte tenga el lugar más funcional y efectivo.

El gráfico 3 ofrece un diagrama de los posibles pasos en la formulación de un plan y las interrelaciones entre ellos. Si el plan forma parte de un plan mayor, el proceso de planificación

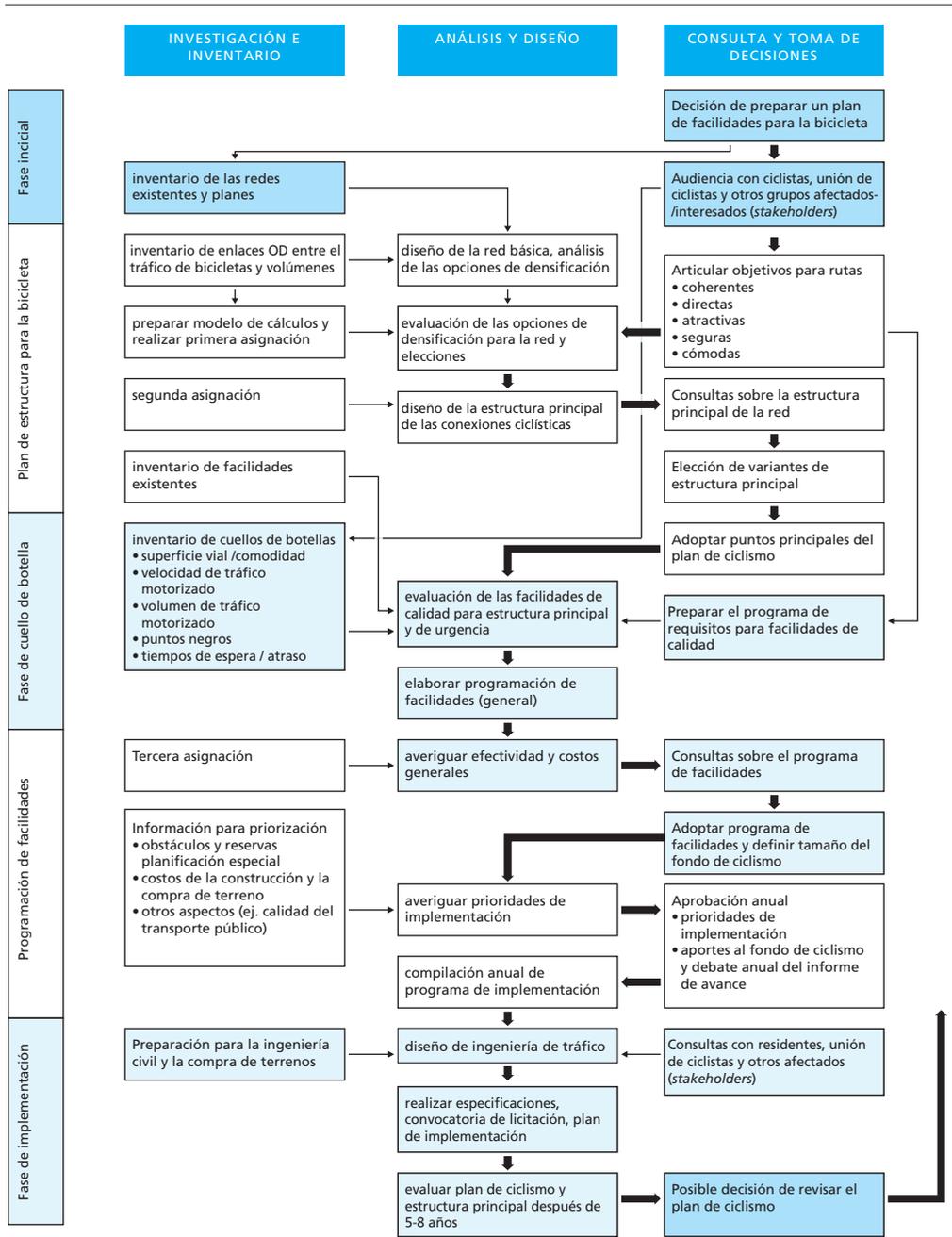


Gráfico 3. Pasos en la formulación del plan para la bicicleta y sus interrelaciones

también debiera estar asociado ese plan. En pos de la claridad, estas relaciones no se incluyen en el diagrama.

Aunque no es posible proveer una plantilla para la formulación de un plan, en términos generales se puede distinguir cinco fases. Claramente, este esquema representa una simplificación del proceso real. En la práctica, el diseño es un procedimiento altamente cíclico. Se reformula una y otra vez, particularmente dentro de cada fase individual. A veces también es necesario volver a las fases previas de planificación. Este modo de trabajo es intrínseco para lograr un buen equilibrio entre los tres aspectos centrales, la forma, la función, y el uso.



Crterios cuantificables

El Plan de Tráfico y Transporte 2005-2020 del consejo de la municipalidad de Utrecht (*The 2005-2020 Municipal Traffic and Transport Plan*) ofrece un ejemplo de un plan que ocupe criterios cuantificables. El plan establece una velocidad promedio a través de toda la red troncal de la bicicleta, para distancias de entre 4-7 km, de un mínimo de 16 km/h, para al menos un 85% de los viajes. El tiempo de viaje (incluyendo paradas) desde un punto de origen en un centro regional o interregional hasta la parada de transporte público más cercano (específicamente a su estacionamiento de bicicletas, debidamente habilitado para usar candado) no debería ser más de cinco minutos, y no debería ser más de diez minutos desde el hogar.

1 Fase inicial

En esta fase los participantes formulan las metas y se crea la organización que llevará a cabo el proyecto. Donde sea posible, las metas son cuantificadas. En la medida de lo posible, se expresan las metas abstractas en términos de estándares verificables.

2 Plan de estructura para la bicicleta

Los participantes analizan los enlaces de transporte para los ciclistas actuales y potenciales e identifican las rutas más populares dentro de la red. Para esto, deben comprender los patrones de los lugares de origen y de destino de los ciclistas. Con este análisis de la red de rutas existentes, se escogen las nuevas conexiones que mantendrán al mínimo los desvíos, reducirán el número de encuentros con vehículos motorizados, y crearán una red estructural coherente. Ocupar un modelo de tráfico puede ser una opción. Aunque esto ocurre raras veces al momento de diseñar un

plan para la bicicleta, sin duda puede ser una herramienta útil en ciertas situaciones, particularmente al nivel de análisis de red (ver capítulo 4).

3 Fase de cuello de botella (*bottleneck*)

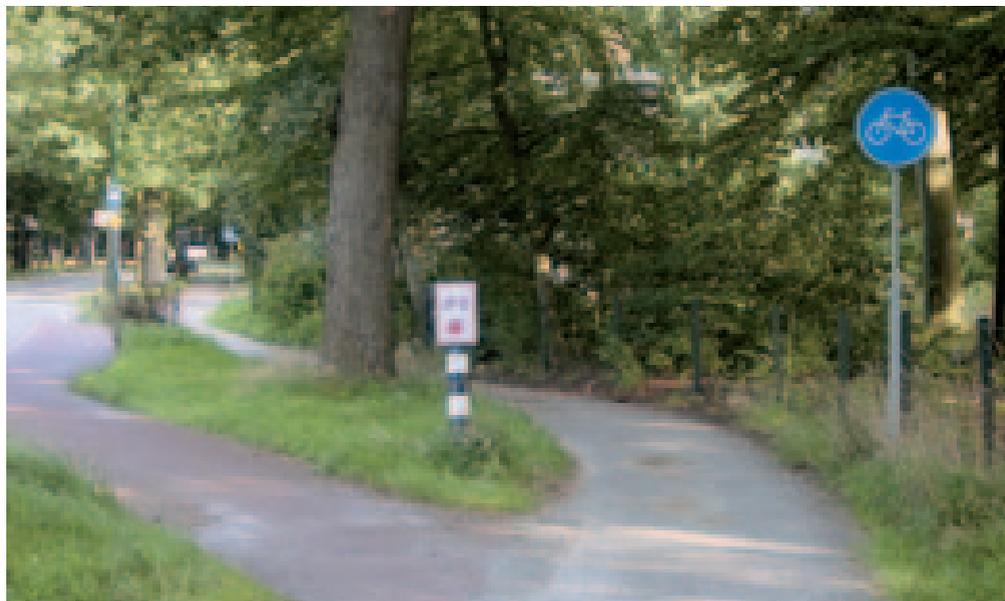
En esta fase, se evalúa la calidad de las calles y ciclorutas incluidas en el plan para la bicicleta según los requisitos oficiales. Mientras más

'Cultura ciclista'

El diseño de un plan por si solo no garantiza buenos resultados en una comuna u otra área municipal. La experiencia en Holanda y en otras partes del mundo, sin embargo, muestra que el prestar atención permanente y sistemática a los ciclistas da buenos frutos en el largo plazo. El desarrollo de una amplia 'cultura pro-ciclismo' dentro de una organización pública puede ser más importante que los recursos financieros.

importante la conexión dentro del sistema principal, mejor debe ser la calidad de su implementación. Una vez que se han identificado todos los cuellos de botella³⁾, se ordenan acorde a su urgencia, para que se vayan solucionando los peores primero.

Es posible buscar rutas alternativas en esta fase del diseño, por ejemplo, si la conexión de la ruta más corta es de tan pobre calidad que mejorarla requeriría una inversión desproporcionadamente alta. No vale la pena mejorar la conexión de una ruta corta, por ejemplo, cuando una ruta paralela, un poco más larga, puede ser de mucha mejor calidad, gracias a la ausencia de semáforos. También se analizan temas como la planificación de rutas a través de calles comerciales y zonas comerciales con acceso restringido a los automóviles en esta fase del proceso de planificación. Esto retroalimenta el plan de



3) NdeT: Con este término se refiere a los puntos en la red donde se producen atochamientos, barreras, conflictos graves u otro tipo de problema que limite la libre circulación por sus ciclovías, bandas, intersecciones y otros componentes.

infraestructura para la bicicleta, y puede derivar en una revisión parcial o completa del plan.

4 Programación facilidades

El próximo paso es determinar cuales son las mejoras necesarias para alcanzar el nivel de calidad planteado en el programa de requisitos. Se propone una infraestructura para mejorar los elementos débiles de la red (sección de un camino, intersecciones, puentes, et cetera). A veces esto significa construir una ciclovía segregada, pero hay muchas otras opciones, tales como:

- Ajustar el sistema de los semáforos;
- Reducir la cantidad de tráfico motorizado en una ruta;
- Construir un paso sobre nivel;
- Reducir la velocidad del tráfico motorizado;
- Construir ciclobandas o ciclorutas;
- Cambiar el perfil de la vía;
- Modificar la intersección (por ejemplo, convertirla en rotonda);
- Mejorar el cruce;
- Mejorar la superficie de la calle;
- Construir estacionamientos de bicicleta.

Queda claro, entonces, que un ‘plan de ciclovías’ no es la mejor manera de cumplir con los criterios de calidad de un buen plan de infraestructura para la bicicleta. Existen mucho más opciones que simplemente construir o remodelar una ciclovía, para mejorar la comodidad y seguridad de los y las ciclistas. Los capítulos 4 al 8 presentan estas opciones de forma detallada.

5 Fase de implementación

Se ordenan la infraestructura y otros elementos del Programa de Infraestructura según una secuencia de prioridades que considera los

costos y beneficios (efectividad). Una vez completado el Programa, se hace un presupuesto general que contempla los costos totales de su implementación. Se pueden financiar las medidas individuales con fondos de diferentes fuentes. Algunas medidas pueden ser incluidas dentro de la mantención, mientras que la infraestructura para nuevas áreas residenciales puede financiarse con los fondos operativos de dichas áreas. Es probable que se incluyan otras medidas, como nuevas políticas dentro de los presupuestos cíclicos de toda autoridad vial. Es aquí que el valor de contar con un ‘plan como base’ se hace evidente.



6 Evaluación del diseño

Se debe evaluar un Programa de Infraestructura o Plan Maestro para la bicicleta periódicamente, para asegurar su vigencia. Lo óptimo es poner al día el Plan por lo menos cada cinco a ocho años. Se puede expresar la calidad de una infraestructura para la bicicleta como el puntaje total que logra en relación a su cumplimiento con los cinco requisitos principales. Si la infraestructura cumple bien con estos criterios, quiere decir que ha logrado un buen nivel



en cuanto a su calidad. Una buena herramienta de evaluación es el Balance que realiza la Federación de Ciclistas Holandeses (*Bicycle Balance*).⁴⁾

El diseñador tiene que ser capaz de asegurar que las condiciones no pierdan el equilibrio. Una concentración de accidentes es una clara evidencia que falta equilibrio entre la función, la forma y el uso. Sin embargo, el diseñador tiene otras indicaciones que pueden mostrar que algo está mal. Dependiendo de la escala (a nivel de red, de conexión o de infraestructura), los problemas de tráfico se expresan de múltiples maneras. Es bastante común que los usuarios viales se comportan diferente-mente a lo que el diseñador pensó y evaluó (ver recuadro).

Comportamiento adverso al estrés

Al nivel de red

Cuando alguien decide como viajar y en cuál modo de transporte, la incomodidad juega un importante rol en su decisión. Muchos adultos mayores, por ejemplo, sufren de una limitada movilidad. A menudo se quedan en casa pues sienten que ya no son capaces de lidiar con las altas velocidades de tráfico o lo encuentran muy peligroso. Los padres llevan a sus hijos al colegio en automóviles por razones de seguridad y muchas mujeres son reticentes a usar la bicicleta en la noche pues no se sienten seguras.

Al nivel de las conexiones

Quienes sí participan del tráfico también pueden buscar evitar el estrés, realizando desvíos para evitar lugares inseguros, algunos semáforos, o lugares que dan miedo.

Al nivel de la infraestructura

Un estado de tráfico que genere estrés también produce un comportamiento anormal del tráfico. Esto significa que los ciclistas actúan de una forma distinta a lo que previo el diseñador. Algunos indicadores de este tipo de situación incluyen el hecho de que:

- Los y las ciclistas se bajan de la bicicleta y caminan, aun cuando tienen el derecho de paso, o surge algún tipo de comportamiento informal donde no se ejerza el derecho de paso.
- Los ciclistas pasan por luces en rojo pues sienten que esperar, en el contexto, sería una pérdida de tiempo.
- No se usan las ciclovias, pues otra ruta es más rápida, fácil, o atractiva.

Finalmente, existen situaciones donde la sensación de incomodidad llega muy cerca de un accidente real, o sea, cuando casi ocurre un accidente. Estos conflictos se registran ocupando las técnicas de observación de conflictos. Los estudios muestran que los 'cuasi accidentes' tienen una buena capacidad de predecir los accidentes a venir [9].

4) NdeT: En América Latina, a través de su trabajo en cooperación con I-CE y el Gobierno Regional de Santiago, Ciudad Viva ha desarrollado una serie de instrumentos para evaluar las rutas que se van implementando como parte de los planes municipales o regionales para la bicicleta. Para más información, www.ciudadviva.cl, Centro de Transporte Activo.



La comodidad y la incomodidad son difíciles de medir de forma objetiva, aunque el comportamiento para evitar el estrés y los cuasi accidentes es un buen indicador. Los y las usuarios viales, a su vez, son los más calificados para decirnos donde ‘las cosas no funcionan’ según los límites de sus propias capacidades físicas y mentales. Para los diseñadores de la infraestructura para la bicicleta, los reclamos de los usuarios son una fuente vital de información acerca de sus percepciones en cuanto a la comodidad.



Diseño funcional

2 Diseño funcional

2.1 Los y las ciclistas como un parámetro de diseño

El uso de la bicicleta pone a prueba las habilidades físicas y mentales del o la ciclista. Un esfuerzo físico es necesario para que el vehículo comience a andar y para que luego continúe en movimiento. Se requiere además un esfuerzo mental para andar de forma segura dentro del esquema vial. Según el concepto de *seguridad sustentable*, un diseño vial seguro es aquel que se basa en el usuario. Presentado en 1992, el informe que introdujo el concepto de seguridad sustentable (*sustainable safety*) afirma que un sistema de tráfico que cumpla con esta condición debe tener una infraestructura en la cual el diseño no solo tome en cuenta, sino que además se adapte, a las limitaciones de las habilidades humanas [10].

Los ciclistas no son un grupo homogéneo de características similares. Al contrario, como se ve en el caso holandés, la población ciclista es

muy heterogénea en cuanto a la edad, el sexo, las habilidades físicas y las razones por las cuales se usa la bicicleta como modo de transporte. En ciertas condiciones, el o la ciclista que viaja en bicicleta con cierta rapidez al trabajo es un buen indicador para el diseño (en términos, por ejemplo, de diseños relacionados con la velocidad). En muchos casos, sin embargo, son los ciclistas de mayor edad, con más limitaciones físicas, quienes determinan los límites a los cuales el diseño debiera atenderse (en términos de pendientes o tiempos para cruzar la calle, por ejemplo). En otros casos, el diseño estará enfocado en los ciclistas más jóvenes, inexperimentados, y a veces, hasta temerarios (como por ejemplo, en términos de una altura que facilite la visibilidad, el nivel de disciplina ante semáforos en rojo, y el nivel de complejidad en las intersecciones).

Habilidades físicas

Cuantificar las habilidades físicas de la gente no es sencillo. Comúnmente, se usa la siguiente definición: la habilidad física es el límite del trabajo dinámico muscular por unidad de tiempo. En estos casos, se utiliza la llamada capacidad absoluta como la cantidad de referencia y se define como el máximo de esfuerzo físico que una persona puede mantener por cuatro minutos. Se entiende que este máximo (y por ende, la capacidad absoluta) varía mucho entre una persona y otra. La capacidad física depende entonces de la duración y el tipo de actividad (ya sea deporte, trabajo en una fábrica, recreativa, et cetera). Una forma de medir la comodidad, entonces, es con la razón entre la habilidad física y la capacidad absoluta. Dentro del marco de la habilidad física, el capítulo 3 contiene una serie de gráficos que indican elementos necesarios para el diseño.





Habilidades mentales

Concientemente o no, los y las ciclistas no solo realizan un esfuerzo físico al momento de andar en bicicleta, sino también un esfuerzo mental. Dirigir la bicicleta, mantener su equilibrio y manejar en línea recta requieren un esfuerzo mental considerable. Paralelamente, la interacción con el tráfico también pone a prueba la capacidad de concentración. Estudios en la red de ciclorutas en Delft muestran que mejorar la comodidad es una importante condición para incentivar el uso de la bicicleta. Simplificar las tareas, también aporta significativamente a la creación de un sistema de tráfico seguro a lo largo del tiempo, y por lo tanto sustentable. Para tomar la decisión adecuada en situaciones de tráfico complejas, es mucha la información que tiene que ser procesada en fracciones de segundo [11]. Es entonces cuando fácilmente se puede cometer un error, mientras se trata de respon-

der a cada una de las siguientes preguntas:

- ¿Quién tiene la preferencia?
- ¿Qué reglas competen?
- ¿Me habrán visto?
- ¿A qué velocidad van los otros usuarios?
- ¿Alcanzaré a pasar?
- ¿Que hará la otra persona?

Limitar el riesgo de errar y aumentar la ‘voluntad de perdonar’ si algún error ocurre, mejora considerablemente la seguridad de tránsito, además de hacer el uso de la bicicleta una actividad más cómoda para el usuario. En gran medida, el objetivo de categorizar las vías se basa en estos principios [12].

La incomodidad, o en otras palabras, el nivel de la falta de comodidad, se relaciona directamente con la ‘percepción’ y el ‘peligro subjetivo’. Estos son sentimientos de intranquilidad que ocurren en situaciones de tráfico comple-



jas, poco claras, amenazadoras o cansadoras. Reclamos ante situaciones de tráfico ocurren cuando se alcanza un nivel crítico de estrés, tensionadas por la diferencia entre las exigencias de una situación (el factor de estrés) y las habilidades personales para solucionarlas [13]. Este nivel crítico se alcanza más rápidamente cuando el usuario experimente dificultades para responder correctamente a una situación, ya sea por falta de experiencia (niños, jóvenes) o capacidades disminuidas (adultos mayores). Existe, entonces, una importante relación entre la comodidad y la seguridad vial. Cuando el nivel de estrés sube, hay más posibilidades de cometer errores. Las estadísticas de accidentes también demuestran que los más jóvenes y los adultos mayores no solo experimentan problemas varios de comodidad, sino también mayor riesgo en situaciones de tráfico.

El sistema bicicleta-ciclista

Naturalmente, los diseñadores de una infraestructura cicloamistosa tienen que estar bien informados de las posibilidades técnicas y las limitaciones del ciclista y la bicicleta, además de estar conscientes de que el uso de la bicicleta comprende una serie de características más o menos contradictorias. Un ejemplo es el uso de la fuerza muscular como motor, el cual

Cuadro 3. Características de los ciclistas hombres y mujeres, la bicicleta, y su uso

- 1 La bicicleta funciona con los músculos como motor.
Por esto, un diseño de ruta cicloamistosa minimiza la pérdida de energía.
- 2 La bicicleta es inestable.
Los vientos cruzados, las corrientes de vientos, las turbulencias causadas por camiones, los baches y hoyos en el camino, y las bajas velocidades que se hacen necesarias por razones ajenas a la voluntad del ciclista, determinan la estabilidad, y por ende el espacio requerido para maniobrar.
- 3 La bicicleta no tiene una zona de amortiguación de golpes.
Las estadísticas de accidentes son una indicación clara de la vulnerabilidad del ciclista. Las autoridades, sin embargo, están posicionadas para influir significativamente en este tipo de situación. Pueden dar a los ciclistas una 'zona de amortiguación', dejándoles suficiente espacio para maniobrar evasivamente. Los ciclistas pueden andar equilibrados en una franja de 0,20 m de ancho, pero este espacio es totalmente inadecuado para hacerlo de forma cómoda. Cuando un automóvil abra una de sus puertas, un espacio adicional en la cicloruta puede salvar vidas. Esta vulnerabilidad significa también que los ciclistas no pueden andar entre automóviles que avanzan a alta velocidad o por vías con una alta concentración de camiones.

sirve como un limitador natural de velocidad, aunque a su vez, se requiere cierta velocidad para asegurar la estabilidad. Otro ejemplo es que por un lado, la bicicleta es un vehículo altamente vulnerable, mientras que por el otro, es de alta maniobrabilidad y flexibilidad dentro del sistema de tráfico. Otro ejemplo es que las bicicletas son diseñadas y clasificadas como tráfico lento, a pesar de que en el medio urbano son uno de los modos de transporte más rápidos. El cuadro 3 muestra algunas características típicas del ciclista, la bicicleta y su uso.

- 4 La bicicleta tiene muy poca amortiguación. Una superficie pareja y sin baches es una condición mínima para cumplir los requisitos de una infraestructura cicloamistosa.
- 5 Los y las ciclistas andan al aire libre (sin techos, ni parabrisas). Esto tiene ventajas y desventajas. Qué la cicloruta ofrezca cobijo contra la lluvia y el viento elimina muchas de las desventajas que los ciclistas experimentan, comparados con los automovilistas. Al mismo tiempo, el diseñador debe tomar en cuenta las ventajas propias de andar al aire libre y, por lo mismo, la importancia del paisaje alrededor de las ciclorutas.
- 6 El uso de la bicicleta es una actividad social. Por esta razón, la cicloruta debiese permitir que dos ciclistas anden juntos, el uno al lado del otro. Esto es particularmente importante en el caso de una ruta que será ocupado por muchos ciclistas recreacionales. Esta opción también asegura que los padres y las madres podrán andar al lado de sus hijos de forma más segura.
- 7 Las personas son un factor esencial. El número de tareas que un usuario vial pueda realizar y su nivel de complejidad impone limitaciones. Los diseñadores deben respetarlas, considerando a aquellos usuarios menos experimentados y con menos capacidades físicas.

Los y las ciclistas como clientes del sistema de tráfico y transporte

Las propiedades y limitaciones del vehículo y su conductor son parámetros reconocidos dentro del diseño de calles para el transporte motorizado. En estos diseños, la comodidad y la seguridad se complementan. Se debe aplicar el mismo principio en el diseño de una infraestructura para el uso de la bicicleta. De hecho, se debe considerar al ciclista como un cliente más dentro de los sistemas de transporte y de tráfico. Este cliente tiene preferencias que pueden ser expresadas en los requisitos de

calidad que la infraestructura debe cumplir. Es responsabilidad del diseñador que estas preferencias, o estándares de calidad, sean expresadas en la infraestructura de la forma más completa posible. Tomando en cuenta el sistema ciclista-bicicleta y las propiedades físicas y técnicas de la bicicleta y su usuario, los siguientes requisitos son esenciales para alcanzar una infraestructura cicloamistosa:

- asegurar suficiente espacio en la sección;
- permitir que dos ciclistas puedan viajar juntos, uno al lado del otro;
- minimizar la resistencia que experimentan los ciclistas al andar;
- tomar en cuenta los limitantes físicos y mentales (optimizando los esfuerzos mentales);
- tomar en cuenta la vulnerabilidad de los ciclistas;
- tomar en cuenta la percepción de los ciclistas;
- asegurar una infraestructura completa y comprehensiva.





2.2 Los principales requisitos para una infraestructura cicloamistosa

Las preferencias descritas en la sección 2.1 se pueden traducir en cinco requisitos principales a cumplir para lograr una infraestructura cicloamistosa:

- la necesidad de asegurar la percepción y la posibilidad real de que dos bicicletas puedan andar juntas, se traducen en requisitos en cuanto a lo *atractivo* y lo *cómodo*;
- la minimización de la resistencia se convierte en requisitos en cuanto a lo *cómodo* y lo *directo*;
- la optimización del esfuerzo mental y la franja para maniobrar se convierten en requisitos en cuanto a lo *cómodo* y lo *seguro*;
- la vulnerabilidad de los ciclistas se convierte en requisitos en cuanto a lo *seguro*;
- la necesidad de una infraestructura completa y comprensiva, se convierte en requisitos en cuanto a la *coherencia*.

En términos generales, si no se logra un nivel mínimo en uno o más de los cinco requisitos principales, se debe modificar la infraestructura. En este capítulo, definimos los requisitos principales en términos generales. Estos requisitos se profundizan en términos de redes, secciones de calles e intersecciones, en los capítulos 4, 5 y 6, respectivamente.

Requisito principal – ser coherente

Como la palabra indica, la coherencia significa una infraestructura para la bicicleta que forma un todo, coherente y comprensible para todos los usuarios del sistema vial. La red debe, por lo tanto, proveer las conexiones necesarias para unir los puntos de partida y de llegada de los diferentes ciclistas. La coherencia significa, por lo tanto, brindarle la oportunidad a la gente de ir a cualquier lugar en bicicleta. Integrar a otros modos de transporte, a la red y al diseño, también es importante. Los elementos importantes en este ámbito

incluyen la facilidad para encontrar los caminos y vías, una calidad consistente, y la libertad para elegir la ruta adecuada.

Requisito principal – ser directa

Las ciclorutas deben ser directas. Esto significa que al ciclista siempre se le ofrezca la ruta más directa posible, manteniendo los desvíos al mínimo. Si viajar en automóvil toma menos tiempo que la bicicleta, se incentiva su uso. Sin embargo, muchos motoristas están dispuestos a usar la bicicleta para tramos cortos, siempre cuando el viaje sea más conveniente y rápido. Todos los factores que impacten en el tiempo de viaje se incluyen en este requisito, entre ellos, las velocidades de los flujos de tráfico, los atrasos y el largo de los desvíos.

Requisito principal – ser atractiva

Que una infraestructura para el uso de la bicicleta sea atractiva significa que su diseño e inserción en el medio ambiente aledaño realmente atraigan a los ciclistas. Es importante notar, sin embargo, que una amplia gama de factores definirá el comportamiento de los ciclistas, y su importancia variará según cada individuo a la hora de decidir que ruta tomar. Para algunos, ciertos aspectos del uso de la bicicleta como medio de transporte son positivos, mientras otros los consideran negativos.

El atractivo, visto como un requisito principal, incluye una variedad de factores psicológicos que generalmente pueden ser expresados en términos de la ‘percepción’. Un estudio de ITS (1978) examinó este tema en relación al uso de la bicicleta en Holanda [14]. El estudio preliminar y un estudio adicional en Delft ofrecen valiosa información sobre la potencialidad del uso de la bicicleta, una vez que se superen ciertos obstáculos [15]. Por su misma natura-

leza, se hace difícil representar el tema de lo atractivo en términos concretos o cuantitativos, puesto que estas percepciones son altamente personalizadas. Sin embargo, los reclamos de los ciclistas de todas maneras merecen una seria atención, incluso cuando son difíciles de verificar de forma objetiva.

Lo atractivo también incluye el criterio de la ‘seguridad social’ (*social safety*, o minimización del riesgo de una agresión física de algún tipo). Un estudio comparativo entre las ciudades holandesas de Zwolle y Breda mostró que la seguridad social, y como la gente la percibe, es un determinante mayor en cuanto a la decisión de usar la bicicleta, particularmente en las tardes y las noches. El capítulo 7 profundiza en este tema.



Requisito principal – ser segura (en términos del sistema vial)

Como requisito principal, la seguridad significa que la infraestructura garantice la seguridad de los ciclistas y otros usuarios del sistema de tráfico. Los ciclistas son vulnerables pues comparten el espacio con el tráfico motorizado, con las consecuentes diferencias mayores en términos de masa y velocidad. El ciclista no cuenta con protecciones externas como una estructura metálica y parachoques.



Los diseñadores no pueden cambiar esta inherente vulnerabilidad, pero si pueden influenciar las condiciones en las cuales los ciclistas viajan. Un punto clave es que se debe evitar lo máximo posible los encuentros con el tráfico rápido motorizado, separando los dos modos en términos de tiempo o espacio. La importancia de este requisito es confirmado por el número de accidentes. En pueblos y ciudades con muchas intersecciones de alta complejidad, ocurren más accidentes serios que involucran bicicletas que en zonas urbanas urbanas con menos intersecciones de este tipo [16] (ver también 2.4).

La seguridad es un tema relevante en diferentes niveles y hay muchas formas de mejorarla. Contar con requisitos formulados para un sistema de tráfico seguro y sustentable puede jugar un papel de vanguardia en este proceso. Esto se refleja en las siguientes opciones [17]:

- maximizar la construcción de áreas residenciales (sin interrupciones por vías rápidas) las más extensas posibles;
- minimizar los tramos del viaje que se deben realizar en caminos relativamente peligrosos;

- asegurar que los viajes sean lo más cortos posible;
- combinar las rutas más cortas y seguras;
- evitar situaciones que obligan a los ciclistas a buscar trabajosamente su camino;
- mantener fácilmente entendible la jerarquía vial y por lo tanto las diferentes categorías de caminos;
- limitar el número de soluciones aplicadas y ocupar un diseño claro, sin ambigüedades;
- evitar conflictos con el tráfico que viene en la dirección contraria;
- evitar conflictos en las intersecciones;
- separar los distintos tipos de vehículos;
- reducir la velocidad en potenciales zonas de conflicto;
- evitar obstáculos en los costados de las calles.

Los ciclistas son aún más vulnerables en condiciones de lluvia o en la oscuridad, ya que en estas condiciones su visibilidad y la de otros usuarios no están en su nivel óptimo. Los diseñadores pueden aliviar este problema cuidando mucho la visibilidad.

Requisito principal – ser cómoda

En este requisito principal, se incluyen factores relacionados con la frustración y los atrasos causados por embotellamientos y/o las falencias de la infraestructura, y que requieren además un esfuerzo adicional de parte del ciclista. La incomodidad, como resultado de un excesivo ejercicio mental, está directamente relacionada con la seguridad y por ello, ha sido incluido como parte de este requisito, bajo el criterio de minimizar la ‘complejidad de la tarea de andar en bicicleta’.

El requisito principal de la comodidad refleja la evidencia de que no son solo los esfuerzos

extremos, sino también los irregulares (como parar y comenzar repetidamente) los que hacen engorroso el uso de la bicicleta. Otro ejemplo es la molestia por las vibraciones causadas por la calidad del asfalto. Otros criterios que juegan un rol en la comodidad incluyen la suavidad del pavimento, la cantidad de cerros y colinas, la cantidad de paradas y las molestias causadas por el clima y el tráfico.

2.3 La función, la forma y el uso

Diseñar una infraestructura para la bicicleta involucra tres niveles espaciales, cada uno con sus problemas específicos: la red, las conexiones y las facilidades mismas (infraestructura). La tarea del diseñador es buscar permanentemente el equilibrio justo entre la función (los requisitos funcionales), la forma y el uso. Antes de comenzar, el diseñador tiene que

considerar cuidadosamente los requisitos funcionales y el uso que se espera del diseño final. Inicialmente, escogerá la forma más apropiada para la función y el uso esperado. La función proviene del programa de requisitos, el cual fija las condiciones con las cuales el diseño tiene que cumplir. El uso actual o esperado puede ser estudiado y, según la fase del proceso de planificación (preparación o evaluación), su estudio se basará en estimaciones (de una situación futura) o la observación (de una situación existente).

La calidad del diseño depende del nivel de logro de los cinco requisitos principales y son éstos, a su vez, los que constituyen el criterio de evaluación del diseño. Está claro que se logra un buen equilibrio solo a través de un proceso interactivo. Estas tres variables tienen que nivelarse repetidamente para ‘calibrar’ el



diseño. Si no están equilibrados la forma, los requisitos funcionales y el uso, hay tres formas de corregir la situación:

- cambiar el diseño;
- influenciar el uso/comportamiento;
- modificar los requisitos funcionales (y por ende la calidad de éstos).

La forma

El punto de partida más obvio para el proceso de diseño es encontrar la forma que cuadre mejor con los requisitos funcionales y el uso. En términos prácticos, sin embargo, existen factores externos que influyen el equilibrio entre la función, la forma y el uso. A veces no se puede implementar la forma más obvia, que cumple con la función y el uso, debido a demandas espaciales de terceros. Los intereses de ciclistas compiten entonces con los intereses de otros. Este dilema se ve claramente, por ejemplo, en los conflictos espaciales entre las redes viales de distintos modos de transporte. En este tipo de situación, debe establecerse cuan importantes son los otros intereses. Una solución realista es consultar con el diseñador de la infraestructura de transporte público o motorizado para analizar la efectividad de ciertos aspectos, ya sea en la ocupación de espacio, las reglas de derecho a paso, o la prioridad dada por el sistema de semáforos.

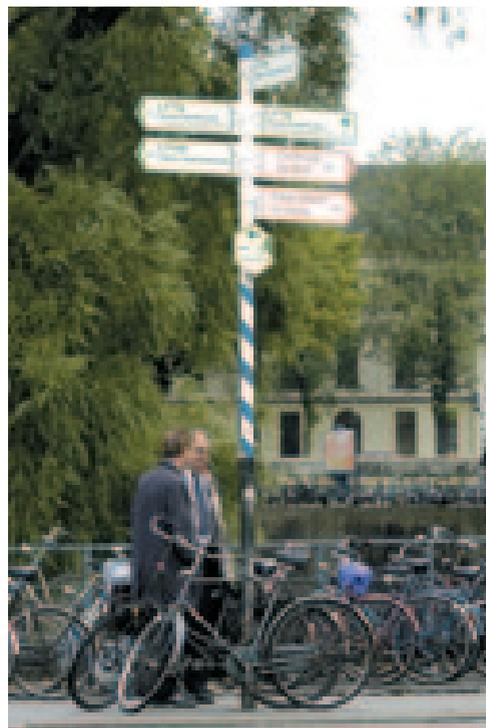
El uso

Si el factor externo es suficientemente importante para que la infraestructura no pueda ser diseñada como se recomienda en este manual, se deben buscar formas de influenciar en el uso de la infraestructura. Claramente se puede influenciar también en como los otros modos de transporte ocupen la infraestructura. Si la concentración y la velocidad del transporte

motorizado hace aconsejable construir ciclo-vías (o sea, facilidades segregadas para la bicicleta), y no hay espacio para ellas, la alternativa más obvia es reducir la cantidad de tráfico motorizado y/o su velocidad. La naturaleza cíclica del proceso de diseñar posibilita además que, si hay problemas mayores al nivel de la infraestructura, se pueda volver a diseñar las conexiones. Desarrollar una conexión alternativa de alta calidad minimiza el uso de una 'conexión problemática'.

La función

Finalmente, puede ser necesario ajustar las metas. En términos prácticos, esto significa que se implementa una infraestructura menos ambiciosa que la prescrita por el programa de



requisitos. Se hace una concesión en cuanto a lo cicloamistosa que resulta la infraestructura. Los diseñadores y quienes elaboran políticas de transporte comprenderán (y tendrán que comprender) que no toda la infraestructura y/o facilidades pueden cumplir con las funciones requeridas. Cambiar la función es la última alternativa, y solo debiera ser utilizada cuando todas las otras alternativas se hayan agotadas, y existan razones bien fundadas para cambiarla.



2.4 La bicicleta y la seguridad sustentable

Una red segura y sustentable para el uso de la bicicleta se basa en los siguientes principios [18]:

- 1 Funcionalidad de los caminos: monofuncionalidad de las calles de la red, dentro de una estructura jerárquica.
- 2 Homogeneidad de masa y/o dirección y velocidad: igualdad en términos de la velocidad, la dirección y la masa en velocidades desde moderadas a altas.
- 3 Voluntad de perdonar a otros usuarios: limitar los posibles daños, potenciando la voluntad de perdonar y anticipar el comportamiento de los otros.
- 4 Comprensibilidad del diseño vial, posibilidad de predecir como el camino continúa y cómo se comportarán los otros usuarios: se crea un ambiente consistente y continuo, que cree y cumpla con las expectativas de los usuarios.
- 5 Reconocimiento del usuario de su propias capacidades: la habilidad de estimar sus propias capacidades y actuar consecuentemente.

Hoy existe cierto consenso en la necesidad de dividir la red vial entre tres categorías para el tráfico motorizado¹⁾:

- 1 Vías troncales (*distributor roads*). Estas vías están diseñadas para asegurar un tráfico continuo e ininterrumpido, a velocidades relativamente altas. Esto significa que se separan los flujos en ambas direcciones, no se permite tráfico que los cruces, y sirven a un grupo relativamente homogéneo de usuarios viales. No se permiten a los ciclistas en las vías troncales²⁾ y los cruzan a través de puentes, pasos sobre nivel o túneles.
- 2 Vías recolectoras (*district access roads*). Éstas son vías usadas para flujos e intercambios. Sin embargo, se separan estas funciones espacialmente, ocurriendo los flujos en las secciones, y los intercambios en las intersecciones. En las secciones, se hace lo posible para cumplir con los mismos requisitos que una vía troncal: la separación de los flujos en diferentes direcciones, sin tráfico que las cruce, y suponiendo un grupo relativamente homogéneo de usuarios. En los puntos de intercambio (las intersecciones y los cruces), las velocidades debieran ser lo suficientemente bajas para evitar conflictos serios.

1) NdeT: Para más detalles acerca de la clasificación vial para el transporte motorizado y el transporte activo, ver capítulo 5: Las secciones.

2) NdeT: Cuentan con vías paralelas, segregadas, normalmente con elementos paisajísticos muy agradables, al costado de autopistas y vías troncales, ambidireccionales en ambos costados, para realizar los mismos tramos.



3 Calles de servicio (*estate access roads*).

Estas calles están diseñadas para dar acceso a sectores residenciales, lo cual significa que deben acoger a todo tipo de usuario. Debe ser posible, entonces, realizar maniobras tales como estacionarse, entrar y salir, doblar y cruzar, en forma segura y, en consecuencia, la velocidad del tráfico debe ser baja.

Requisitos de diseño

Juntos, los principios de diseño y las categorías viales determinan los requisitos de diseño para las tres categorías de calle, resumiéndose de la siguiente forma:

- Vías troncales: separación de las vías bidireccionales con una mediana u otro elemento físico que no permite su cruce, pasos a desnivel, el ingreso o egreso solo por vías especializadas. Hasta ahora, solo se han construido vías troncales para el tráfico motorizado. Los planes de construir vías troncales para ciclistas nunca han pasado la etapa de diseño.
- Vías recolectoras: separación de las vías sin una división física, usualmente con intersecciones en un mismo nivel, con reglas claras que definan el derecho a paso, o una rotonda. No se permite estacionarse en la vía.

- Calle de servicio: sin separación de cauces ni tipos de tráfico, salvo los peatones, que se mantienen a parte del resto del tráfico.

En el caso de los ciclistas, también se debe:

- minimizar los encuentros (longitudinales y laterales), segregar del tráfico motorizado cuando las velocidades son muy distintas;
- minimizar las diferencias de velocidad, si la separación no es posible o ni aconsejable.

El concepto de Seguridad Sustentable es fundamental para prevenir accidentes. Para poder anticipar áreas problemáticas, los diseñadores deben ser capaces de entender los problemas de seguridad relacionados al tráfico en bicicleta. Las estadísticas muestran que los accidentes más serios ocurren en las intersecciones (ver cuadro 4 [19]). Un hecho de gran importancia es que esto sucede en mayor medida dentro de zonas urbanas que fuera de ellas. Usualmente se tiende a evaluar la seguridad vial desde la perspectiva de las colisiones en las secciones, sin identificar los puntos donde ocurre la mayoría de los accidentes.

Cuadro 4. Número de ciclistas muertos o seriamente heridos en 2002, como resultado de accidentes entre ciclistas y vehículos motorizados

	límite de 50 km/h		Límite de 80 km/h	
	sección	intersección	sección	intersección
muertos	15	56	19	31
hospitalizados	303	842	104	179
total	318	898	123	210

En los accidentes más serios, son los autos y camiones los principales involucrados. Alrededor de la mitad de los accidentes más serios entre bicicletas y automóviles son producto de la maniobra ‘cruzar con/sin señalar el viraje’. La maniobra más común que detona un accidente en una intersección es que el ciclista sigue derecho y el motorista dobla, sin ver al ciclista ni señalar su intención. En la mayoría de los casos, los accidentes en las secciones del camino suelen involucrar solo a uno o más vehículos viajando en la misma dirección. Esta última categoría incluye accidentes con autos estacionados o estacionándose.

Las víctimas con las más altas fatalidades son ciclistas de 60 años o más, donde el menor equilibrio y su mayor vulnerabilidad juegan un papel importante. Los jóvenes de entre 12 y 17 años también están sobre-representados entre las fatalidades.

Algunas ideas importantes

Hemos visto que las intersecciones y los cruces requieren una atención especial para mejorar la seguridad para los ciclistas. Minimizar las diferencias de velocidad juega también un rol particularmente importante. Los vehículos motorizados no debieran acercarse a un cruce

de peatones de seguridad sustentable, a más de 30 km/h [20]. El mismo requisito debiera aplicarse en cruces de bicicletas. Otras medidas beneficiosas para la seguridad es reducir el número de intersecciones con altas concentraciones de tráfico, convertir intersecciones en rotondas, o crear intersecciones bayoneta (ver el capítulo 6 para más información sobre las intersecciones).



Reducir la velocidad no solo es importante en las intersecciones, sino también en las secciones compartidas por ciclistas y automóviles. Una velocidad baja y una conducción más

tranquila previenen accidentes, pues los usuarios tienen tiempo suficiente para reaccionar y la distancia que se requiere para frenar es menor. Si un accidente ocurre, el resultado será mucho menos grave que si resulta a una alta velocidad. Esto significa que sería mucho más segura ocupar la bicicleta como modo de transporte, si se aumentara el número de áreas con límites de velocidad entre 30 y 60 km/h.

Los otros requisitos funcionales formulados en la sección 2.3 también son importantes, por supuesto. Estos requisitos son abordados nuevamente en los capítulos 4, 5 y 6, sobre redes, secciones e intersecciones, respectivamente.





Información básica

3 Información básica

3.1 Las dimensiones de la bicicleta

Las bicicletas vienen en todas formas y tamaños, lo que hace difícil que los diseñadores puedan basar su trabajo en dimensiones promedio. Sin embargo, los requisitos reglamentarios conforman un marco importante: en Holanda, una bicicleta no puede ser más ancha que 0,75 m, con o sin equipaje. Un triciclo no debe exceder un ancho de 1,50 m.

No hay requisitos reglamentarios para la longitud de una bicicleta. El diseño de una bicicleta y de estacionamientos puede basarse en las dimensiones del cuadro 5. Esto muestra que las longitudes de las bicicletas para adulto difícilmente varían, siendo 1,80 m un punto de partida muy útil. Las dimensiones de las bicicletas para niños, por otro lado, varían considerablemente.

Cuadro 5. Dimensiones de la bicicleta (cm)

Tipo de bicicleta ¹⁾	longitud (A) ²⁾	altura (B) ²⁾	ancho del manubrio (C) ²⁾	tamaño de la rueda incluido el neumático (D) ²⁾	grosor del neumático (E) ²⁾
Bicicleta de turismo para adultos	180-195	100-120	50-60	66-72	3,7-4,0
Bicicleta de carrera para adultos	170-190	100-120	45-60	66-72	2,5-3,0
Bicicleta de montaña o <i>mountain</i>	170-190	95-110	60-65	66-72	4,0-5,0
Bicicleta de niño	150-170	80-100	50-55	51-62	3,6-3,8
Bicicleta reclinada	170-220	40-60	60-70	-	-

1) Los tipos de bicicleta y definiciones varían bastante y a veces se superponen. Por bicicleta de 'turismo' nos referimos a una bicicleta de marco firme y típicamente apropiada para andar largas distancias cómodamente y con posibilidades de llevar una carga considerable en alforjas, canastos u otros elementos. A veces se le dice bicicleta 'urbana' o incluso 'híbrida' a esta, según su uso, neumáticos etc.

2) Las letras entre paréntesis en el título de cada columna corresponden con las de los componentes que se muestra en el Gráfico 4, Dimensiones de la bicicleta. En el caso de bicicleta reclinada, se ofrece sólo un valor, dada la gran variedad de modelos.



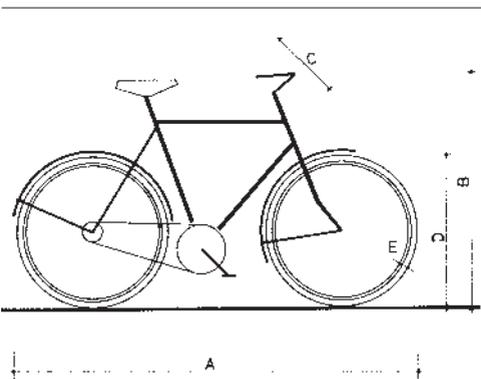


Gráfico 4. Dimensiones de la bicicleta

Para medir el alto de una bicicleta, se ocupa la altura del manubrio. Para las bicicletas de turismo varía entre 1,00 y 1,20 m. La altura de una bicicleta no es demasiado relevante, salvo cuando se debe estacionar en un ciclero de dos niveles. Es más importante la altura de una bicicleta incluyendo a su usuario; para

más información sobre esto, ver sección 3.4 (espacio libre).

Circunstancias especiales

Las dimensiones en el cuadro 5 son aplicables a un 95% de las bicicletas, lo que significa que un pequeño grupo de éstas (bicicletas con remolque, triciclos de carga, et cetera) no se han tomado en cuenta, por lo que los diseñadores deberán preguntarse si este valor es suficiente en una situación particular, o si hay que tomar en cuenta circunstancias específicas. Las rutas a la escuela, por ejemplo, requieren de una atención adicional.

3.2 Las dimensiones de los estacionamientos de bicicletas

Las dimensiones que determinan la cantidad de espacio que requiere una bicicleta estacionada son su alto, longitud y el ancho del manubrio. Para poder estacionar una bicicleta

adecuadamente en un estacionamiento, el ancho disponible debe ser un poco mayor que el ancho del manubrio. En el caso de los cicleros de dos niveles, sin embargo, los manubrios de dos bicicletas estacionadas juntas pueden traslaparse. En ese caso, la distancia de centro a centro (entre dos espacios adyacentes) puede ser menor que el ancho de los manubrios.

La amplitud de un espacio para estacionar bicicletas debe ser por lo menos la longitud de la bicicleta y, según el caso, hay que sumar el espacio requerido por el mismo ciclero. Como regla general, usamos una longitud de 2,00 m, y como mínimo, 1,80 m.

Circunstancias especiales

Los diseñadores debieran preguntarse si el valor que responde al 95% de las bicicletas será apropiado también para un ciclero u otro sistema de estacionamiento específico, ya que puede haber situaciones específicas que hagan recomendable ocupar otras dimensiones. Afuera de los supermercados, por ejemplo, es aconsejable aumentar el ancho (0,80 m) para que los clientes puedan cargar sus compras más fácilmente en la bicicleta. También es preferible contar con un ancho mayor en lugares donde se espera una gran cantidad de bicicletas con asientos para niños (afuera de un jardín infantil o una escuela básica, por ejemplo) para darles más espacio a los padres para colocar a su hijo en el asiento.

La regla general para cicleros de un solo nivel es un ancho de 0,65 m y un largo de 2,00 m para cada bicicleta. En casos especiales (como en supermercados o jardines infantiles), se recomienda un ancho mayor.

Ancho de vías

No sólo se necesita espacio para la bicicleta estacionada, sino también para poder realizar los movimientos necesarios para acercarse y dejar la bicicleta debidamente encadenada. La vía de acceso debe por lo menos facilitar esto, lo que normalmente requiere una vía directa que permita acercarse en el mismo ángulo que la instalación. El ancho mínimo recomendado para una vía es, por lo tanto, de 1,80 m, suponiendo que las bicicletas se estacionan en ángulo recto al ciclero. Para estacionamientos grandes (en escuelas, oficinas, estaciones, etc.), las principales vías deben ser más anchas, para que las personas caminando con bicicletas no se golpeen. En estos casos, el ancho debe ser de 3,00 a 3,50 m.

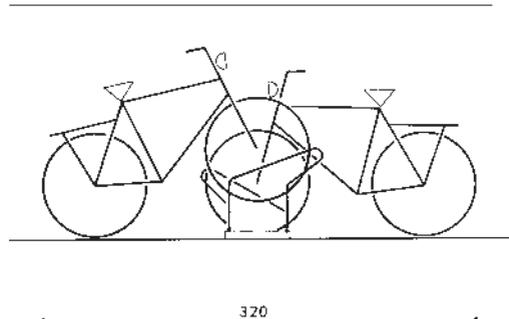


Gráfico 5. Ciclero de dos caras

En estacionamientos vigilados y vecinales, los pasillos deben medir por lo menos 2,00 m de ancho, particularmente cuando son cicleros de dos niveles. Los pasillos afuera de los cobertizos en espacios privados deben medir por lo menos 1,20 m de ancho. Ya que este ancho no permite a dos personas caminando con bicicletas cruzarse, sólo debiera aplicarse en pasajes con un número reducido de cobertizos.



Uso del espacio

El espacio que ocupan las bicicletas estacionadas depende en gran medida del tipo de estacionamiento y el ancho de las vías. Afuera de los supermercados, por ejemplo, es aconsejable ubicar los estacionamientos algo alejados entre sí, para permitir a los y las ciclistas colgar bolsas en el manubrio o cargar sus compras en cestas o alforjas. También recomendamos un ancho mayor afuera de guarderías infantiles. Evidentemente, es imposible indicar un área de superficie promedio para un ciclerero u otra facilidad similar. El mínimo (para una distancia centro a centro de 0,375 m) debe ser 1,05 m² por bicicleta. En situaciones normales, a cada bicicleta se le debe asignar 1,8 m². Cuando existe una distancia mayor (> 0,80 m) entre los cicleros y las vías son un poco más anchas, la superficie del usuario debe ser de unos 3,00 m² para cada bicicleta.

3.3 La velocidad, la velocidad de diseño, la aceleración y el frenado

En términos físicos, los ciclistas tienen que superar dos fuerzas: la resistencia al rodamiento y la resistencia aerodinámica. La resistencia al rodamiento está determinada en gran medida por los neumáticos y la superficie del camino. La resistencia aerodinámica depende del diseño (perfil aerodinámico) de la bicicleta y la velocidad del viento.

Resistencia

La bicicleta es dirigida por el poder muscular de quien la usa. La capacidad que puede generar un ciclista es limitada. Una resistencia extra debe compensarse con un esfuerzo físico mayor. Si no se hace esto, la bicicleta se desacelerará. Por lo tanto, un diseño cicloamistoso de vías generará la menor cantidad posible de pérdida de energía.

Las principales causas de pérdida de energía son:

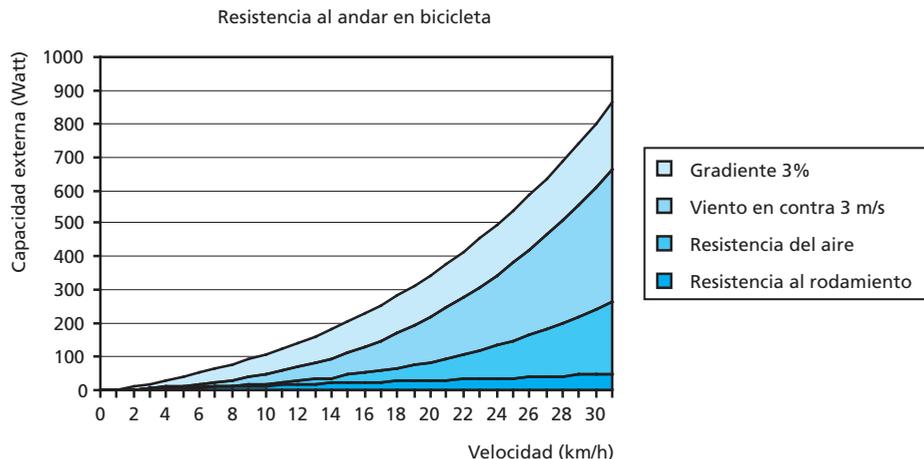
- Pérdidas por fricción en los rodamientos y la cadena;
- Resistencia al rodamiento entre el neumático y la superficie del camino;
- Resistencia aerodinámica;
- Pérdidas por vibración en el marco, el sillín y los neumáticos;
- Frenado y aceleración;
- La gravedad, al subir una pendiente.

Si una bicicleta está en buen estado, la primera causa constituye sólo una fracción (1 a 1,5%) del total de resistencia. Obviamente, el diseñador de la vía no tiene influencia alguna en este aspecto. El impacto de los otros cinco factores, sin embargo, depende en parte o completamente del diseño de la vía, lo que significa que el diseñador tiene gran influencia en el esfuerzo requerido del ciclista.

El gráfico 6 muestra las distintas formas de resistencia en relación a la velocidad. La resistencia de la gravedad, por supuesto, sólo se manifiesta en pendientes. El consumo de energía al andar en bicicleta cuesta arriba se recupera parcialmente cuando el ciclista va en bajada por el otro lado.

La calidad del camino, los baches y los hoyos son las principales causas de la resistencia al rodamiento y las pérdidas por vibración. Con un neumático duro en una superficie lisa, la resistencia al rodamiento es de 0,06 N/kg; cuando la superficie del camino es deficiente, esta se multiplica. La poca literatura que existe sobre este tema señala que la suavidad y las uniones son factores importantes, y que la textura y rugosidad tienen menos efecto en la resistencia al rodamiento. Las últimas dos propiedades son importantes para la estabilidad y, por lo tanto, para la seguridad de los y las ciclistas.

Gráfico 6. La resistencia al andar en bicicleta





La resistencia aerodinámica depende principalmente de la velocidad del ciclista y sólo es importante a velocidades relativamente altas (sobre 20 km/h). El viento en contra (de frente o en ángulo), por otro lado, es un factor importante de resistencia a baja velocidad; a mayor velocidad del viento, mayor resistencia, la que aumenta según la rapidez del ciclista. A diferencia de los marinos, los ciclistas no se pueden beneficiar del viento cruzado. Éste genera mucha fricción para los ciclistas, quienes la perciben como resistencia, en parte por su desfavorable forma aerodinámica. En el caso de una turbulencia mayor, entre edificios, por ejemplo, las velocidades cambiantes del viento agregan una carga adicional sobre los ciclistas, subiendo y bajándoles la velocidad impredeciblemente, obligándoles a acelerar de nuevo. También juega un papel la percepción subjetiva del viento. En una prueba con un cortaviento, los ciclistas de todas maneras dieron una evaluación negativa, ya que siguieron sintiendo el viento en contra, a pesar de la reducción en su fuerza [21].

La velocidad al andar en bicicleta

La frecuencia de pedaleo de unas 70 revoluciones por minuto produce una velocidad 'normal' de 15 a 20 km/h, dependiendo de los rasgos personales del ciclista, las propiedades de la bicicleta, y las condiciones ambientales. En el estudio de la Federación de Ciclistas de Holanda, el Balance Ciclístico, una bicicleta se desplazaba a una velocidad cruceo de 18 km/h. La velocidad percentil 5 resultó ser 13 km/h y la del percentil 95 casi 16 km/h, así que para situaciones normales, se recomienda un diseño para velocidades de 20 km/h. En ciclorutas directas, donde la autoridad vial quiere ofrecer calidad adicional, las personas deben tener la posibilidad de andar en bicicleta a alta velocidad. Es aconsejable, por lo tanto, incorporar un diseño para velocidades de 30 km/h. La velocidad en pendientes es un punto que requiere especial atención, pues se puede llegar a velocidades mayores a los 35 km/h.

Las opciones abiertas al diseñador

Los diseñadores y autoridades viales pueden influir significativamente en la pérdida de energía por parte de los ciclistas. Cada detención, por un semáforo en rojo u otra situación vial, acaba con la energía acumulada por la actividad física, y para partir de nuevo se debe volver a superar a la resistencia causada por la fricción y la baja velocidad. La premisa básica para este aspecto del diseño, por lo tanto, es minimizar todo lo posible las detenciones.

Velocidad

La velocidad por la que opta un ciclista depende de la duración del esfuerzo, el nivel de resistencia que debe superar y la razón para salir en bicicleta. Por ejemplo, los y las ciclistas aguantarán una carga mayor de viento en contra en el caso de un viaje al trabajo (pues quieren llegar a tiempo) que cuando se trate de



un paseo recreativo. Para la planificación, recomendamos ocupar a los ciclistas de entre 50 y 60 años como referencia.

La aceleración y el frenado

Cuando se está partiendo desde una posición estática, se puede usar un valor de 0,8 a 1,2 m/s^2 de aceleración. La desaceleración depende de varios factores, pero se puede asumir un valor de frenado de unos 1,5 m/s^2 (cómodo) a unos 2,6 m/s^2 (frenado de emergencia).

La tarea del diseño: prevenir una pérdida innecesaria de energía

Un diseño cicloamistoso minimiza las pérdidas de energía, dado que la fuerza de manejo viene del poder muscular. Para el diseñador no son importantes todas las causas de la pérdida de energía que ocurren al andar en bicicleta, pero la resistencia al rodamiento sí lo es, dado que depende principalmente de la superficie del suelo y qué tan lisa es. Para minimizar la pérdida de energía, preferimos una superficie de pavimento liso y no poroso, como asfalto u hormigón. Existen, sin embargo, otras medi-

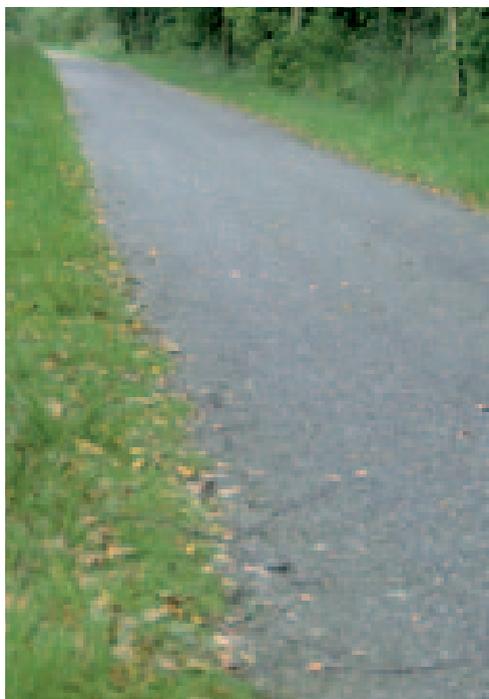
das de diseño relevantes. Éstas incluyen:

- prevenir o minimizar las variaciones de altura;
- evitar paradas y partidas innecesarias;
- proveer refugio contra el viento.

3.4 La estabilidad, el balanceo y la sección libre

Las bicicletas son vehículos inestables. Los vientos cruzados, las corrientes producidas por camiones, las poderosas ráfagas de viento (causados por la presencia de edificios altos, por ejemplo), los baches y hoyos en la superficie del camino, y las bajas de velocidad involuntarias determinan la estabilidad del ciclista y exigen un espacio suficiente para maniobrar. Para permanecer estable en la bicicleta, es necesario desplazarse a una velocidad de por lo menos 12 km/h. Si la velocidad es menor, aumenta la inestabilidad y la bicicleta comienza a tambalearse. Esto sucede cuando los ciclistas están comenzando la marcha, en curvas cerradas y al viajar cuesta arriba.

A una velocidad de unos 20 km/h, es fácil mantener la estabilidad con movimientos del cuerpo y un ligero balanceo. A velocidades superiores, también se necesita poco esfuerzo para mantener el equilibrio. Además de la velocidad, la estabilidad también depende de factores externos como el viento y si la vía es lisa. Esto significa que los diseñadores deben proteger al ciclista de los camiones que pasan cerca, proveer refugio contra ráfagas de viento y asegurar una superficie lisa.



El balanceo

Al tratar de mantener su estabilidad, es decir, al corregir constantemente la (inminente) pérdida de equilibrio, los ciclistas se mueven ligeramente de un lado al otro, incluso cuando van a alta velocidad. A esto se le llama el balan-

ceo. Además de la velocidad, el balanceo también depende de la edad, la experiencia, la capacidad física, las irregularidades en la superficie del suelo (baches y transiciones entre una superficie y otra) y los vientos cruzados. Estos últimos desestabilizan, particularmente cuando la fuerza del viento fluctúa mucho por los edificios o el paso de camiones.

Es importante, por lo tanto, que los diseñadores tomen en cuenta el balanceo. En condiciones normales, a una velocidad promedio, el balanceo llega a unos 0,20 m. Sin embargo, esto varía según las características de los usuarios. Es común que los ciclistas jóvenes, sin experiencia, y los adultos mayores se desvíen más pronunciadamente que el promedio. En condiciones que obligan a los y las ciclistas a viajar a menos de 12 km/h, se necesita más espacio libre para mantener el equilibrio. Esto sucede en los semáforos, por ejemplo, donde los ciclistas tienen que parar y comenzar nuevamente su marcha, y también al andar en bicicleta cuesta arriba. En estas situaciones, el balanceo puede requerir una pista de mayor ancho, de por lo menos 0,80 m. Una pista más ancha se requiere también para permitir a los usuarios detenerse y bajar de la bicicleta.



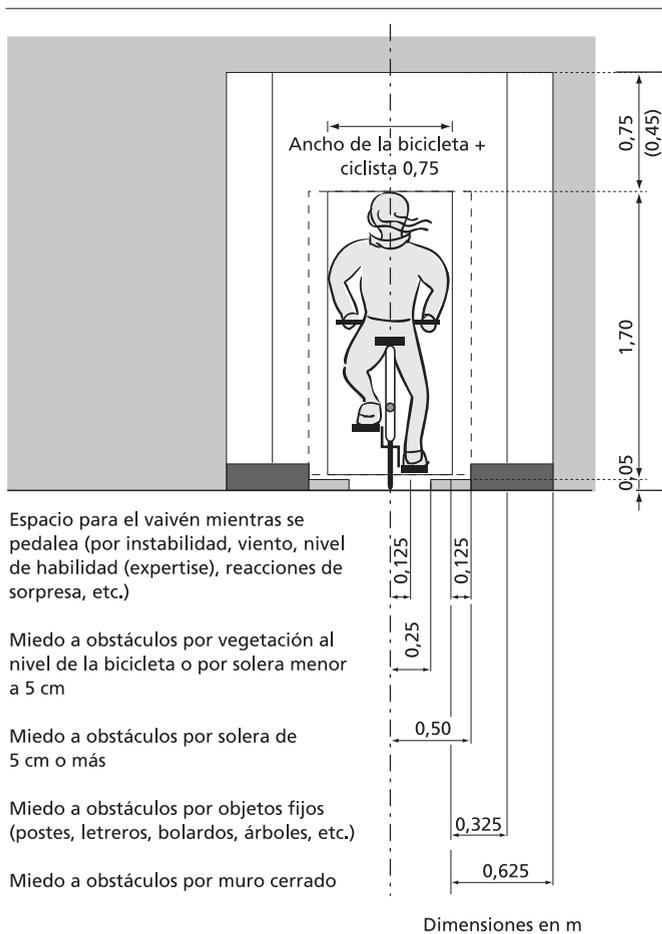


Gráfico 7. Sección libre para la bicicleta

Aunque el balanceo por lo general es un problema menor y el espacio que se requiere para compensarlo en la ruta teóricamente podría eliminarse, en la práctica esta no es la mejor opción, dado que andar en bicicleta por una pista angosta requiere un intenso esfuerzo mental. En lugares con mucho tráfico, esto distrae al ciclista de la tarea de realmente andar, menoscabando la atención que pone en los demás usuarios de la vía. En el caso del uso recreacional, el esfuerzo que se requiere para andar por una pista angosta reduce el placer de andar pedaleando.

Además del balanceo, los diseñadores también deben tomar en cuenta el miedo a los obstáculos. Para bermas verdes y soleras bajas, la distancia del obstáculo debe ser de 0,25 m (0,5 m para las soleras más altas). La suma de la distancia del obstáculo y el balanceo da un ancho mínimo de 0,75 m.

Sección libre

El ancho de la pista para los distintos elementos y el balanceo se suman para constituir la sección libre como un todo, que es el espacio o

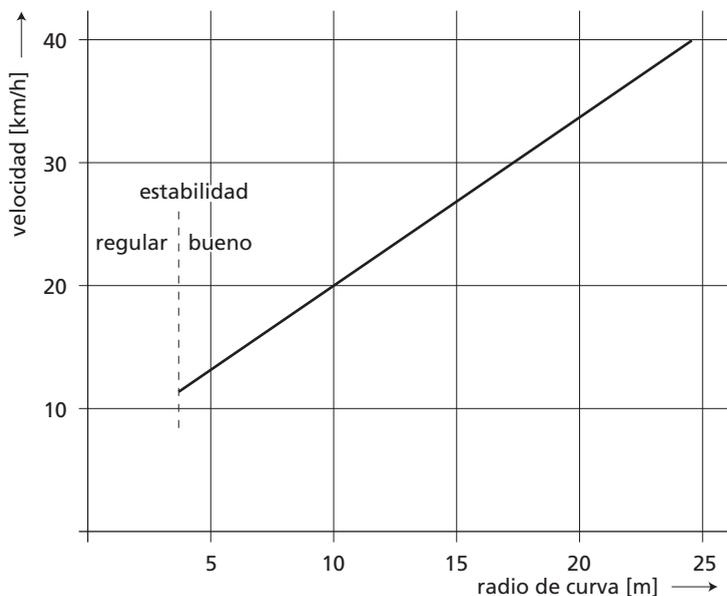


Gráfico 8. Relación entre el radio de curva y la velocidad de la bicicleta

ancho que los diseñadores deben considerar en sus diseños. La sección libre es el resultado de sumar el ancho requerido por la bicicleta y quien anda en ella, y los márgenes de seguridad que se les asigna al zigzaguo y el miedo a los obstáculos. Los márgenes pueden superponerse hasta un cierto punto. Una distancia de obstáculo suficientemente grande puede, por lo tanto, proveer de los márgenes necesarios para el balanceo (ver gráfico 7).

Los márgenes diferenciados según cada situación (sección vial, intersección, pendiente) deben ser coherentes entre sí. También hay que recordar que la sección libre es mayor en curvas que en líneas rectas, particularmente a altas velocidades. Aunque sobre esto no hay datos de investigaciones disponibles, reco-

mendamos un espacio adicional de unos 0,50 m, dependiendo de la velocidad.

Dado que andar en bicicleta no es sólo una actividad de movilidad con un destino determinado en mente, sino que también puede ser una forma de relajación e interacción social, la premisa básica de diseño es que los ciclistas puedan andar en bicicleta uno junto al otro.

3.5 Las curvas y la visibilidad

Las curvas horizontales

Las curvas son necesarias para una buena interconexión de las secciones viales. El radio de una curva afecta la velocidad de los y las ciclistas. El radio mínimo es de 5,00 m; un radio menor obliga a bajar la velocidad a

Cuadro 6. La visibilidad para ciclistas

Visibilidad mínima requerida	Ciclorutas principales	Otras rutas
Velocidad de diseño	30 km/h	20 km/h
Visibilidad que requieren los ciclistas	35 - 42 m	22 - 30 m

menos de 12 km/h y dificulta el equilibrio. Mientras mayor la velocidad de diseño, mayor debe ser el radio de la curva. El gráfico 8 ilustra la relación entre curva y velocidad, según los estudios. A partir de este gráfico, podemos decir que:

- las conexiones de la red ciclovial básica deben tener un radio \geq a 10 m, orientadas a una velocidad de diseño de 20 km/h;
- las ciclorutas principales deben tener un radio \geq a 20 m, orientadas a un velocidad de diseño de 30 km/h.

La visibilidad

Para poder integrarse al tráfico de manera segura, los ciclistas deben tener un nivel de visibilidad suficiente. Hay tres tipos de visibilidad.

En primer lugar, hay que considerar la visibilidad para andar. Deben tener una buena vista del camino, de la ciclovía o de la intersección a la cual se acercan, para poder avanzar de manera segura y cómoda. En bicicleta, esta distancia corresponde a la distancia viajada entre 8 y 10 segundos; por lo tanto, la visibilidad mínima es la distancia viajada entre 4 y 5 segundos.



Cuadro 7. Visibilidad de aproximación según anchos y velocidades

distancia a cruzar (m)	tiempo para cruzar (s)	Visibilidad que se requiere (m) según velocidad del tráfico motorizado (V_{85})			
		30 km/h	50 km/h	70 km/h	80 km/h
4,00	4,2	45	100	180	205
5,00	4,5	45	105	185	210
6,00	4,9	50	110	190	220
7,00	5,1	50	115	200	225
8,00	5,5	55	120	205	235

En segundo lugar, hay que tomar en cuenta la visibilidad para frenar. Esta es la distancia recorrida al frenar. A 30 km/h, la velocidad de frenado es de 40 metros, y a 20 km/h es de 21 m (asumiendo un tiempo de reacción de dos segundos y una tasa de reducción de velocidad de $1,5 \text{ m/s}^2$). Este tipo de visibilidad es importante tanto en las secciones como en las intersecciones de la calle.

En tercer lugar, hay que considerar la visibilidad de aproximación, que depende de los vehículos (normalmente motorizados) que se aproximan (cuadro 7). Es importante en las intersecciones y los empalmes. Para cruzar la calzada de manera segura, los ciclistas tienen que poder ver bien el tráfico lo suficientemente bien para estimar la velocidad de dicho tráfico. Se calcula esta velocidad de acercamiento desde un punto a 1 metro del costado de la calzada principal, esto es, desde donde los ciclistas están esperando para cruzar. La visibilidad de aproximación considera:

- la velocidad del tráfico que se acerca;
- el tiempo que el ciclista necesita para cruzar de manera segura (distancia que se debe cruzar);

- el tiempo de atraso (margen de seguridad, según la velocidad del tráfico que se acerca).

El tiempo que los ciclistas necesitan para cruzar la calzada, al retomar su marcha, depende de las cualidades físicas de cada persona. Los adultos mayores y niños necesitan más tiempo que los ciclistas expertos. El cuadro 7 entrega



varios valores guía para la visibilidad de aproximación que requieran los ciclistas para maniobrar. Se basan en una tasa de aceleración menor a $0,8 \text{ m/s}^2$, un tiempo de reacción de aproximadamente 1 s y una velocidad máxima en el cruce de unos 10 km/h ($= 2,8 \text{ m/s}$). Ya que la visibilidad de aproximación considera a los ciclistas que quieren cruzar, retomando su marcha desde una detención parcial o completa, la distancia no depende del nivel funcional de la conexión para bicicletas. El tiempo de atraso (margen de seguridad) depende de la velocidad del tráfico que cruza la intersección y varía desde un segundo a 30 km/h , hasta 5 segundos a 80 km/h .

3.6 Las pendientes

Las pendientes cuesta arriba

Subir una pendiente les exige un esfuerzo adicional a los ciclistas y, para diseñar una infraestructura cicloamistosa, deben evitarse donde sea posible. Eso, sin embargo, no siempre es

Túneles y puentes

Para un túnel se puede aplicar una gradiente más empinada que para un puente. La razón de esto es que los ciclistas que pasan por un túnel primero tienen que desplazarse hacia abajo. Entonces, la velocidad acumulada en el descenso puede utilizarse para el ascenso fuera del túnel.

posible. En Holanda, las pendientes por lo general son de tipo artificial, específicamente puentes o túneles. En ese caso, hay una clara relación entre la altura y la gradiente. Mientras más empinada la pendiente, más esfuerzo deben hacer los ciclistas para superar la fuerza de gravedad. Por unidad de tiempo, el cuerpo humano puede producir más poder en un

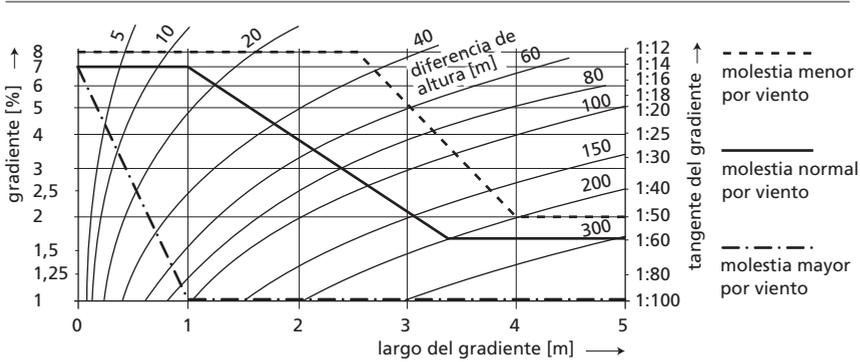
período corto que en un periodo prolongado, lo que significa que si una pendiente es empinada pero corta, la diferencia de altura puede superarse con algo de esfuerzo extra, pero sin demasiados problemas. Si ese esfuerzo debe mantenerse por un periodo más largo, la misma gradiente puede ser mucho más agotadora.

Es por esto que una pendiente artificial hacia arriba no puede ser demasiado larga. Si se debe ascender una altura mayor a los $5,00 \text{ m}$, es aconsejable incorporar un 'lugar de descanso' en la forma de una sección horizontal de unos 25 m de largo, antes de que los ciclistas deban subir la próxima parte de la pendiente. Lo mismo es aplicable a pendientes más suaves a campo abierto, donde el viento



prevaleciente es un viento en contra. Una vez más, mientras más alto el ascenso, más baja debe ser la gradiente.

No es aconsejable mantener una gradiente constante durante todo el camino hacia arriba. Dado que la velocidad en bicicleta disminuye al subir una pendiente, cuando esta es relativamente corta ($h < 10 \text{ m}$) es mejor diseñar la sec-



Fuente: *Make way for the bicycle*

Gráfico 9. Relación entre la diferencia de altura y el gradiente para el tráfico de bicicletas

Nota: En el caso de molestias leves por el viento, recomendamos referirse al percentil 15 (1,4 m/s); en condiciones normales, el promedio (4,3 m/s); y para condiciones de mucho viento, el percentil 95 (8,8 m/s). Al diseñar una pendiente, es importante considerar las velocidades prevaletientes del viento, ya que varían en cada lugar.

ción más baja según el porcentaje más alto en el gráfico y la sección más alta según un porcentaje menor. Esto permite a los ciclistas mantener una velocidad casi fija en el camino cuesta arriba.

Además de la altura y la capacidad física del ciclista, el viento también influye en la comodidad o incomodidad al subir una cuesta. Mientras más fuerte el viento, más energía se debe gastar.



Ver gráfico 9 para las gradientes recomendadas en distintas condiciones de viento.

Las pendientes cuesta abajo

En el caso de las pendientes cuesta abajo, hay que prestar mucha atención a las velocidades de los ciclistas que descienden. Si la cuesta es larga, la velocidad puede ser relativamente alta (35 a 40 km/h), razón por la cual debe existir suficiente espacio libre para la desaceleración al final de la pendiente, sin intersecciones, curvas cerradas, u otro obstáculo en el camino.



3.7 Los patrones diarios y semanales en el uso de la bicicleta

Los gráficos A y B representan el uso de la bicicleta en los días de semana y durante las horas del día, respectivamente. El gráfico A

muestra las concentraciones a lo largo de la semana. De los días laborales, el miércoles es el más tranquilo. Los fines de semana son más tranquilos que los días laborales. Al mirar los patrones durante el día (gráfico B), se nota una

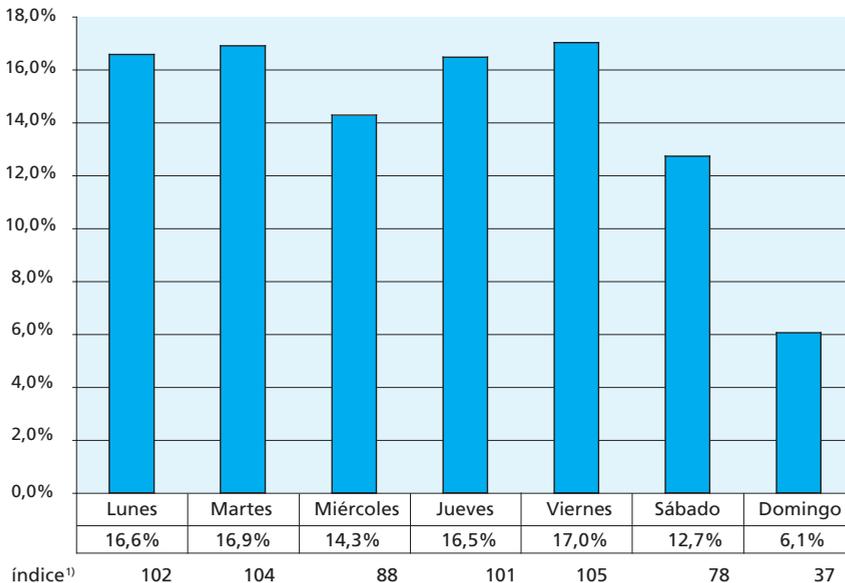


Gráfico A. Patrones semanales de flujos de bicicletas en áreas urbanas

1) promedio desde lunes a viernes = 100

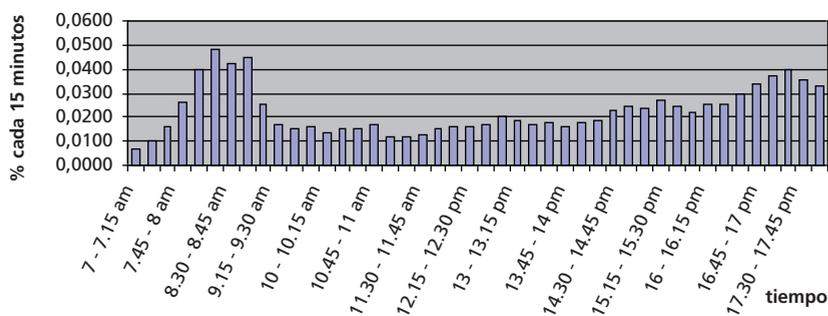


Gráfico B. Periodos de 15 minutos del tráfico de bicicletas

hora de mayor afluencia en la mañana: el tráfico hacia la escuela es particularmente difuso, produciendo volúmenes de viajes más planos en la tarde.

La manera más confiable para determinar los volúmenes de tráfico de bicicletas es contarlas en distintos días. Recomendamos esto en rutas de mayor tráfico, para obtener una imagen más completa. Una alternativa, para contar

Periodo (hora)	Proporción	Factor de incremento
7-8	0,050	20,0
8-9	0,148	6,7
9-10	0,063	15,9
10-11	0,052	19,3
11-12	0,044	22,6
12-13	0,059	17,0
13-14	0,060	16,7
14-15	0,071	14,1
15-16	0,083	12,1
16-17	0,097	10,3
17-18	0,123	8,1
Total	0,85	1,18



con datos confiables es realizar controles aleatorios. Para esto, hay que tomar en cuenta las variaciones sustanciales en los volúmenes de tráfico durante el día.

Una encuesta realizada en 20 puntos de conteo determinó los volúmenes de bicicletas para un periodo de 11 horas. La proporción por hora se determinó sobre la bases de la cantidad total de bicicletas, incluyendo un factor de incremento, para producir cifras que mostraran la intensidad para un periodo de 24 horas. La premisa básica aquí es que un 85% del tráfico de bicicletas ocurre entre las 7 y las 18.

A photograph of a person riding a bicycle on a cobblestone street. The person is wearing a blue shirt and dark pants. A large, semi-transparent blue graphic, consisting of a vertical bar and a horizontal bar intersecting, is overlaid on the image. The text "Ciclorutas y redes" is written in white on the horizontal bar.

Ciclorutas y redes

4 Ciclorutas y redes



4.1 La base de cualquier diseño

En el proceso de diseñar una infraestructura cicloamistosa, el desarrollo de una red ciclovial es la actividad más abstracta, y sin embargo la más importante, ya que la calidad de la red es un elemento esencial para evaluar el ambiente para el uso de la bicicleta. Solo es posible un buen diseño para una intersección o sección cuando el o la diseñadora esté consciente de la función de aquel elemento dentro de la red ciclovial como un todo. En este contexto, la red es la fundación de todo diseño.

Pueden existir muchas razones para poner al día una red ciclovial. Una nueva política puede dar vida a un nuevo documento de política relacionado con el tráfico en bicicleta. Los resultados de una política de indicadores (*benchmarking*), como por ejemplo una com-

paración con otras municipalidades, puede ser otro motivo. Y por supuesto, las quejas de los mismos usuarios pueden producir un escrutinio mayor de la red ciclovial. Si se debe renovar la red, sin embargo, no es necesario partir de cero. Existen áreas que ya cuentan con muchas rutas, y las medidas del pasado pueden haber creado una red más o menos coherente.

4.2 Los requisitos de la red

Existen tres requisitos fundamentales: una buena red ciclovial debe ser coherente, directa y segura. También hay otros en cuanto a ser cómoda y atractiva, pero son menos relevantes al nivel de la red, ya que el diseño juega un papel mayor al nivel de las rutas y las secciones viales.



4.2.1 Ser coherente

El requisito principal de coherencia es lo más fundamental para la red y se relaciona directamente con la facilidad con la cual los y las ciclistas puedan llegar a su destino. Al nivel de red, esto significa que las conexiones deben relacionarse con los puntos de origen y destino de ciclistas. Es difícil ser muy concreto en cuanto a la coherencia. Requiere la construcción de un sistema completo de conexiones, que provee acceso a todos los puntos de partida y de destino: cada hogar, empresa, y servicio debe ser accesible en bicicleta.

El indicador fundamental es la presencia física de una infraestructura accesible en bicicleta. Un indicador simplificado de la coherencia de una red dentro de áreas urbanas es el entramado vial, que no debe tener un valor mayor a 250 metros, como regla general. Si está bien diseñada, la red se asociará con los patrones de viaje de ciclistas. Un indicador del éxito es la intensidad de uso de la red. Si se hacen un 70% de los viajes en bicicleta a través de la red de ciclorutas, se puede concluir que la red responde bien a la demanda de viajes.

Es importante también que los y las ciclistas puedan escoger entre varias rutas. Si, por ejemplo, la ruta más directa no es segura después del atardecer, los usuarios deben tener la opción de una ruta alternativa. Si se cumple con el requisito del ancho del entramado, siempre habrá una alternativa dentro de 250 metros. Si no se cumple con este requisito, será necesaria una evaluación explícita de posibles rutas alternativas. Esto es particularmente importante para las rutas utilitarias (las que se usan para viajar por motivos que no sean solamente recreativos).

El ancho del entramado ciclovial solo es relevante en un sector urbanizado (ver también la sección 4.3.2, sobre coherencia y el ancho del entramado). Fuera del área urbanizada, solo son importantes las conexiones ciclísticas entre villorrios, centros y puntos de atracción de ciclistas.

La coherencia con las otras redes

Fuera de la coherencia interna de una red ciclovial, su coherencia en relación a las otras redes también es relevante. Esto se refiere principalmente a la conexión que tiene a redes para automóviles, transporte público y peatones. En cuanto a la red para automóviles, es importante que las facilidades para estacionar y subirse al transporte público y para llegar a los lugares donde se comparte el automóvil sean accesibles por las personas en bicicleta. Orientar a la red ciclovial hacia la red de transporte público (las estaciones, puntos de transferencia y paradas de buses) es relevante, puesto que la bicicleta juega un papel vital de conectar al usuario con el transporte público. Un buen vínculo con las redes peatonales es importante principalmente en los centros urbanos y espacios peatonales. También debe ser

posible andar en bicicleta en estas áreas y acercar la bicicleta lo máximo posible al destino final (ver también la sección 5.7).

4.2.2 Ser directa

En relación con el requisito de ser directa, al nivel de red esto se evalúa en cuanto a la distancia y al tiempo.



Ser directa en términos de distancia

Ser directa en términos de distancia se relaciona con la capacidad de la red, compuesta de la colección de rutas y conexiones, de proporcionar la oportunidad de andar en bicicleta entre los puntos de origen y de destino, de la forma más directa posible. En términos de la política, la bicicleta debería ser una buena alternativa al automóvil, particularmente dentro de las áreas urbanas. Si andar en bicicleta es más rápido que manejar, los conductores serán más propensos a utilizar la bicicleta para viajes cortos. Los factores que influyen en los tiempos de viaje se han combinado y se presentan bajo el requisito principal de ser directa.

Se puede determinar la calidad de la red en relación con este requisito al ocupar factores de desvío (ver recuadro). En general, un factor

de desvío se relaciona con un enlace específico. Un valor de red puede lograrse si se calcula el factor de desvío de muchos enlaces seleccionados al azar (por ejemplo, entre los principales puntos origen-destino de la red) y luego se comparan con la distancia recta entre estos enlaces. Se puede entonces ocupar el gráfico de dispersión resultante para dibujar una línea de regresión que representa una característica de la red. Además, el factor promedio de desvío (que se determina para todos los enlaces) también indica la calidad de la red.

El factor de desvío

El factor de desvío es la relación entre la distancia más corta al utilizar la red vial y la distancia en línea recta. Por sí solo, el factor de desvío no nos dice mucho. Hay que relacionarlo con la distancia. Para una distancia mayor, un factor alto de desvío es mucho menos favorable que para una distancia corta, puesto que el factor absoluto de desvío es, entonces, considerable.

Las experiencias en terreno indican que un factor de desvío de no más de 1,2 para ciclorutas y ciclorutas principales, y entre 1,3 y 1,4 para otras rutas, es óptima, pero no existen estudios mayores del tema. Por supuesto, un diseñador o una experta en políticas públicas puede establecer un valor más ambicioso (eso sería, un factor de desvío menor). Los datos del Balance Ciclistico indican que un 5% de las rutas cumplen con un valor de 1,24, mientras un 95% cumplen con un valor de 1,5. En la práctica, por lo tanto, no es fácil cumplir con la meta de 1, 2.

Ser directa en términos del tiempo

Ser directa en cuanto al tiempo se relaciona con la provisión de conexiones que optimicen los flujos de tráfico. Teóricamente, en una red

siempre será posible lograr un flujo ininterrumpido vía las conexiones como un todo. La pregunta, sin embargo, es si las conexiones realmente sirvan en cuanto al tiempo invertido en el viaje. Nuevamente, el factor de desvío juega un papel importante. Significa que al nivel de la red, que es mejor que una ruta sea directa en términos de la distancia que en términos de tiempo. Otro aspecto importante es si la calidad de la ruta permite seguir andando en bicicleta sin interrupciones. El número de intersecciones por kilómetro en las cuales los ciclistas no tienen la preferencia es un criterio de evaluación. Para las rutas cicloviales principales, este número debe ser cero, o lo más cercano a cero posible. Para otras rutas tam-



bién, la meta debe ser minimizar la cantidad de intersecciones donde los ciclistas no tienen la preferencia por kilómetro, aunque esto resulte difícil en la práctica. Por ejemplo, en los pueblos y las ciudades que participaron en el Balance Ciclístico, resultó que en un 5% de los casos, el número de intersecciones donde los y las ciclistas no tenían la preferencia eran 2,18 par kilómetro, versus un 95% donde eran 5,5 par kilómetro.

La frecuencia de detenciones también ofrece un parámetro de evaluación. El estándar puede ser el número de detenciones por kilómetro: el Balance Ciclístico indica un rango de entre 0,40 y 1,56 para los percentiles 5 y 95, respectivamente.

4.2.3 La seguridad

Al nivel de red, los siguientes requisitos se relacionan con la seguridad:

- *Evitar conflictos donde se debe cruzar el tráfico*

Cada encuentro con un flujo de tráfico que cruza crea un conflicto potencial. Mientras más encuentros, mayor el peligro inherente en la red, así que se deben minimizar el número de intersecciones. Una medida que tome en cuenta el número de intersecciones y la carga de tráfico es la suma de la intensidad de ciclistas que cruzan multiplicada por el volumen de tráfico que se debe cruzar, tomando en cuenta la velocidad. La suma para todas las secciones viales, puede ser calculada de la siguiente forma: la densidad del tráfico motorizado multiplicada por la densidad del tráfico de bicicletas, multiplicada por la diferencia en sus velocidades al cuadrado, multiplicada por el largo de la sección vial. En este caso, la densidad es igual al volumen dividido por la velocidad.



El variante de red con el menor riesgo de encuentros es el que mejor cumpla con el requisito de ser segura.

- *Separar los diferentes tipos de vehículo*
Hay una profunda diferencia entre ciclistas y vehículos motorizados. Se mejora la seguridad de ciclistas al separarles del tráfico motorizado de alta velocidad y cuando se canalicen a las bicicletas por su propia red de conexiones. Fuera de la seguridad, también se separan a los diferentes tipos de vehículo por razones de comodidad.
- *Reducir la velocidad en los puntos de conflicto*

En los puntos donde la red ciclovial cruza una red de otro tipo de vehículo, se minimizan las diferencias de velocidad entre los dos. Se utiliza como base la velocidad de los más lentos (normalmente la bicicleta).•

Lograr que las categorías viales sean fácilmente reconocibles

Que los usuarios puedan reconocer fácilmente las diferentes categorías viales es fundamental en el momento de ordenar el tráfico. En ese sentido, es un requisito que se aplica mucho más para el diseño de las secciones y las intersecciones, que para las redes. Sin embargo, cada elemento debe ser fácilmente reconocible.

- *Asegurar condiciones de tráfico uniformes*
Lograr la uniformidad en las condiciones de tráfico al nivel de la red influye en la aplicación de algunas soluciones específicas. La infraestructura para bicicletas y las soluciones en cuanto a las intersecciones se relacionan con las funciones de las vías para el tráfico de automóviles y de bicicletas. No se deben aplicar las soluciones típicas de un tipo de calle en otro tipo de calles.

4.2.4 Otros requisitos principales

Más allá de ser coherente, directa y segura, una red también debe cumplir con los requisitos de ser cómoda y atractiva. Al nivel de red, sin embargo, estos últimos son menos importantes, puesto que se pueden mejorar las condiciones al nivel de diseño de la red y de sus intersecciones.

Ser cómoda

Al nivel de red, ser cómoda tiene que ver con lo cómodo que es para los y las ciclistas ocupar las conexiones como un todo. Las molestias, la facilidad con la cual pueden encontrar su camino, y la comprensibilidad son tres elementos importantes.

- *Prevenir las molestias por el tráfico*
Evitar las molestias por el tráfico es una condición importante para que el uso de la infraestructura sea cómodo. También incorpora un aspecto de salud, que también es importante. Las emisiones de los vehículos motorizados pueden producir problemas de salud en el corto y largo plazo. Esto significa que cuando se diseñe una red ciclovial, se deben evitar lo máximo posible las combinaciones longitudinales o laterales de cicloconexiones con flujos voluminosos de tráfico motorizado.
- *Asegurar que es fácil encontrar el camino*
Debe resultar fácil para los usuarios encontrar su camino. Al nivel de red, esto significa que



se deben incluir los hitos relevantes relacionados con los pueblos y ciudades, villorrios, barrios, amenidades y servicios públicos en un sistema de señalética para ciclistas.

- *Ser comprensible*

En este contexto, es importante que la red sea comprensible. Debe responder a la lógica de los usuarios, aprovechando los puntos ‘naturales’ de referencia. Anteriormente, las rutas entre villorrios corrían entre el campanario de una iglesia y la próxima. Si los y las ciclistas cuentan con este tipo de punto de referencia y pueden utilizarlos para armar su mapa mental del territorio, la red se hace más cómoda y atractiva. Por supuesto, los diseñadores no tienen influencia sobre todo el entorno, pero pueden intentar, con el debido respeto por los otros ingredientes principales, planificar una ruta de tal manera que pase por hitos notables, atractivos y fácilmente reconocidos del paisaje urbano.

Ser atractivas

Todos tienen sus propias ideas acerca de lo que es un entorno atractivo para andar en bicicleta. En general, disfrutar del pedaleo siempre depende de lo seguro y lo atractivo que sea el lugar. A nivel de red, esto significa que las conexiones utilitarias deben pasar por los sectores urbanizados a través de una variedad de paisajes, que incluyen espacios públicos bien mantenidos y una buena iluminación donde sea posible. Ver la sección 4.5, para los requisitos que se aplican en el caso de conexiones recreativas.

Para las redes existentes, el patrón de quejas revela los lugares donde se debe mejorar las condiciones de seguridad social, a través de una construcción espacial, la reconstrucción y

Los resultados del pasado mantienen su valor

Al considerar una red existente, los diseñadores de políticas e infraestructura nunca tienen que partir de cero, puesto que no es necesario construir una red ciclovial totalmente nueva cada cierto tiempo. Solo donde sea totalmente nuevo este tipo de infraestructura se hace necesario plotear una red completamente nueva. La expansión, provisión de detalles, o puesta al día de una red ciclovial existente no tiene porque ser una actividad compleja que solo se puede lograr con sistemas de Información geográfica (SIG) y otras técnicas de modelación relativamente complejas e intensivas en mano de obra. Esto se ha demostrado en la práctica. Un análisis de 94 planes municipales de tráfico y transporte mostró que una modelación ciclovial fue utilizada solamente en cinco casos. Una encuesta contratada por el Consejo Holandés para la Bicicleta también mostró que los funcionarios públicos y los consultores privados son pragmáticos al diseñar redes cicloviales: requieren un conocimiento a fondo de la situación local, una serie de observaciones, y un buen sentido común. Hasta cierto punto, un estudio de la política local en pro de la bicicleta confirmó estos resultados [72]. Generalmente, el desarrollo y la implementación de las políticas pro-ciclistas han satisfecho a los concejos municipales. Se considera innecesario buscar establecer una base mayor para este tipo de política. Los modelos ciclistas apenas se ocupan para diseñar las redes cicloviales al nivel provincial (regional) tampoco.

el diseño. La falta de quejas, sin embargo, no significa que las condiciones actuales son aceptables. Puede haber pocas o nulas quejas porque la gente no ocupa un enlace específico (justamente por temor a la delincuencia). Se trata este tema en más detalle en la sección 7.5.

Cuadro 8. Un resumen de los principales requisitos para una red ciclovial

Requisito principal	Aspectos importantes	Explicación
Ser coherente	<ul style="list-style-type: none"> • Qué la red sea completa (en áreas urbanas) • Qué la red sea completa (fuera de las áreas urbanas) • Qué las rutas calcen con las necesidades de viaje 	<p>El ancho del entramado de la red no debe ser más de aproximadamente 250 m.</p> <p>Se conectan a los centros y las amenidades principales.</p> <p>Se realizan por lo menos un 70% de los viajes en bicicleta a través de la red ciclovial.</p>
Ser directa	<ul style="list-style-type: none"> • Ser directa en términos de la distancia • Ser directa en términos del tiempo 	<p>Se optimiza el tiempo promedio de desvío.</p> <p>Se minimiza el número de intersecciones donde ciclistas no tienen la preferencia.</p> <p>Se minimiza la frecuencia de las detenciones.</p>
Ser segura	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar conflictos con el tráfico que cruce • Separar diferentes tipos de vehículos • Reducir la velocidad en puntos de conflicto • Ocupar categorías viales fácilmente reconocibles • Crear condiciones de tráfico uniformes 	<p>Se minimiza el número de veces que los y las ciclistas deben cruzar las intersecciones, calculado al multiplicar la suma de todas las intersecciones por la intensidad de los flujos de tráfico motorizado, tomando en cuenta la velocidad.</p> <p>Se minimizan los contactos, sumados para todas las secciones viales, utilizando la densidad del tráfico motorizado multiplicado por la densidad del tráfico en bicicleta, y la diferencia al cuadrado en las velocidades multiplicada por el largo de la sección vial.</p> <p>En el caso de diferencias mayores en la velocidad, se separan a ciclistas del tráfico motorizado.</p> <p>Donde la red ciclovial cruza las redes de otros tipos de vehículos, se reducen las diferencias en la velocidad de ambas.</p> <p>Cada amenidad debe ser fácilmente reconocida por todos los usuarios viales.</p> <p>Las amenidades para ciclistas y las soluciones de intersecciones se relacionan con las funciones de las pistas y calzadas para bicicletas y tráfico motorizado. Las soluciones típicas de un tipo de calle no deben usarse en otro tipo de calle.</p>

Cuadro 8. Un resumen de los principales requisitos para una red ciclovial (continua)

Requisito principal	Aspectos importantes	Explicación
Ser cómoda	<ul style="list-style-type: none"> • Evitar molestias por el tráfico • Facilitar el encuentro del destino • Ser comprensible 	<p>Se minimizan los encuentros entre bicicletas y automóviles al reducir al mínimo las combinaciones entre conexiones muy concurridas para ciclistas (en direcciones longitudinales y laterales) y las que son muy usadas por automóviles.</p> <p>La señalética comunica la ubicación de pueblos, ciudades, villorrios, barrios y amenidades que atraen al público.</p> <p>La red optimiza lo máximo posible los rasgos espaciales y paisajísticos para que los usuarios creen un mapa mental.</p>
Ser atractiva	<ul style="list-style-type: none"> • Seguridad social 	<p>Las redes, especialmente las rutas principales dentro de ellas, cumplen con los requisitos de seguridad social (ver el capítulo 7). Al nivel de red, esto significa que las rutas concurridas son proyectadas en áreas donde exista suficiente control social de parte de la comunidad.</p>

4.3 La red ciclovial utilitaria

La red ciclovial utilitaria contiene las conexiones que se requieran por motivos funcionales. Esto significa que se viaja para comprar, vivir, trabajar, educarse, realizar visitas socio-culturales, etcétera. Existen diferentes métodos que se puedan aplicar al diseñar una red ciclovial utilitaria. Este manual de diseño examina a dos: uno que ocupa un modelo de tráfico (ver sección 4.3.1) y otro que ocupa el método del entramado adaptado (ver sección 4.3.2).

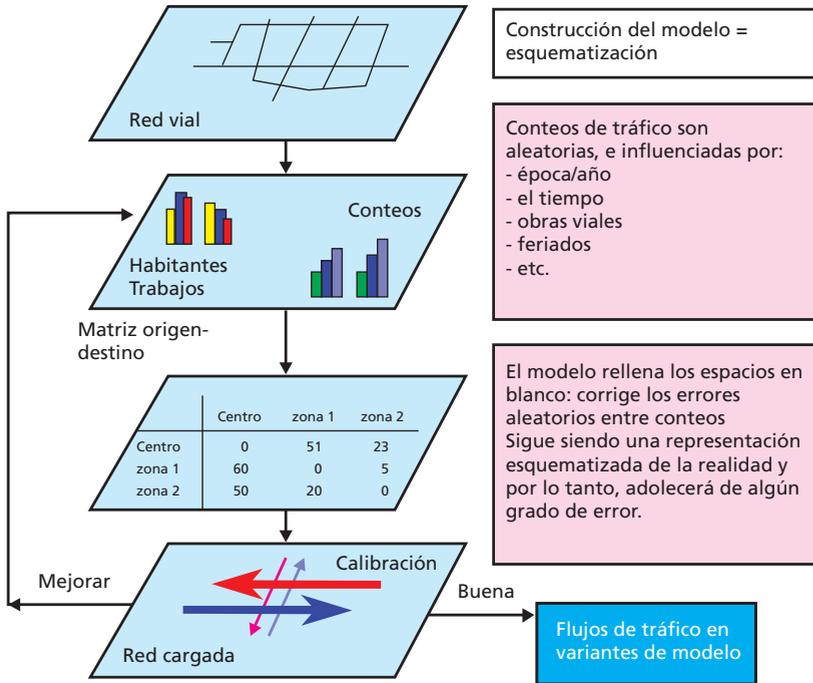
4.3.1 Modelos de tráfico

Se ocupa un modelo de tráfico para calcular los flujos de tráfico (en términos de la cantidad y la creación de rutas) de uno o más modos de transporte. En Holanda, usamos una variedad de modelos. Los modelos exclusivamente para

bicicletas son relativamente simples, pero se ocupan cada vez más los modelos multimodales (auto/bicicleta/transporte público), donde es posible la interacción entre los diferentes modos de transporte.

Los resultados de la aplicación de un modelo se determinan más que nada por las premisas básicas y las técnicas de cálculo en las cuales está basado. Aquí surge el peligro de ocupar modelos, puesto que es demasiado fácil tratarlos como 'valores absolutos', aunque no se hayan discutido suficientemente las premisas básicas que definen los insumos. Una vez que el modelo funcione, a menudo se trata como si fuera una 'caja negra', donde los diseñadores y/o hacedores de políticas no tienen idea de cuales fueron los puntos de partida contextuales y los modelos de cálculo.

Gráfico 10. La coherencia entre las etapas del modelo [23]



La teoría del modelo

Los modelos tradicionales de tráfico típicamente incorporan tres pasos:

- generación de viajes;
- distribución modal (entre los diferentes modos de transporte);
- asignación y calibración.

La etapa de generación de viajes consiste en la recolección de las características socio-económicas de los distritos y barrios individuales: el número de residentes, categoría y número de trabajos, estudiantes, etcétera. Se ocupan coeficientes de generación de viaje para calcular las llegadas y las partidas según cada propósito de

viaje. El resultado es una visión general de cuantos viajes comienzan o terminan en un distrito o barrio determinado.

En la etapa de la distribución, se ocupan funciones de distancia para calcular cuantos viajes se realizarán (o podrían ser realizados) entre los distritos/barrios. Muchos modelos calculan la distribución modal al mismo tiempo, pero también se puede realizar este cálculo como paso aparte. El resultado se presenta en un cuadro o varios de origen-destino (cuadro O-D), donde se han calculado los viajes teóricamente (también se habla de viajes 'sintéticos').

Para las condiciones existentes, un cuadro OD puede determinarse sintéticamente o sobre la base de los datos que resultan de una investigación. Los resultados de una encuesta de hogares suplementada por las encuestas viales producen datos ideales como insumos para un modelo ciclístico, permitiendo la creación de una matriz OD de primer nivel para el tráfico de bicicletas. Este método, sin embargo, es mucho más trabajo que una matriz calculada.

Los y las ciclistas conocen las rutas más rápidas

Los estudios del comportamiento al seleccionar una ruta [22] muestran que un 50% de los y las ciclistas ocupan una ruta que es menos de un 6% mayor que la ruta más corta. El tiempo de viaje es más importante en la selección de la ruta que la distancia. La mitad del tiempo, los y las ciclistas son capaces de escoger una ruta que difiere en menos de un 5% de la ruta más rápida de la red.

En la etapa de asignación y calibración, se ocupan las características de la ruta (velocidades, tipos de intersección, tráfico uni- o bi-direccional, etcétera) para calcular las rutas entre todas las zonas y se les asigna los valores del cuadro OD. Esta asignación puede basarse en la ruta más corta en términos del tiempo o de la distancia, o una combinación de ambos. Una vez que se completa este proceso de cálculos teóricos, se calibra el modelo. Al relacionar las estadísticas disponibles con los valores calculados, se puede calibrar el modelo según la situación actual en el año base. Los resultados consisten en un cuadro OD corregido y una red ‘cargada’, o sea, tan próxima a la situación real como sea posible.



Amplia selección de modelos

En los 1990s, se incentivó el uso de modelos ciclísticos a través del Plan Maestro para Bicicletas. Hoy hay muchos modelos disponibles. La mayoría sirven para realizar los cálculos desde una perspectiva multimodal. Fuera de los softwares de ingeniería de tráfico, un software SIG (que sirve para mapear, ocupando bases de datos y mapas espaciales) puede ser útil para elaborar planes para la bicicleta. A menudo se aplica un programa SIG en combinación con un modelo de tráfico, agregando valor a la capacidad del SIG para realizar cálculos espaciales. Más allá de los numerosos modelos locales y provinciales, existe un Modelo Regional Nuevo (MRN), que ocupa la Dirección General de Obras Públicas y Manejo de Aguas. Este modelo incluye la bicicleta como modo de transporte. Un modelo MRN posibilita el análisis al nivel estratégico de cambios en la distribución modal y es útil para analizar diferentes escenarios políticos. No sirve un MRN para una red o ruta local, puesto que no tiene suficiente detalle.



Zonas de modelo y la red

Las zonas

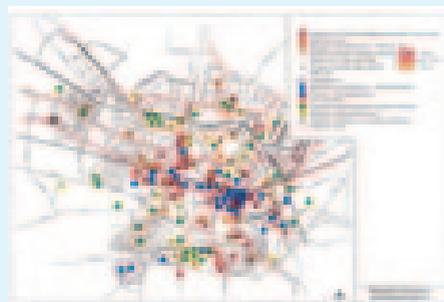
Al determinar los puntos de origen y los destinos, surge una pregunta acerca de la escala.

En teoría, todo hogar es un punto de origen y cada tienda, amenidad y actividad un destino. Para poder trabajar, sin embargo, se deben agregar los datos. La escala para la cual se agrega depende del tamaño del área en cuestión y la densidad de las actividades socio-económicas. Se puede definir un área según las barreras naturales y artificiales, tales como las conexiones con agua, las áreas de vegetación, las calles principales o los ejes de transporte público. Puesto que los viajes en bicicleta normalmente son más cortos que los en automóvil, se aplica una división más fina que para el tráfico motorizado. Para determinar el punto de origen de un ciclista, en 1979, Ploeger [73] estableció un área de 250 x 250 m, como una medida para un área urbana, que se utiliza hasta hoy. También es esencial incorporar a los destinos principales para ciclistas, tales como escuelas, tiendas, lugares de empleo y estaciones, como zonas separadas. Se puede ocupar un número mínimo de visitantes como un parámetro para definir lugares y áreas de destino.

Depende del planificador escoger una unidad apropiada: existen muchas posibilidades, siempre que sean claras y consistentes. Como ejemplo, ver el Gráfico 11, que solo incluye zonas de empleo de más de 100 personas y áreas de compras con áreas de venta mayores a 1.000 m². Mientras más puntos de origen-destino se incluyan, menos claro son los enlaces O-D. Si se indican demasiado pocos puntos OD, sin embargo, surge el riesgo de dejar algunos lugares demasiado alejados de la red ciclovial.

Un plan provincial o regional requiere de una clasificación de áreas menos detallada que un plan local. Después de todo, los viajes realiza-

Gráfico 11.



dos al nivel provincial o regional normalmente son de mayor distancia. La medida que se ocupa depende parcialmente de la extensión y la densidad de la población. Mientras mayor la extensión y menor la densidad, menos detallada la clasificación del área. En su plan de ciclorutas, la provincia holandesa de Friesland escogió ocupar una tasa de 750 residentes por zona de origen; por otra parte, con una densidad mayor, la provincia de Zuid-Holland optó por 1.500 residentes. En los grandes centros residenciales, aconsejamos trabajar con áreas más pequeñas. Una buena herramienta para esto es el código postal de cuatro dígitos.

Al nivel provincial o regional, los centros de negocios ofreciendo servicios metropolitanos (supralocales) puede ocuparse como destinos; al nivel local en un lugar más pequeño, se puede ocupar un grupo de empresas individuales como un centro de trabajo. Un número mínimo de visitas al año sirve de criterio para infraestructura recreativa.

La Red

La estructura de una red tiene un impacto enorme en los resultados. Para una municipalidad con unos 50.000 habitantes, aconsejamos preparar una lista de todas las conexiones donde se permite ocupar la bicicleta. Esto

también debe incluir las ciclorutas no oficiales formadas por los mismos ciclistas en tierras sin uso, por ejemplo, y senderos que ocupan. Todas juntas, estas conexiones forman la red básica para ciclistas. Para una municipalidad grande, se tendrá que simplificar la red. Esto puede significar eliminar algunas calles residenciales y zonas con calmado de tráfico que nunca podrán jugar un rol en la red (el 'eslabón 0'). Todo esto coincide con la elección del tamaño de la zona y la ubicación de los puntos de suministro. También se puede simplificar, al omitir las rutas adyacentes y paralelas. Un análisis de la densificación puede revelar algunas conexiones que todavía deben agregarse a la red básica.

Para un área mayor (que cubre más que una municipalidad), es bueno partir con la red interlocal existente. Fuera de la zona urbana, los centros residenciales y puntos importantes de atracción pueden ser cuellos de botella. Se interconectan utilizando corredores. Al comenzar, solo es importante que sea disponible una conexión o más. Un aspecto que

merece una preocupación especial es el número de las rutas más cortas y de mayor uso tradicional que crucen las calles troncales, autopistas, líneas de ferrocarril, y canales.

En general, la calidad de las conexiones y la naturaleza de la amenidad solo se hacen relevantes en la fase de análisis de los cuellos de botella. Sin embargo, se pueden codificar ciertas propiedades de la conexión según su importancia en la evaluación de ciertas metas (como la seguridad, por ejemplo). Esto puede significar un código según el tipo de conexión (tráfico mixto, ciclovía, conexión ilegal, etcétera). En todo caso, al compilar la red básica, los y las diseñadores deben ponerle ojo en las calles uni-direccionales y otros obstáculos físicos que influyen en la elección de la ruta en la red. Esto también incluye las detenciones en los semáforos. Las medianas con vegetación en las calles y otros elementos afines pueden constituir una barrera para la gente que cruce. Las ciclistas que corren paralelos a este tipo de vía deben incorporar vías apropiadas, como dos pistas uni-direccionales.



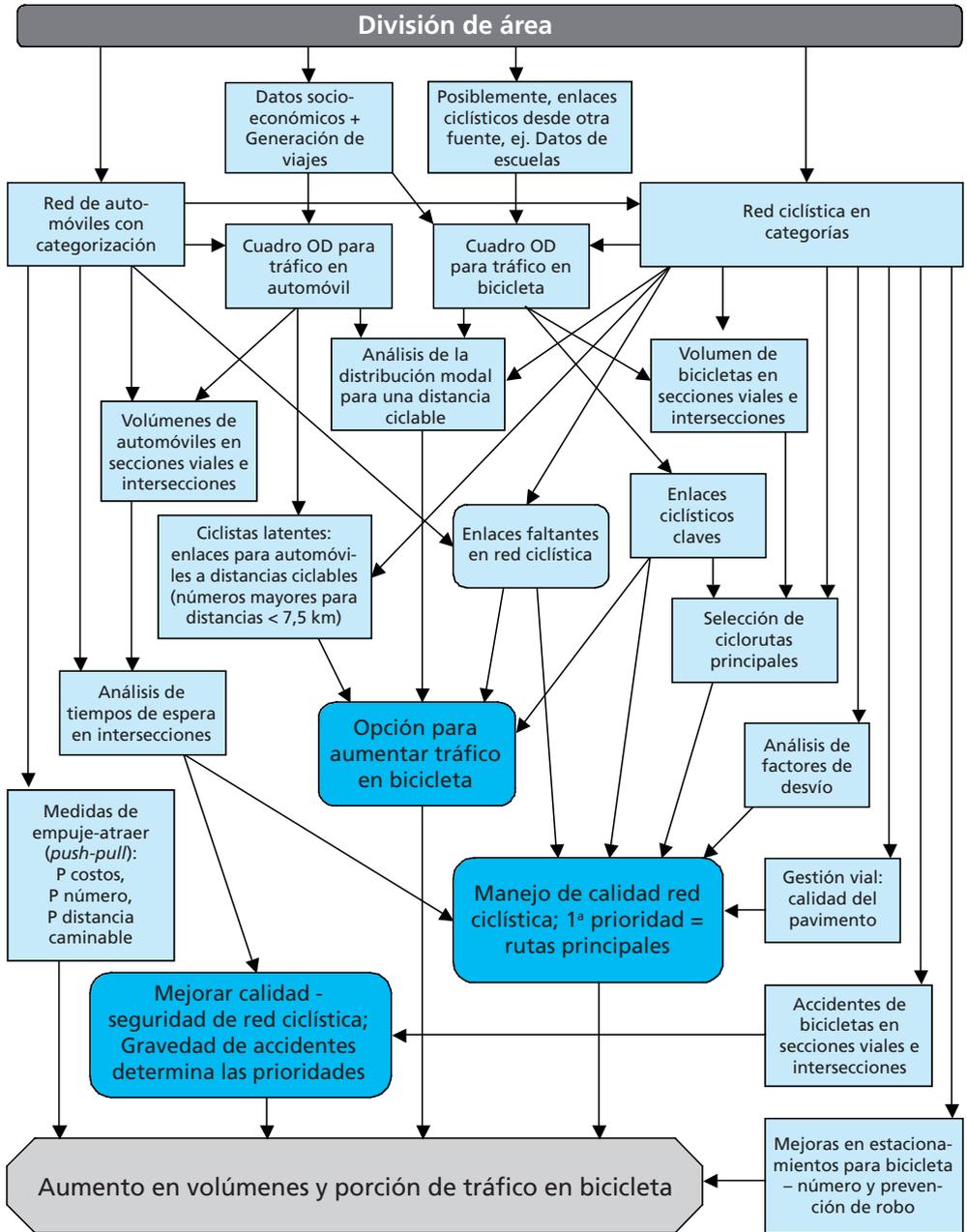


Gráfico 12. Diagrama del uso del modelo en la práctica



El análisis de opciones

El Gráfico 12 muestra un gran número de opciones de análisis. En esta sección, examinaremos brevemente algunos de los más importantes. Estos resúmenes no son exhaustivos. Según el modelo y las aplicaciones asociadas, existen otros usos también.

Los datos OD

En lugares extensos, se puede utilizar un modelo para enfocar áreas de problemas, realizar análisis y detallar consideraciones de cantidades y calidad. También se puede utilizar para calcular el cuadro origen-destino (cuadro OD) cuando el motivo del viaje sea de trabajo, de compras o para llegar a otros destinos. Si no hay un modelo disponible, se puede también calcular un modelo OD según los resultados

de una encuesta. Por ejemplo, al trabajar en el cuadro OD para viajes entre el hogar y la escuela, es útil analizar las direcciones de los alumnos de cada escuela.

La formación de la ruta

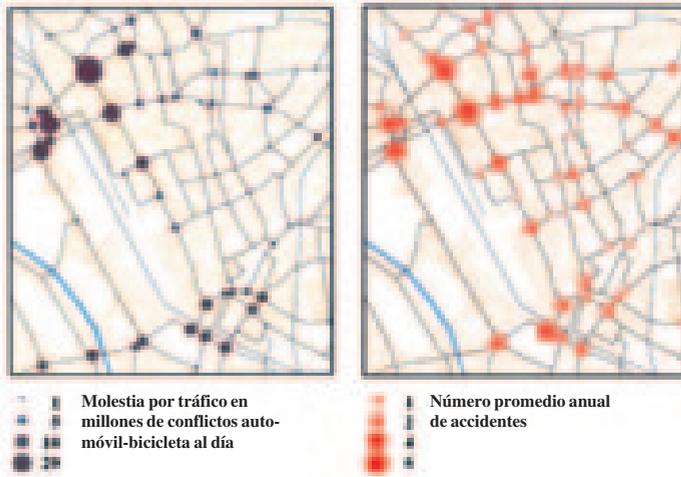
Un modelo puede calcular la opción de ruta según las velocidades, capacidades, tipos de intersección, etcétera. Luego se pueden calcular los volúmenes de tráfico de automóviles y de bicicletas al asignarles cuadros ODs a las rutas. Al combinar a diferentes barrios en distritos (recodificación), se puede visualizar importantes enlaces para los y las ciclistas. Se puede ocupar un modelo para ubicar esta información en un mapa, en forma de un diagrama entrelazado (*link diagram*). Se pueden distinguir a las ciclorutas principales y otras según los enlaces más importantes para la bicicleta, los volúmenes de ciclistas y la red disponible.

Opciones de densificación

La red básica consiste en todas las conexiones disponibles para ciclistas en las condiciones actuales. En la práctica, una red no siempre está completa; puede contener vacíos. Agregarle conexiones nuevas, más cortas, fomenta el uso de la bicicleta y también proporciona la oportunidad de usar una ruta con menos tráfico, evitando así las rutas más concurridas y potencialmente peligrosas.

Estimar el factor de desvío puede ayudar a identificar las falencias de la red básica. Si se calcula el factor de desvío para todos los enlaces entre dos zonas, los vacíos en la red se ubican rápidamente. Al buscar nuevas rutas, los diseñadores y planificadores también deben mantener presente la posibilidad de construir nuevas amenidades ciclísticas aprovechando

Gráfico 13. Evaluación utilizando un modelo ciclistico



Para el Plan de Ciclismo de Utrecht, se realizó una evaluación combinada con un modelo para bicicletas: se comparó molestia por tráfico— expresado en el número de cruces diarios de automóviles y bicicletas — con el promedio anual de accidentes. Los lugares con un nivel relativamente bajo de molestias pero una alta tasa de accidentes ameritan una atención adicional.

otros trabajos de infraestructura, o durante la fase de una construcción nueva, o por obras de mantenimiento. A menudo surgen oportunidades sorprendentes para construir ciclorutas en paralelo a vías existentes o nuevas obras de infraestructura de transporte (líneas férreas, troncales, autopistas y canales).

Atrasos

Se puede ocupar un modelo diseñado para el tráfico motorizado para explorar más a fondo el nivel de atrasos experimentados por ciclistas.

Demanda latente

Cuando existen cuadros ODs para el tráfico de automóviles y bicicletas, la distribución modal puede calcularse para los enlaces y particularmente los que ocurren dentro de una distancia apta para andar en bicicleta. Es relativamente sencillo hacer esto con un modelo, al calcular las distancias calculadas para las rutas más cortas. Una proporción significativa de viajes menores a 7,5 km se realizan en automóvil. Un modelo puede identificar estos enlaces en automóvil, que pueden tratarse como enlaces ciclisticos latentes. Una combinación de demanda latente y enlaces ciclisticos faltantes

pueden utilizarse para identificar opciones prometedoras de nuevo tráfico de bicicletas.

Otras opciones de análisis

El modelo de tráfico ofrece una oportunidad para evaluar hasta donde las redes existentes o recientemente diseñadas cumplen con las metas. La reducción total en kilómetros de bicicleta en una red densificada puede calcularse con una reasignación de valores en la matriz OD. La óptima ubicación para una conexión (por ejemplo, un túnel debajo de una línea férrea) puede compararse con la minimización del desvío. Las metas de seguridad vial pueden evaluarse al calcular el número de encuentros entre el tráfico motorizado y de bicicletas, por ejemplo.

4.3.2 Método de damero adaptado

No es necesario ni productivo construir un modelo ciclistico para cada situación. Si no existe un modelo base (automóvil o bicicleta), construir uno requiere de mucho tiempo y recursos. En tales casos, los diseñadores tendrán que comparar los beneficios y necesidades con los costos. Para ilustrar, un constructor experimentado de modelos

requiere un mes para crear un modelo ciclístico para una ciudad con una población de unas 50.000 personas.

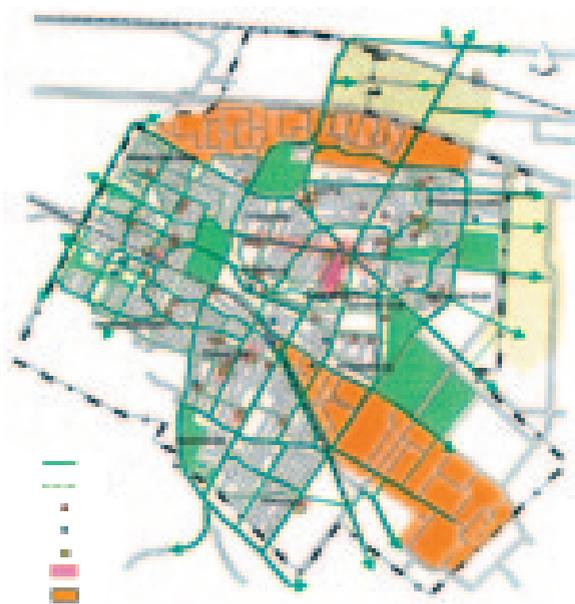
Si no existe un modelo, se puede crear o evaluar una red sobre la base del método del damero adaptado. Este método se basa en el método original del damero, que supone que los y las ciclistas se benefician de una red de conexiones la más completa y densa posible. Según el tamaño del damero (ancho del entramado), si se elabora un entramado de conexiones sobre un área (barrio, distrito, villorrio, pueblo o ciudad), producirá una infraestructura completa. Si es necesario, se pueden distinguir entre varios niveles de calidad, y la red básica puede tener un ancho del entramado menor al nivel de calidad adyacente.

La desventaja del método del entramado es que no toma en cuenta la estructura espacial y de tráfico del área, incluyendo los enlaces ciclísticos actuales. Si estos enlaces ciclísticos atraviesan el entramado de conexiones radialmente, los y las ciclistas que los ocupan no se beneficiarán de una conexión fluida y directa. Este sería un efecto indeseable, especialmente cuando los flujos de tráfico son mayores.

El método del entramado adaptado responde a esta objeción al mirar no solo el entramado sino también los principales enlaces ciclísticos. Para esto, se distinguen dos pasos:

- Ubicar las áreas principales de origen y de destino y los enlaces en un plano (paso 1);
- Convertir las líneas de preferencia en rutas (paso 2).

Mapa de la red de Veenendaal



Paso 1: Determinar los principales puntos de origen y destino, y los enlaces entre ellos

Este paso identifica en un plano las principales áreas de origen y de destino, y el tamaño del área bajo estudio juega un rol decisivo. Al nivel provincial, se puede considerar a un centro como un solo punto de origen, mientras que para la red dentro del centro, se considerarán a varios barrios y distritos como orígenes individuales.

Normalmente, las áreas de origen son sectores residenciales coherentes y campamentos de todo tamaño. La escala para la cual se diseña la red ciclovial indica si se debe incluir un origen o destino en particular.

Las áreas de destino son aquellas donde se realizan funciones, edificios, actividades y amenidades que atraen a muchos ciclistas, tales como:

- áreas de compras y centros de ciudad, distrito y villorrio;
- edificios gubernamentales y otros con una función pública importante;
- escuelas y universidades;
- facilidades deportivas: piscinas de natación, campos de deporte, áreas recreativas, centros de actividad;
- concentraciones de empleo, tales como empresas grandes o parques empresariales;
- nodos principales de transporte público (ferrocarril, bus, tranvía y terminales subterráneas);
- enlaces con la red ciclovial en el entorno regional o provincial y la red ciclovial recreativa;
- actividades que no ocurren todos los días pero sí pueden atraer a muchos ciclistas, tales como mercados, teatros, cines, iglesias, restaurantes y lugares similares.

Las diferencias en el ancho del entramado

Una mirada a 94 planes municipales de transporte y tráfico revela que generalmente los consejos municipales prestan poca atención al tema del ancho del entramado. Los anchos de entramado que se utilizan para los distintos niveles de calidad dentro de una red ciclovial varían (ver abajo), pero los planes apenas indican cuál ancho del entramado corresponde a cada nivel de calidad, puesto que los detalles de los niveles de calidad ya son diferentes.

Nijmegen

La Visión Estructural 1992 propone un ancho del entramado de entre 400-600 metros para la red ciclovial. En ciertos puntos, sin embargo, la red actual tiene un entramado de entre 800-1.000 metros. Un ancho del entramado de unos 500 metros asegura que siempre hay una buena ruta ciclística cerca.

Valkenswaard

La red ciclovial primaria está constituida por las principales ciclorutas. Es una red de entramado grueso que provee conexiones rápidas y directas a través de distancias mayores. Al interior del área urbana, la red ciclovial primaria tiene un ancho del entramado de unos 500 a 600 metros. El ancho del entramado de la red ciclovial secundaria es de unos 200 a 300 metros. La mayoría de las rutas secundarias cruzan áreas residenciales y sirven para acortar distancias entre las rutas de la red primaria.

Wijk bij Duurstede

Para el tráfico de bicicleta utilitario, se deben agregar una serie de conexiones importantes a la red regional. El plan supone un ancho máximo de entramado de entre 300 a 400 metros.

Normalmente una red ciclovial ya existe. En ese caso, es importante averiguar si han ocurrido cambios mayores en los sectores residenciales, de trabajo, de educación y de recreación, desde que se formulara el último plan ciclístico. Es importante investigar tam-

bién si se planea agregar algún tipo de proyecto en los próximos cinco a diez años. Si este es el caso, se deben agregar las nuevas áreas de origen-destino a la red ciclovial. Si no existen planes de cambio, se puede omitir el paso uno del plan.

Una vez identificados los orígenes y destinos en una escala apropiada, se plotean los enlaces entre ellos. Las líneas de preferencia se utilizan para marcar los enlaces ideales entre las áreas de origen y destino. Las líneas de prefe-

La coherencia y el ancho del entramado

Un entramado es el elemento más pequeño y cerrado de una red. El ancho del entramado es la distancia entre las amenidades paralelas de una red. Mientras mayor el ancho del entramado, más baja la densidad de la red (el largo total del enlace por unidad de superficie) y menor el nivel de coherencia. Si el ancho del entramado resulta demasiado grande, hay que achicarlo, pero esto solo es necesario si existe una demanda activa o latente. Esto significa que el ancho del entramado es solo relevante para las redes al interior de un sector urbanizado ininterrumpido. Fuera del área urbanizada, donde existe poca demanda latente o activa, el ancho del entramado no es relevante.

El tamaño del ancho del entramado depende de los requisitos de calidad que se establecen para un sector específico. Para la red básica, un tamaño de 200 a 250 m parece realista, puesto que sirve a la mayoría de los barrios residenciales. Para las rutas funcionales de mayor nivel, el ancho del entramado es menos relevante. Es mejor tener dos rutas mayores concurridas cercanas, que distanciarlas más, sobre la base del ancho del entramado, pero sin conexión con los enlaces OD.



rencia constituyen una representación abstracta del patrón de viajes, sin tomar en cuenta la estructura espacial o la red existente. Por el número de enlaces (particularmente en un medio ambiente urbano), es posible combinar las líneas de preferencia que surgen juntas.

Para una ciudad grande, las líneas de preferencia pueden plotearse inicialmente a una escala mayor (la ciudad entera), con conexiones entre los centros, subcentros y destinos importantes, después del cual se pueden agregar detalles al nivel de escala menor (distrito/barrio). Los aspectos importantes incluyen enlaces transversales de los diferentes niveles de escala (por ejemplo, municipalidades adyacentes).

Puede ser recomendable distinguir niveles de calidad dentro de la red ciclovial, para poder enfocar mejor las mejoras a la red, por ejem-

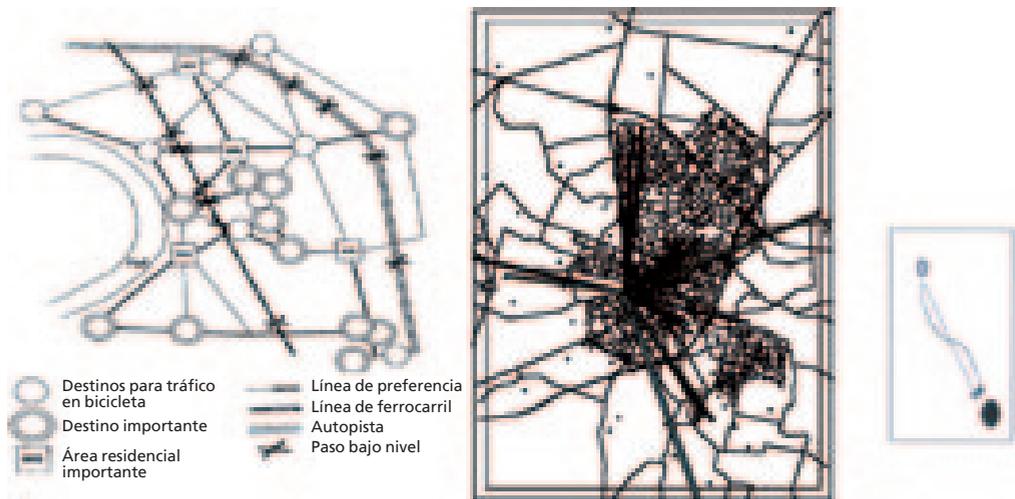


Gráfico 14. Ejemplos de líneas de preferencia entre destinos

plo. Esto crea una jerarquía en la red (ver también la sección 4.4). Si se estime necesaria esta distinción, se repite el primer paso para identificar los enlaces específicos relevantes.

Paso 2: Convertir las líneas de preferencia en rutas

En este paso, los enlaces OD convertidos en líneas de preferencia, se transforman en posibles rutas. Esto significa aprovechar lo máximo la infraestructura, pero no es realmente necesario adherirse al damero. A menudo existen varias rutas entre origen y destino, y en ese caso la ruta más directa en términos de distancia es preferible. Luego se examina la ruta más corta sobre la base de los criterios de ruta ya establecidos. Si la ruta no cumple con los criterios pero sí se puede mejorar, se incluye en la red y luego en el siguiente paso se compara con la red de los otros modos de transporte. Si una ruta no cumple con los criterios y si no existe posibilidad de mejora-

miento, los diseñadores buscarán la siguiente ruta óptima. La segunda opción no debe ser mucho más larga que la primera.

A veces es imposible proyectar una línea de preferencia entre un origen y un destino sobre una conexión existente en la red o solo es posible con un alto factor de desvío. En ese caso, una nueva conexión tendrá que considerarse para el enlace bajo consideración, particularmente si debe servir a un número mayor de ciclistas.

4.4 Las ciclorutas y las ciclorutas principales

4.4.1 Los niveles de calidad

El poder de la bicicleta es su flexibilidad, velocidad y conveniencia. Estas ventajas solo pueden aprovecharse si la máxima cantidad de calles, caminos y otras vías son apropiadas

para andar en bicicleta. En teoría, esto significa que la red debe ser tan extensa y el entramado tan fino como sea posible. Dentro de este entramado fino de amenidades básicas, puede ser aconsejable distinguir entre distintos niveles de calidad para poder ofrecer mayor calidad que la básica en algunas partes de la red. Los niveles mayores requieren de estándares más altos, dada la función de la red como un todo. En ese contexto, existe cierto paralelo con la jerarquía vial para el tráfico motorizado, donde se distinguen entre tres funciones sobre la base de la calidad de la red, agregándole mayor calidad de flujo, mientras más alta la función.



Rutas principales reconocibles

Los y las ciclistas no son demasiado atentos a todas las opciones de ruta disponible en una red. Un elemento que influye en lo que eligen es la imagen espacial que tienen de sus alrededores (el mapa mental). Por esto, las rutas principales que son fáciles de reconocer atraen más ciclistas, aun cuando no sean las más rápidas. En Delft, fue cubierto un 63% de los kilómetros-bicicleta kilómetros, a pesar de que estas conexiones troncales solo constituyen un 19% del largo de la red.

Tradicionalmente, los manuales para las amenidades para bicicletas dentro de áreas urbanizadas han distinguido entre los siguientes tres niveles de conexiones cicloviales: los conectores (nivel ciudad); los divisores (nivel distrito), y los de acceso (nivel barrio). Juntos, estos tres niveles de conexiones forman la red; no se espera que cada nivel por si solo constituya una red plena o coherente. Después de todo, las conexiones de acceso complementan las 'superiores', formando muchas conexiones 'separadas' más que una red.

En la práctica, las autoridades viales trabajan ocasionalmente en tres niveles, pero es mucho más común enfocar solo dos niveles de conexiones ciclistas. Los dos niveles tienen una variedad de nombres. Pueden llamarse primarios y secundarios; rutas principales y ramales o sub-rutas; una red rápida o estrella y una red básica. La diferencia entre los tres niveles y los dos niveles (no obstante la terminología) parece considerable a primera vista, pero en la práctica es menor. En el fondo, lo que pasa es que en las redes de dos niveles, no se toman en cuenta el nivel inferior (tercero, de acceso o barrial). Esto no es porque no tiene relevancia, sino porque es demasiado detallado. A veces se le asigna a la 'administración distrital' en vez de la política local pro-



ciclismo. Además, al nivel inferior, ya se logró la calidad que se requiere para las ‘conexiones entre hogares y rutas de distrito’.

En este nivel, la prioridad principal es la presencia física de conexiones vía calles y pistas regulares. Estas conexiones de acceso forman una especie de nivel subyacente que debe tener un ancho del entramado lo más pequeño posible, hasta un máximo de 200 a 250 m. La optimización de este nivel de red requiere la construcción de senderos para acortar camino y mejoras del pavimento de pistas desgastadas, con pasto, etcétera. En otras palabras, estas son medidas que no corresponden a los planificadores.

Este manual de diseño distingue entre dos niveles de red, utilizando los siguientes términos neutrales:

- *Red básica*

Dentro del área urbanizada, se trata de conexiones de acceso al nivel barrio, que en la práctica corresponde a casi todas las pistas y calles que los y las ciclistas pueden ocupar (un ancho del entramado de no más de 250 m). Fuera del área urbanizada, se trata de la red de calles y pistas que provee acceso al área periférico.

- *Ciclorutas*

Dentro del área urbanizada, se trata de las conexiones al nivel distrital que proveen acceso a los distritos y barrios (‘pistas de acceso distrital’). Fuera del área urbanizada, consisten en las conexiones entre centros, villorrios, pueblos y ciudades.



Gráfico 15. Estructura de preferencia de una cicloruta

En varios casos, puede ser aconsejable distinguir un tercer nivel. Ese es el caso, cuando hay ciclorutas ocupadas por muchos ciclistas. Estas, que pueden denominarse las ciclorutas principales, deben ofrecer el máximo nivel de calidad.

Cuadro 9. Requisitos principales adicionales para las ciclorutas principales y otras

Requisito principal	Aspectos importantes	Explicación
Ser coherente	Lograr que calcen con las necesidades de viaje	La cicloruta principal enlaza los principales orígenes y destinos, y por lo tanto se utilizan mucho: un mínimo de 1.000 (villorrio) o 2.000 (pueblo) ciclistas diario.
	Ser reconocibles	Se reconoce la ruta como tal. Significa que se puede requerir alguna indicación para escoger entre posibles rutas (con marcas en el pavimento o letreros).
Ser directa	Ser directa en términos de distancia	Se mide con el factor de desvío por enlace. Para las ciclorutas principales y otras, no debe ser mayor a 1,2.
	Ser directa en términos de tiempo	Ser directa en términos de tiempo se representa con la velocidad promedio y la tasa de flujos. Los indicadores son la velocidad en la ruta y los atrasos. Para las ciclorutas principales y otras, la velocidad de diseño es 30 km/h. El número de intersecciones sin preferencia y la frecuencia de detenciones se minimiza. En las intersecciones semaforizadas, las luces dan prioridad a la cicloruta. El ancho de ciclorutas principales y otras es suficiente para asegurar un flujo ininterrumpido de tráfico en condiciones normales.
Ser segura	Evitar conflictos con el tráfico que cruce	El riesgo de conflictos con el tráfico que cruza se reduce si se minimiza la intensidad de cruces entre ciclistas y vehículos motorizados en todas las intersecciones y conexiones.
	Separar diferentes tipos de vehículos	Preferentemente, no se combina las ciclorutas principales con el tráfico motorizado. Si no se puede evitar, se restringe el volumen de tráfico motorizado a un máximo de 2.000 vehículos motorizados (vm) al día, y se reduce la velocidad a 30 km/h.
	Crear categorías viales reconocibles	Se reconocen a las ciclorutas principales por su diseño.

Cuadro 9. Requisitos principales adicionales para las ciclorutas principales y otras (continua)

Requisito principal	Aspectos importantes	Explicación
	Evitar conflictos unilaterales	Las colisiones con bolardos constituyen un tipo de accidente unilateral que afecta a los y las ciclistas. No deben ubicarse bolardos en ciclorutas principales y otras.
	Iluminación	Las colisiones con, y como resultado de, vehículos estacionados (que giran repentinamente) son otro tipo común de accidente. Se evita autos estacionados en las ciclorutas principales lo máximo posible y no se permite estacionar en la calzada en el caso de tráfico mixto. El cauce de la ruta es claramente visible, incluso en la oscuridad. Ciclorutas principales y otras cuentan con una iluminación adecuada. El nivel de iluminación debe ser apropiado para el entorno.
Ser cómoda	Flujo	Las ciclistas principales funcionan mejor cuando el flujo no se interrumpa. En este contexto, la preferencia, la frecuencia de detenciones, y las molestias causadas por otro tipo de tráfico (que requiere reducir la velocidad) son factores importantes. La velocidad de diseño de las curvas es 30 km/h.
	Suavidad	Las ciclorutas principales tienen el pavimento más adecuado para ciclistas (asfalto). Las ciclorutas ocupan una cobertura no porosa de asfalto o concreta.
Ser atractiva	Seguridad social	Las ciclorutas principales y otras cumplen con el requisito de seguridad social: están bien iluminadas, visibles desde el entorno, y el espacio público es bien mantenido (ver la sección 7.5 para más información).

Requisitos para las ciclorutas principales y otras

Debido al uso intensivo, se pueden establecer requisitos adicionales para las ciclorutas principales y otras similares. Estos rigen juntos con los requisitos para una red ciclovial incluidos en el cuadro 8. Se presentan los requisitos adicionales en el cuadro 9.

4.4.2 Los criterios para designar las ciclorutas principales y otras

Se puede designar una conexión como una cicloruta principal u otra sobre la base de dos criterios (en ambos casos, esta tiene que ver directamente con la ‘función’), específicamente:

- la ubicación de la red;
- los volúmenes actuales o proyectados de viajes en bicicleta.



La opción ideal combina estos dos factores. Decidir teóricamente que una ruta amerita ser cicloruta principal (sobre la base de su ubicación en la red) es arriesgado, puesto que es incierto si los mismos ciclistas perciban esto, y es posible que la mayoría ocupen otras rutas paralelas. En este caso, una inversión adicional para mejorar la calidad de la cicloruta principal de poco sirve.

Después de un estudio práctico [24] contratado por el Consejo Holandés de la Bicicleta, se creó un sistema para categorizar una cicloruta principal según datos más empíricos y

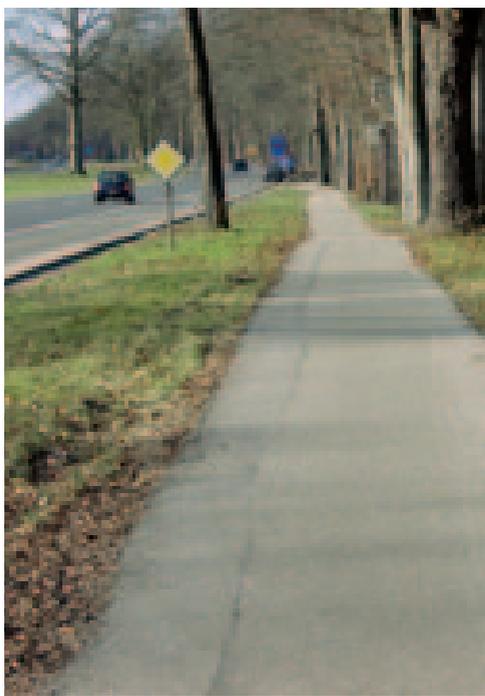
teóricos, reunidos en tres criterios que debe cumplir una cicloruta principal. Son:

- *La distancia*
Para conectar a través de o entre distritos o villorrios, la ruta debe ser lo suficientemente larga. Una cicloruta principal debe medir por lo menos 1 km.
- *La combinación*
Para asegurar que la mayoría de ciclistas ocupan un enlace relevante, es importante que sea directo, que puedan atravesar las barreras, y que hallen atractiva la ruta.
- *El uso*
En términos absolutos, un gran número de ciclistas debe ocupar la ruta.

La aplicación de estos criterios lleva a una situación dentro del área urbanizada en la cual las rutas radiales predominan entre el centro y



un distrito en la periferia o una función importante fuera del centro, funcionando como verdaderas ciclorutas. En las ciudades grandes, el centro, con las amenidades del entorno, constituye aún el destino más importante, complementado por las áreas de transferencia entre diferentes rutas.



Valor agregado debido a la combinación

En las áreas urbanas existentes, a menudo existen varias conexiones ciclísticas entre las municipalidades urbanas y distritos, sin que una haya sido designada una ruta principal. Es solo cuando surge una barrera que se requiere una combinación clara (por pura necesidad), agregándole valor a la cicloruta principal, al nivel ciudad. Cuando la combinación ocurra en el lugar de una barrera, existen varias rutas

en ambos lados que pueden servir como una ruta principal interregional. Sin embargo, proveer una ruta segura, atractiva y cómoda como conexión ciclística en una de las alternativas no siempre garantiza una plena combinación de tráfico de bicicletas por una ruta específica. Similarmente, una ruta que por su ubicación y por ser directa podría ser la cicloruta principal no funcionará si es incómoda o produce muchos atrasos.

Criterio para volúmenes

Un estudio de las ciclorutas principales contratado por el Concejo Holandés de la Bicicleta reveló que en las ciudades más importantes, más de 2.000 ciclistas ocupan las ciclorutas principales cada día, llegando a un máximo de 10.000. Para llevarlo un paso más adelante, los siguientes volúmenes para las diferentes categorías de la red ciclovial podrían aplicarse en estas ciudades (uso actual o estimado):

- ciclorutas principales: > 2.000 ciclistas/día
- ciclorutas: 500 - 2,500 ciclistas/día
- otras conexiones (Red Básica): < 750 ciclistas/día

En los villorrios y centros pequeños, será más difícil lograr estos valores en las ciclorutas principales. Puede haber, sin embargo, ciclorutas que se destacan por su función y/o uso, haciendo recomendable aplicar un criterio de volumen de 1.000 ciclistas al día.

Las ciclorutas principales fuera del área urbanizada

Las ciclorutas principales también se encuentran fuera de las áreas urbanizadas. Aquí se aplican los mismos requisitos funcionales que se aplican al interior del área urbanizada. Esto se vio en una serie de iniciativas diseñadas



para aplicar medidas específicas que fomentaría el uso de la bicicleta para distancias mayores:

- disponibilidad de una extensión larga de ciclista separada (ciclovía completa), que significa que no hay ciclobandas ni calles que restringen el tráfico motorizado;
- preferencia para ciclistas en la ruta y un tiempo de mínimo espera en los semáforos;
- ninguna ambigüedad en cuanto a la percepción y la facilidad de reconocer la ruta.

El uso de rutas fuera del área urbanizada nunca será tan intensivo como el de las rutas más concurridas dentro del área urbanizada, simplemente porque el número de puntos de origen y destinos es considerablemente menor en las áreas periféricas. Es importante, sin embargo, que se utilicen las ciclorutas principales y otras fuera del área urbanizada más intensivamente que otras en el área. Los volúmenes relevantes dependen de las condiciones locales o regionales. No existen valores nacionales definidos.

Iniciativas para ciclistas expresas

Fuera del interés en construir las conexiones interlocales a los cuales nos referimos anteriormente, varias iniciativas han avanzado más. Se relacionan con el grupo objetivo de ciclistas que viajan muy rápido (de carrera, reclinadas, a más de 25 km/h). Las conexiones propuestas tendrían pistas más anchas y serían prácticamente libres de intersecciones para las distancias largas. Dos de estas iniciativas innovadoras fueron una ciclovía expresa de dos pistas 'Desde la Dom a la Dam' (más de 30 km entre Utrecht y Amsterdam) y el proyecto VLITS (sistema de transporte individual innovador) entre Helmond y Eindhoven, que incluye una superficie climatizada, cortavientos y refugios, y hasta ideas para desarrollar un vehículo especial, posiblemente multi-pasajero, similar a una bicicleta. Hasta ahora, no se han concretizado estas iniciativas.

4.5 Red ciclovial recreativa

4.5.1 El ciclismo como una actividad recreativa

El ciclismo recreativo es un término que se refiere a varias formas de practicar el ciclismo. En el ciclismo recreativo, se distingue entre el cicloturismo (*touring*), las carreras y el ciclismo todo terreno (a través de senderos y paisajes ocupando una bicicleta *All Terrain*, de montaña o algo similar). Cuando hablamos de los ciclistas recreativos en este manual de diseño, nos referimos principalmente al cicloturismo.

4.5.2 Tipos de ruta

Existe todo tipo de ruta recreativa. Las principales son las que cuentan con señalización y las que no la tienen: presentamos sus propiedades en el cuadro 10. También hay ciclorutas temáticas, con o sin señalética.

Las características de los y las ciclistas recreativos

Los estudios han revelado las siguientes características de las personas que realizan el cicloturismo. Normalmente él o ella viaja un promedio de 45 minutos, cubre una distancia de 15 km, y no le gusta viajar más de 5 km para salir del pueblo o la ciudad. También prefiere una ruta distinta para regresar, más que repetir el viaje de ida [74].

Ciclorutas nacionales

En Holanda tenemos varias rutas nacionales de larga distancia, bajo la autoridad de la Plataforma Nacional Holandés de Ciclismo, que implementa las políticas gubernamentales y coordina proyectos. La autoridad vial local no participa en el desarrollo de esta red, y por lo tanto este manual de diseño no presta más atención a las rutas nacionales de larga distancia. Debemos decir, sin embargo, que la propiedad y, por lo tanto, la administración y la mantención de la infraestructura en estas rutas a menudo corre por responsabilidad de las autoridades viales locales y regionales. El acuerdo de incorporar una sección vial o una ruta en una red nacional le otorga a la autoridad vial una suerte de obligación moral de realizar por lo menos algo de mantención.



Rutas locales (ida y vuelta)

Desarrollar redes de rutas locales es principalmente la responsabilidad del gobierno local o regional. Fuera del área urbanizada, la mayoría de los ciclistas visitan los bosques o brezales, a pesar de su escasez en Holanda. También hay mucha gente que disfruta de andar en bicicleta en zonas rurales.



Gráfico 16. Red nacional de ciclorutas

Los estudios [74] han demostrado que para salir del área urbanizada, los y las ciclistas normalmente toman la ruta más corta desde el hogar (a través del pueblo o la ciudad). Esto revela la necesidad de construir y mantener conexiones ciclísticas directas entre distritos residenciales y lugares periféricos (senderos para acortar camino, caminos agrícolas, puentes, etcétera). En ese sentido, la política que actualmente aplica ProRail, la división de

Cuadro 10. Vista general de tipos de ciclorutas recreativas

	Ciclorutas nacionales (NC rutas)	Viajes de ida y vuelta	Redes regionales y de empalme
Propiedades	Una red nacional de rutas directas; permite viajes largos de ida y de vuelta. Estructura de ruta principal para ciclismo recreativo, estándar de alta calidad. 6.500 km, en el país entero, de los cuales 4.500 km cuentan con señalética en ambas direcciones.	Circular, principalmente rutas locales/regionales. Todas las formas y tamaños, incluyendo rutas largas temáticas. Muchos cientos de rutas en todo el país, 400 (casi 15.000 km) con letreros en una dirección. También ocho largas, con señalética de ida y vuelta (casi 3.000 km).	Red regional de entramado fino, permite un número infinito de viajes de ida y vuelta en la región. Relativamente nuevas y en crecimiento. Más de 3.700 km con señalética en ambas direcciones.
Uso	Uso flexible; ciclistas individuales pueden planificar los viajes. Apropia para viajes del día o más largos.	Uso menos flexible, necesario para completar la ruta de regreso. Apropia para viajes del día. Uso menos flexible; hay que completar la ruta para regresar. Apropia para viajes del día (solo viajes largos en bicicleta, también mayores a un día).	Uso flexible, viajes locales o regionales que pueden ser planificados por ciclistas individuales. Apropia para cicloturismo.
Instancias responsables	Plataforma nacional de ciclismo (implementa las políticas gubernamentales, coordina proyectos).	Concejo municipal, regional o provincial. Iniciativas privadas también.	Concejo municipal, regional o provincial. Iniciativas privadas también. Asesora la plataforma nacional de ciclismo.

mantención del ferrocarril holandés, de cerrar el máximo de cruces menores a todo tráfico constituye una amenaza seria para los ciclistas recreativos (además de los ciclistas utilitarios, quienes también ocupan regularmente estos cruces). Se requiere, por lo tanto, estudios más frecuentes y detallados para evaluar la posibilidad de mantener estos cruces abiertos.

La mayoría de los y las ciclistas recreativos no regresan por la misma ruta de salida. Más de tres cuartos definen la ruta mentalmente. Los factores más importantes que determinan la

ruta a través del pueblo o la ciudad para llegar a las afueras son:

- el nivel de mantención de las conexiones;
- la probabilidad de atrasos en la ruta, para la cual los semáforos juegan un papel importante;
- la seguridad vial: prefieren ciclovías segregadas y calles tranquilas.

Para los residentes de aglomeraciones urbanas, no siempre es posible o deseable llegar al campo directamente desde su barrio residencial. Si queda a más de 5 km, se requieren



enlaces para conectar a través de la distancia, puesto que al parecer los ciclistas recreativos son reacios para hacer puente a través de una distancia mayor a 5 km [75].

En términos del valor de la percepción, los enlaces entre áreas rurales y urbanas deben formar rutas atractivas para que se pueda considerar al ciclismo en la ciudad como recreativo. ‘Stad en Ommeland’ (ciudad y campo) [75] ofrece una pauta acerca de cómo lograr esto sobre la base de cuatro temas (ver cuadro 11). Los temas ‘Líneas azules’ y ‘Líneas verdes: tierras viejas dentro y alrededor de la ciudad’ enfocan formas de usar elementos existentes del campo. Los temas ‘Infraestructura como conexión y barrera’ y ‘Plan y práctica’ se centran en la intervención humana en el campo.

En el campo, la red recreativa o la red de cicloturismo consiste en una combinación de ciclo-

pistas, caminos agrícolas, calles paralelas y pavimentadas o huellas semi-pavimentadas en los bosques. No hay un plano disponible para la estructura de la red. Las rutas señalizadas se diseñan con consultas a las juntas de vecinos locales, los centros comunitarios, las asociaciones de los villorrios, las asociaciones de naturistas, las cámaras de comercio relacionadas con la recreación, los gremios históricos, los administradores de propiedades, la asociación de automovilistas de Holanda (ANWB), la comisión forestal de Holanda, y otros actores relevantes. Este tipo de organización conoce los hitos locales y los lugares más atractivos, juntos con sus rutas. Al consultar a las autoridades viales y organizaciones de esta naturaleza, se puede desarrollar una red de rutas recreativas segura. Dados los requisitos de calidad establecidos por los y las ciclistas recreativos, las rutas señalizadas deberían ubicarse siempre en caminos tranquilos, donde el tráfico motorizado es subordinado.



Las redes regionales

Las redes regionales cuentan con señalética en ambas direcciones y ofrecen una amplia gama de opciones de ruta. Cuando se encuentren las rutas regionales, se crean redes de empalme, que pueden ser un aporte ideal a la red nacional de ciclorutas (ciclorutas nacionales, CN).

Cuadro 11. Las conexiones entre la ciudad y el campo cercano

Líneas azules

En este país de tanta agua, las líneas azules entre la ciudad y el campo, como ríos, riachuelos, canales y otras vías fluviales ofrecen una guía importante para ubicar las conexiones recreativas. Al lado de esta agua se ubican muchas rutas que son populares entre caminantes y ciclistas, quienes disfrutan del murmullo del agua, las vistas panorámicas y una fauna rica en aves. El atractivo de estas pistas de entrada y salida se aumenta con el regreso a la naturaleza y las áreas silvestres de humedales y orillas: al aumentar la pendiente, la humedad y el verdor con pozos y ciénagas, franjas de pantano, lagunas, carrizales, y grupos de alisos. Abrir estas zonas parcial o completamente expande la posibilidad para nuevas rutas.

Infraestructura como conexión y barrera

Las líneas viejas de ferrocarriles, líneas de fortificación y diques de canales a menudo constituyen barreras incómodas para caminantes y ciclistas. Se pueden reciclar, sin embargo, para propósitos recreativos, y ofrecen una guía efectiva para viajes en el campo. Donde la ciudad tiene demasiado pocas opciones para crear conexiones seguras y atractivas a un área rural, el transporte público puede ofrecer una solución, ocupando las estaciones en la periferia de la ciudad como 'base de operaciones', y como alternativa a transportar la bicicleta en automóvil.

Líneas verdes: tierras antiguas dentro y cerca de la ciudad

Se pueden ocupar líneas verdes existentes en el campo alrededor de la ciudad como pasadero en las ciclorutas: viejas tierras agrícolas, parques y bosques. A veces, los planificadores urbanos reservaron estas áreas verdes antiguas para este propósito; a veces es necesario defenderlas de la expansión urbana. En todo caso, ofrecen una oportunidad ideal para diseñar rutas atractivas.

Planificar y practicar

El diseño urbano y la planificación espacial no existen solamente para la infraestructura mayor, sino también para redes a pequeña escala que sirvan a caminantes y ciclistas. Las zonas verdes no son nuevas. Los planificadores las diseñaron al principio y hasta la mitad del siglo 20. Más recientemente, surgen las ideas de combinar lo rojo y lo verde, donde las líneas de construcción urbana siguen hacia dentro de lo verde fuera de la ciudad. También existe el concepto del área recreativa como un amortiguador verde contra el avance del concreto, lo que la hace interesante para caminantes y ciclistas como pasaderos para llegar a la red de ciclorutas.



Teóricamente, las rutas regionales y nacionales se complementan. Es fácil que los y las ciclistas CN dejen la ruta principal. Donde las redes de intersección estén en su lugar, se supone que reemplazan las rutas locales señalizadas. Las direcciones para estas rutas están dadas por la señalética en las intersecciones.

4.5.3 Los requisitos adicionales de la red

La infraestructura para ciclistas recreativos es objeto de los mismos requisitos que se establecen para cualquier otro tipo de infraestructura ciclovial. Sin embargo, se aplican los requisitos principales de otra manera. Varios estudios investigaron cuales de los aspectos de calidad son más importantes para ciclistas en general, y particularmente el ciclismo recreativo. En 1997, Goossen et al. estudiaron los indicadores de calidad para distintos tipos de recreación en el país, incluyendo el ciclismo. Esto produjo un ranking (cuadro 12) [71].

Los estudios han demostrado que durante los viajes recreativos en bicicleta, las personas

Cuadro 12. Importancia relativa de los indicadores de calidad para el ciclismo en el campo

Indicador de calidad	Ranking (%)	Requisito principal relevante
tranquilidad	15,33	ser atractiva
uso de suelo	10,11	ser atractiva
accesibilidad	8,89	ser coherente
volúmenes de tráfico	7,95	ser atractiva, ser segura
mantención de la ciclista o camino	7,20	ser cómoda, ser segura
opciones de ciclismo	6,30	ser coherente
volúmenes de tráfico de bicicletas	5,53	ser cómoda
camino pintoresco	4,31	ser atractiva
lugares de descanso	4,29	ser cómoda
terraplenes	3,98	ser atractiva
ancho de la ciclista o camino	3,61	ser cómoda
señalética para turistas	3,43	ser cómoda
pavimento de la ciclista o camino	3,31	ser cómoda
lugares de interés	3,00	ser atractiva
intersecciones	2,81	ser coherente, ser segura
paisaje	2,70	ser atractiva
alcanzabilidad	2,59	ser coherente
seguridad	2,43	ser segura
ciclorutas marcadas	2,18	ser cómoda



valoran la tranquilidad por sobre todo, y la calidad del entorno juega también un papel muy importante. Traducidos estos conceptos al contexto de los principales requisitos, que la ruta sea atractiva y cómoda pasa a ser primordial, en combinación, por supuesto, con la seguridad. En este sentido las rutas recreativas se diferencian de las que se utilizan para propósitos utilitarios, donde los principales requisitos para la red son ser coherente y directa.

La tranquilidad como elemento esencial de ser atractiva rige en la medida que los y las ciclistas se alejen del área urbanizada, adentrándose en el campo. Cerca de los pueblos y villorrios, las rutas recreativas se pueden combinar efectivamente con las rutas utilitarias, incluso si solo están diseñadas para permitir que ciclistas

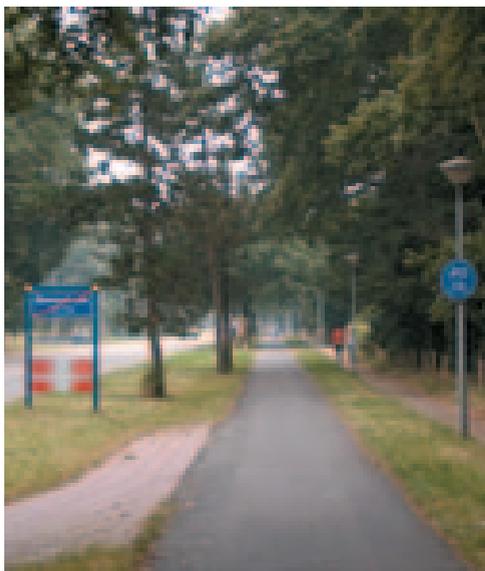
recreativos lleguen rápida y seguramente al campo. Entre paréntesis, no se debe entender a una vía para llegar a una piscina o complejo deportivo fuera del área urbanizada como algo para el ciclismo recreativo. ¡Las conexiones con importantes amenidades recreativas deben cumplir con el requisito de ser directo!

Ser atractiva

Para el ciclismo recreativo, la paz y tranquilidad son vitales, y por esto las redes recreativas aprovechan lo máximo los caminos que están cerrados al tráfico motorizado o que llevan solamente una cantidad limitada (no más de 1.000 vm/día).

Además, los ciclistas recreativos gozan de andar en caminos idílicos y silvestres, y por lo mismo se ocupa lo mínimo posible calles con

muchas marcas y letreros; fuera del área urbanizada, calles con velocidades de 60 km/h, diseñadas en armonía con el paisaje, son las más aptas para el uso recreativo de ciclistas, asimismo las huellas y los caminos cerrados al tráfico motorizado.



Ser cómoda

Un pavimento liso es un requisito importante, tal como ocurre para las conexiones del ciclismo utilitario. Puesto que las rutas recreativas no reciben tanto uso como las utilitarias, a veces el nivel de mantención es menor. Esto es inaceptable si impacta en la suavidad del pavimento.

A diferencia de los ciclistas utilitarios, los recreativos necesitan detenerse regularmente, puesto que viajan por distancias mayores, así que se debe incorporar una serie de lugares de descanso. Un lugar lógico para situar estas facilidades en la red es los puntos de opciones

o ramales. Pero también se necesitan lugares de descanso en otras partes. La regla general es ubicarlos cada 5 km. Recomendamos ubicarlos donde el entorno sea atractivo y tranquilo. Al diseñar una red, también es una buena idea que la ruta pase por algún restaurant o lugar similar de vez en cuando.

A menudo las personas piensan que las ciclovías recreativas pueden ser más angostas que las utilitarias. Pares de ciclistas recreativos gustan de andar juntos y a menudo familias enteras realizan viajes de esta naturaleza. Una política cicloamistosa debería prever una infraestructura que permite a los y las ciclistas recreativos viajar juntos, uno al lado del otro. Este requisito solo debe ignorarse donde el entorno lo requiera. Si la ruta pasa por un área de valor natural significativo, puede ser mejor mantener el ancho del pavimento a un mínimo, pero no menor a 1,00 metro.

Muchos ciclistas que realizan turismo en bicicleta improvisan. Pero la radio de acción aumenta mucho si hay suficientes letreros. Lugares de interés especial (parques, bosques, áreas recreativas, etcétera) pueden destacarse con una señalética adecuada, ofreciéndoles la ruta más directa al mismo tiempo. También es posible que esta señalización permita a los ciclistas descubrir rutas que de otra forma nunca habrían conocido.

Ser segura

En cuanto a la seguridad, para las pistas recreativas rigen los mismos requisitos que para otras ciclopistas (intersecciones y secciones viales). Un punto que merece una atención especial es el control de la velocidad en los lugares donde ciclistas entren en contacto con el tráfico motorizado.

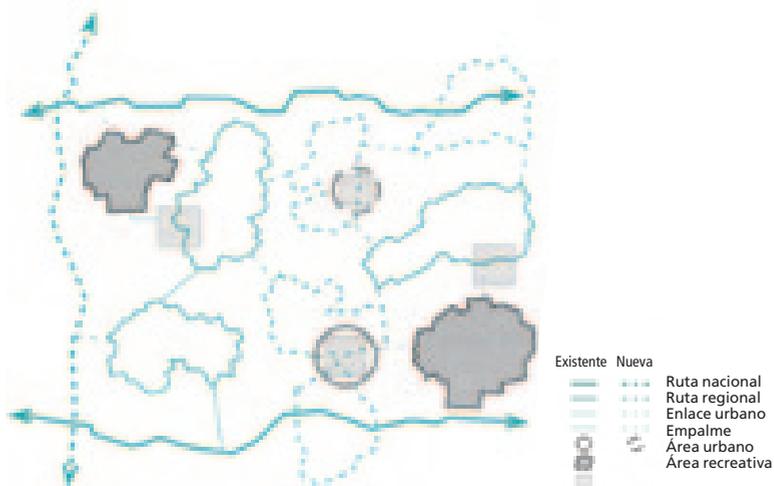


Gráfico 17. La estructura cohesiva de las redes recreativas

4.6 La integración de las redes

Una vez que se haya desarrollado una red utilitaria o recreativa, su coherencia con otras redes debe evaluarse, desde la perspectiva de la bicicleta y los otros modos de transporte. Se debe prestar una atención especial al efecto barrera en la red común o la red integrada transversalmente.

4.6.1 La integración transversal de redes cicloviales

Cuando se integren las redes transversalmente, lo primero que se debe examinar es la integración de la red utilitaria con la red recreativa. Hasta cierto punto, ciclistas tienen las mismas necesidades en cuanto a ambas redes y no sería eficiente no permitir a ambos grupos disfrutar de las rutas del otro grupo. Al mismo tiempo, es particularmente importante averiguar si las nuevas conexiones pueden reforzar la coherencia entre las dos redes. Esta crea una mayor libertad de elección para ciclistas. Un ejemplo de redes integradas transversalmente fue el escenario ‘*Stad en land verbonden*’ (ciudad y campo conectados), compilado por la provincia de Zuid-Holland (ver gráfico 17) [71]. En este proyecto, se utilizó un escenario

para integrar transversalmente las redes, en cuatro etapas:

- La premisa básica fue la ubicación actual de rutas y redes, buscando perfeccionarlas con algunas alteraciones y adiciones locales.
- Las redes de rutas nacionales y regionales se tratan como individuales que deben funcionar independientemente. Al mismo tiempo,





sin embargo, se hizo un esfuerzo por enlazar los empalmes o puntos de apoyo y desarrollar enlaces.

- Para cada red de rutas regionales, se hizo un gran esfuerzo por asegurar buenas conexiones con el área urbanizada en la forma de enlaces entre pueblos.
- Las redes para las distintas actividades (caminatas, ciclismo, canoa) se interconectan vía los ‘empalmes’.

4.6.2 Confrontación con otros modos de transporte

Una vez diseñadas y entrelazadas las rutas utilitarias y recreativas, se confrontan con las redes para los otros modos de transporte, y particularmente las redes de vías recolectoras y vías troncales para el tráfico motorizado y la red de transporte público, sea éste conectivo o no. Los criterios relevantes para evaluar este tipo de conflicto son:

- la función actual o planificada de la conexión ciclovial;

- el grado de solución que ofrece la amenidad propuesta para resolver un cuello de botella y por lo tanto ofrecer una mejora en la calidad de la red ciclovial;
- una evaluación de los criterios que no se cumplirán si no se construye la amenidad propuesta o si la calidad es insuficiente.

En la práctica, parece que se presta relativamente poca atención a la confrontación entre la red ciclovial y las redes para los otros modos de transporte. Ya que esta confrontación determina la calidad de la red ciclovial hasta cierto punto, sin embargo, no debe olvidarse. Las estadísticas demuestran que el promedio de accidentes es más alto en las municipalidades donde ciclistas deben cruzar las calles principales más a menudo. El gráfico 18 demuestra que en los pueblos y las ciudades con relativamente pocas intersecciones muy concurridas, menos ciclistas se accidentan, comparado con los pueblos y las ciudades con muchas intersecciones de mucho tráfico

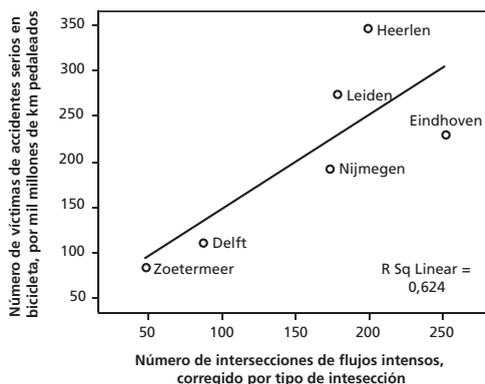


Gráfico 18. La razón entre los y las ciclistas víctimas y el número de intersecciones con mucho tráfico (dentro del área urbanizada)

[16]. Coordinar las redes para autos y bicicletas efectivamente es, por lo tanto, una herramienta importante para mejorar la seguridad.

Al nivel de la red, se puede optimizar las condiciones para la bicicleta si se construyen áreas residenciales a gran escala con pocas calles principales, preferentemente en la periferia, y con las ciclorutas atravesando todas las áreas residenciales, donde sea posible.

4.6.3 La eliminación de las barreras

Cuando se evalúa una red por su nivel de coherencia e integración, recomendamos examinar el efecto barrera. Aunque ya exploramos este fenómeno al examinar las opciones de densificación (sección 4.3.1), el problema de las barreras es lo suficientemente importante para ameritar una atención adicional. Existen buenas razones por las cuales la Estrategia Nacional de Transporte y Tráfico específica que en la construcción y la administración de la infraestructura primaria, el gobierno es co-responsable para mantener y mejorar las rutas de cruce para el tráfico en bicicleta.

El número de barreras físicas que enfrentan ciclistas utilitarios y recreativos ha disparado en años recientes. Las razones incluyen:

- la construcción de calles-anillos alrededor de las ciudades;
- la finalización de obras de infraestructura mayores;
- mejoras en las calles secundarias (reducción en el número de intersecciones);
- cierre de servicios de trasbordador;
- cierre de cruces a nivel (ferrocarril).

Fuera de las barreras físicas, existen barreras visuales y psicológicas. Los ejemplos incluyen parques de negocios y autopistas. En el caso

de este último, la barrera física es el terraplén; la barrera psicológica, sin embargo, es mucho mayor, y refleja toda la zona en la cual se experimenta en camino. Para las autopistas, puede ser por el ruido que se escucha a cientos de metros por ambos lados de la vía. Finalmente, los centros urbanos y paseos peatonales pueden también ser barreras para ciclistas. Para más información sobre esto, ver sección 5.7.

Al diseñar la red, es importante tomar en cuenta todas estas barreras. Al evaluar las redes, a menudo se ven a las barreras mayores (por ejemplo calles principales, líneas de ferrocarril, vías fluviales artificiales, ríos, etcétera) como un factor constante que no se puede cambiar, probablemente porque su eliminación requeriría de un esfuerzo mayor y posiblemente costaría mucho dinero. Sin embargo, sería prudente examinar estas suposiciones más de cerca. El tema de las barreras, entre paréntesis, es importante no solo para las





redes utilitarias. Si la importancia de la conexión así lo requiere, las rutas recreativas también son razón suficiente para sacar estas barreras, al construir túneles, por ejemplo. ¡Este tipo de solución no se reserva solamente para las amenidades utilitarias!

Medidas para eliminar las barreras

No siempre será posible eliminar las barreras, pero se puede aliviar el problema. Algunas opciones incluyen:

- Construir áreas residenciales a gran escala. Esto limita el número de calles principales y por lo tanto el número de barreras que se tendrá que cruzar.
- Construir buenas facilidades para cruzar (isla central de tráfico, rotonda), túneles y pasos sobre nivel. Barreras en línea (calles, canales, líneas de ferrocarril, etcétera) pueden evitarse con la construcción de puentes o túneles. El capítulo 6 ve este tema en mayor detalle.
- Combinar las facilidades para ciclistas y peatones con las estructuras de ingeniería para trenes, automóviles o el transporte al interior del país. Algunos ejemplos incluyen agregar puentes ciclísticos a los de los trenes, ampliar las puertas de las esclusas para incorporar una ciclopista y la construcción de nuevas cicloconexiones debajo de puentes para tráfico motorizado.
- Abrir huellas y caminos paralelos existentes o planificados a lo largo de vías fluviales y de ferrocarriles para reducir la velocidad del tráfico. Aunque las amenidades en paralelo no cruzan la barrera en cuestión, esta medida puede reducir la distancia del desvío.
- Uso compartido de conexiones ecológicas tales como eco-puentes y túneles para fauna. La defragmentación de áreas naturales ofrece oportunidades para el tráfico en bicicleta. Puede ser posible que ciclistas ocupen eco-puentes y pasillos para la fauna.
- Cruces a nivel que están programados para cerrar, solo deben cerrarse para el tráfico motorizado, para ser convertidos al uso exclusivo de ciclistas, peatones y jinetes. Se puede hacer lo mismo para puentes.
- Construir a pequeña escala vías para acortar camino y conexiones para ciclistas y peatones.
- Introducir transbordadores a cadena que son sencillos de operar para el usuario.



Las secciones

5 Las secciones



Las conexiones especializadas para la bicicleta consisten en las secciones viales y las intersecciones. Ya que los temas asociados a los caminos o calles son distintos a los de las intersecciones, dedicamos un capítulo a cada uno. La conexión entre las secciones viales y las intersecciones se examinan en detalle en el capítulo 6, Intersecciones.

Este capítulo parte con las decisiones que forman parte del diseño de las secciones. Se centran en la necesidad de lograr un equilibrio entre la función, la forma y el uso (sección 5.1). Luego, examinamos los requisitos generales aplicables a las secciones viales (sección 5.2). Las secciones 5.3 - 5.7 cubren el tema de una ciclovía apartada y las combinaciones bicicleta/automóvil, bicicleta/transporte público, bicicleta/ciclomotor¹⁾ y bicicleta/peatón. Finalmente, la sección 5.8 examina brevemente la combinación de la bicicleta con varios ‘grupos especiales’ de usuarios viales, como las personas que andan en patines o en caballo.

F 8, 12 Comenzando con este capítulo, algunos capítulos concluyen con varias hojas de facilidades, o fichas técnicas. El texto asociado a las diferentes fichas, por lo tanto, lleva este símbolo para facilitar su ubicación.

5.1 La función, la forma y el uso

Cuando los diseñadores piensan en términos de las facilidades para los y las ciclistas en las secciones viales, comienzan con las funciones. Para cada sección vial, la política debiese definir su función en relación a la bicicleta y los otros tipos de tráfico. La combinación de las funciones resulta en la forma básica que corresponde, y con esta información se puede determinar el diseño apropiado. Tres factores juegan un papel en este proceso:

- los volúmenes del ciclotráfico;
- la velocidad del tráfico motorizado;
- los volúmenes del tráfico motorizado.

1) NdeT: Bicicleta provista de un motor de pequeña cilindrada y que no puede alcanzar mucha velocidad. Diccionario de la Real Academia Española.

Los enlaces entre las secciones y las intersecciones pueden cambiar sustancialmente, según las condiciones imperantes en una conexión (como, por ejemplo, los volúmenes, el espacio disponible, et cetera). Esto en sí no constituye ningún problema, siempre cuando cada sección vial responda a los requisitos establecidos para él. También es esencial que se garantice que las ciclorutas principales y otras sean continuas y fácilmente reconocidas (ver el capítulo 4 Ciclotrutas y redes).

5.2 Los requisitos para una sección vial

Una función elemental de una sección es conectar. Otras funciones incluyen la de dar acceso a los sitios adyacentes y permitir las actividades de los residentes. Si relacionamos la calidad de la función conectiva con los requisitos principales para una infraestructura cicloamistosa, tres de ellos – ser directa, segura y cómoda – surgen como factores de gran importancia al nivel de la sección, particularmente donde la calidad de vida residencial también es prioritaria. Por esto, el requisito de ser atractivo también juega un papel.

5.2.1 Ser directa

Para las secciones que componen las ciclorutas, distinguimos entre ser directa en términos de distancia y de tiempo.

Ser directa en términos de distancia

Una sección vial que conecta un punto A con otro B debería formar una conexión lo más directa posible para los ciclistas (idealmente una línea recta). No se puede desviar la ruta para evitar cada obstáculo (como una bomba de bencina, por ejemplo). Aunque no es muy

productivo hablar del largo de un desvío al nivel de la sección, mientras más importante la función de conectividad de la sección vial, más problemáticas son las curvas en el camino. Un tema relevante en este sentido son las calles que son extremadamente difíciles de cruzar para ciclistas (una vía troncal o una vía recolectora con los dos cauces separados por una mediana, por ejemplo). Las restricciones para cruzar pueden limitar mucho las posibilidades de que una sección sea directa. Permitir el tráfico bidireccional en las ciclistas ubi-



casas en este tipo de camino puede ofrecer una solución. De hecho, los holandeses aplican una regla general de ‘2x2 para automóviles significa 2x2 para ciclistas’ (o sea, donde hay dos pistas en cada dirección para los autos, se aplica la misma regla para los ciclistas).

Ser directa en términos del tiempo

Aparte de ser directa en términos de la distancia, la sección también debe ser directa en términos del tiempo. En este nivel, un diseño toma en cuenta la función de la sección para el ciclotráfico y la velocidad de diseño asociada.

Uno de los resultados es que la sección responde bien a los requisitos en cuanto a su ancho, la vista de la calle y la velocidad de los flujos de tráfico en general. La velocidad de los flujos, por su parte, establece ciertos requisitos propios, particularmente para los radios aplicables a las curvas. El ancho de la sección importa, porque si la sección vial es demasiado angosta, los ciclistas tendrán que andar más lentamente que lo deseable. El Balance de la Bicicleta, preparado por la Federación de Ciclistas de Holanda (ver capítulo 9), muestra que los valores para ‘andar a una velocidad indeseablemente baja’ en rutas urbanas dejan mucho por desear: un 95% de los ciclistas reconocen que deben andar más lentamente de lo deseable un 8% del tiempo que andan en bicicleta, mientras que un 5% experimenta este problema más de un 20% del tiempo. Esto es, por lo tanto, razón suficiente para prestarle mayor atención a este aspecto. Una forma



efectiva de minimizar los atrasos es generar oportunidades para seguir avanzando en las intersecciones, un tema que se explora en mayor detalle en el capítulo 6.

5.2.2 Ser segura

Existen los siguientes requisitos en cuanto a la seguridad, en las secciones viales.

Evitar conflictos con el tráfico en el sentido contrario

Normalmente, el resultado de un conflicto con el tráfico del sentido contrario (colisiones frontales) es sumamente grave. Por lo tanto, al diseñar una sección bidireccional, es imprescindible examinar muy de cerca el ancho, la visibilidad de la calle, los sistemas de guía, y la posibilidad de separación de cauces. Si la visibilidad de la calle se encuentra restringida en algunos puntos de la sección, el diseñador tendrá que comunicarles esto a los usuarios a través de su diseño. Cuando sea necesario, se tendrá que ocupar más señalética, y recomendar un límite de velocidad.

Evitar conflictos con el tráfico que cruza

Normalmente, no hay tráfico que cruce las secciones, ya que los vehículos emplean las intersecciones para este propósito. Sin embargo, surgen conflictos en las entradas y algunos empalmes. Para optimizar la seguridad en estos casos, los requisitos se refieren a la visibilidad de la calle, la comprensibilidad, y la velocidad.



Separar los diferentes tipos de vehículo

En situaciones donde la velocidad varía sustancialmente, puede ser preferible que los ciclistas y los vehículos motorizados no usen el mismo espacio vial, requiriendo por lo tanto una separación. Si no es posible o aconsejable separar el tráfico en el perfil transversal de la sección, se tendrá que minimizar las diferencias en las velocidades. Al revés, separar los diferentes tipos de vehículos puede resultar en un aumento de velocidad, que por su parte puede tener efectos no deseables, particularmente al acercarse a las intersecciones.

También se puede separar los diferentes tipos de tráfico cuando haya una diferencia importante en la masa vehicular. Si las diferencias en las velocidades entre los diferentes tipos de tráfico no son muy importantes, no es esencial separar el tráfico por razones de seguridad. Sin embargo, si la separación de ciclistas de los tipos de tráfico (buses o vehículos agrícolas, por ejemplo) puede brindarles mayor comodidad o aumentar la sensación de seguridad, esta medida de todas maneras puede formar parte integral de una política cicloamistosa.

Reducir la velocidad en puntos de conflicto

En lugares donde pueden surgir conflictos graves, se ajusta la velocidad del tráfico motorizado a la de los ciclistas, para minimizar las

diferencias. Esto reduce el riesgo de un accidente y reduce su gravedad, en el caso de ocurrir algo.

Evitar obligar a los ciclistas a salir de la calzada

No se debe obligar a los ciclistas a salir de la calzada. Este principio establece requisitos en cuanto a la superficie de la calle, la vista que se tiene de ella, las radios de las curvas, y la visibilidad. La superficie de la calle debe ser lo suficientemente lisa para evitar maniobras evasivas repentinas, cambios de trayectoria inesperados, y otras situaciones similares. Si se requiere una maniobra evasiva, sin embargo, el ancho del pavimento o la berma debe permitirles suficiente espacio a los ciclistas para realizarla. El cauce horizontal y vertical debe fluir de tal manera que asegure que los ciclistas tengan una vista de la calle suficiente para la función, y por lo tanto, la velocidad de diseño, de la sección. La radio de las curvas también debe ser coherente con la velocidad de diseño.

Para asegurar que los ciclistas no sean obligados a salir de la cicloavía o la calzada, se establecen los requisitos para la visibilidad de la superficie de la calle, y los bordes y la vereda en particular, especialmente a la hora de la puesta del sol y de noche.

Trabajar con categorías de calles reconocibles

En un sistema de tráfico que aspira a lograr un nivel de seguridad sustentable¹⁾, es muy importante que sus componentes sean fácilmente *reconocidos* y que los acontecimientos sean altamente *predecibles*. Mientras mayor la categoría de la vía o la velocidad del tráfico, más importantes son estos requisitos – y pasa lo mismo con el requisito de la uniformidad. Después de todo, mientras mayor la velocidad, menor el tiempo de reacción de los usuarios, y mayor el riesgo de errores. Al nivel de la sección, ser reconocible se refiere principalmente al diseño de la infraestructura para la bicicleta. Debe ser fácil para los usuarios reconocer cada facilidad específica y el uso apropiado para ella.



Crear condiciones de tráfico claras – sin ambigüedad

Eliminar la ambigüedad en las condiciones de tráfico permite a los usuarios entender claramente como deben responder a cada circunstancia, mejorando así la seguridad. Esta

claridad es más relevante en términos de la aplicación de las reglas, los letreros y otra señalética, y los principios de diseño, que en el mismo diseño. Después de todo, generalmente las condiciones locales son únicas, lo que significa que es prácticamente imposible ocupar los mismos diseños, aunque los principios subyacentes y las facilidades generales pueden ser similares. Por lo tanto, es importante ocupar diseños similares para situaciones similares.

5.2.3 Ser cómoda

En cuanto a la comodidad, se establecen los siguientes requisitos para las secciones viales:

No perder tiempo

Según la función que la sección cumple dentro de la red de ciclorutas, se establecen los requisitos en cuanto a la velocidad de diseño. Un buen diseño asegura que, en condiciones normales, los ciclistas no estén obligados a avanzar a velocidades menores a la velocidad de diseño. Esto también establece los requisitos para las radios de las curvas y el ancho de la infraestructura. Una facilidad o pista para la bicicleta debe ser lo suficientemente ancho para prevenir o por lo menos minimizar los atrasos.

Evitar las curvas

En las secciones viales que forman parte de una cicloruta o una cicloruta principal, se debe evitar lo máximo la presencia excesiva de curvas. Debe ser posible para los ciclistas avanzar sin tener que doblar, echarse a un lado u otro, o tener que doblar en 90 grados. Al mismo tiempo, tampoco son ideales las secciones

1) NdeT: En Holanda se desarrolló este tema para significar que se ha organizado el sistema vial de una forma inherentemente (o sostenidamente) seguro. Esto quiere decir que incluso si los usuarios cometen un error (cosa inevitable, puesto que errar es humano), estos errores no serán fatales. Algunos diseñadores hablan de un sistema vial que 'perdona'. En términos prácticos, esto quiere decir que las colisiones a altas velocidades son poco probables, que se separa bien el tráfico rápido del lento, que se puede predecir el comportamiento de los usuarios viales, et cetera. En Suecia, esta estrategia lleva el nombre 'Visión cero', o sea, la visión que inspira el sistema vial es que se diseñe de tal manera que nos accidentes fatales no ocurran.

rectas en extremo. La inclusión de suaves curvas ocasionales puede mejorar la percepción de la ruta.

Asegurar una superficie lisa

El pavimento de la calle debe cumplir con los requisitos establecidos para su suavidad. Aparte del mismo pavimento, las transiciones entre un tipo de pavimento y otro deben recibir una atención especial.

Minimizar la molestia de los pendientes

No se debe exceder el pendiente máximo. También se deben limitar el número de pendientes por unidad de largo; si se ubican varios pendientes muy cercanos el uno del otro, se hace incómodo viajar en bicicleta (aun cuando cumplen con los requisitos para los pendientes en general).

Minimizar las molestias por tráfico

Cuando se diseña una cicloruta, se hace un esfuerzo grande por minimizar las molestias generadas por el tráfico motorizado. Esta premisa básica es particularmente importante para las secciones viales donde se combina el ciclotráfico y automóviles. Donde hay más tráfico motorizado, se prefiere una vía segregada para los ciclistas, para reducir las molestias producto del ruido y las emisiones de los vehículos.

Minimizar las molestias por el clima

Hasta cierto punto, se pueden proteger a los ciclistas de los efectos del viento y de la lluvia, al ocupar la vegetación, los edificios y otras estructuras en las cercanías.

5.2.4 Ser atractiva

El requisito principal de que una cicloruta sea atractiva tiene que ver con como los ciclistas



perciben su medio, así que por definición es algo muy personal. Al mismo tiempo, la calidad del medio ambiente determina la percepción de una vía específica, mucho más que la sección en sí. Es probablemente que los ciclistas tendrán una percepción muy negativa de una ruta ideal (con restricciones para el tráfico motorizado, un ancho suficiente, un buen asfalto, la preferencia), por ejemplo, si pasa por un sector de mala reputación. En este sentido, los diseñadores tienen poca influencia al nivel de la sección. Pueden, sin embargo, asegurar que los ciclistas disfruten de su viaje sin molestias de parte del tráfico motorizado. Una vía es más atractiva en este caso, y por lo tanto es mejor no mezclar las bicicletas con altos volúmenes de vehículos motorizados. Aún si las diferencias de velocidad son mínimas, sin embargo, puede resultar mejor separar a las bicicletas del tráfico motorizado, para cumplir con el requisito principal de ser atractiva.

Cuadro 13. Resumen de los principales requisitos para las secciones viales

Requisito principal	Aspectos importantes	Explicación
Ser directa	<ul style="list-style-type: none"> Ser directa en términos de la distancia Ser directa en términos del tiempo 	<p>Evitar curvas y zigzaguo innecesario de las secciones.</p> <p>Tiene que ver con la velocidad promedio y la posibilidad de andar sin detenerse. Los indicadores son la velocidad promedio en la sección y los atrasos (obligación de andar más lento), lo que no debe exceder un 15%. Para las secciones viales en ciclorutas y ciclorutas principales, la velocidad de diseño es de 30 km/h, mientras para la red básica, es de 20 km/h.</p>
Ser segura	Riesgo de accidentes	<p>Se reduce el riesgo de accidentes al minimizar el número de encuentros con el tráfico motorizado en cada sección (en direcciones longitudinales y laterales).</p> <p>En el caso de diferencias mayores en la velocidad, se separan los diferentes tipos de tráfico, o simplemente se reduce la velocidad.</p> <p>En el caso de diferencias mayores en las direcciones, se reducen las diferencias de velocidad.</p> <p>Se cumplen cabalmente con los requisitos de poder ver y ser visto.</p> <p>Se aplican los principios de diseño con claridad y de manera apropiada para la función de la sección. Las secciones ofrecen suficiente visibilidad de día y de noche.</p> <p>Las secciones cumplen con los requisitos en cuanto a su rugosidad, construcción, fundaciones, etc. para que sean óptimos para andar en bicicleta.</p>
Ser cómoda	<ul style="list-style-type: none"> Evitar atrasos Fluidez Minimización de pendientes Molestias por pendientes Molestias por el tráfico Molestias por el clima 	<p>En condiciones normales, los ciclistas andan en la sección a la velocidad de diseño.</p> <p>Las secciones cuentan con un ancho suficiente.</p> <p>Los radios de las curvas responden a la velocidad de diseño apropiada.</p> <p>Se evitan las curvas y zigzaguos extremos.</p> <p>Las secciones son lisas.</p> <p>No se exceden los pendientes máximos.</p> <p>Los ciclistas no son objetos de molestias por el resto del tráfico. En situaciones de mucho tránsito, con altas emisiones y ruido, se busca una ruta separada para los ciclistas.</p> <p>Molestias por brisa y lluvia están reducidas.</p>

Cuadro 13. Resumen de los principales requisitos para las secciones viales

Requisito principal	Aspectos importantes	Explicación
Ser atractiva	Seguridad social	Las secciones cumplen con los requisitos de la seguridad social (contra la delincuencia): con buena iluminación, visibilidad en todo el sector, alrededores visibles, y buena mantención de los espacios públicos (ver sección 7.5).
	Molestias por el tráfico	Para que la ruta sea atractiva, se puede recomendar la separación de ciclistas de altos volúmenes de tráfico motorizado, incluso cuando las velocidades son parecidas.

F 1, 2, 3, 4 5.3 Ciclovía apartada, ciclovía y pista combinada para bicicletas y ciclomotores

Las ciclovías apartadas siguen su propia ruta, y por lo tanto sirven solo a los ciclistas (ciclovía) o, en algunos casos, ciclistas y usuarios de ciclomotor (pista bici-ciclomotor). Típicamente, estas involucran conexiones que pasan por parques, una vía más corta entre dos distritos, o una conexión rural. A veces se confunden a las ciclovías apartadas con ciclovías segregadas. Una diferencia importante es que este último está relacionado con una vía adyacente, mientras las ciclovías apartadas no lo son. En términos legales, una ciclovía no forma parte de una vía, si está a más de 10 metros de distancia.

Teóricamente, las ciclovías apartadas y otras facilidades asociadas son para tráfico bidireccional. Esta característica establece los requisitos en cuanto a lo ancho: de un mínimo de 1,5 m, en el caso de muy bajos volúmenes de tráfico, y su uso exclusivamente por ciclistas no motorizados; mínimo 2,0 m, si los ciclomotores ocuparán la pista también. Se debe

marcar claramente el centro de la vía, para que los usuarios estén atentos al tráfico bidireccional.

Uso compartido con peatones

Si no hay pavimento, probablemente los peatones también usarán luna ciclovía. Esto ocurre a menudo cuando las ciclovías apartadas pasen por parques o en los alrededores de zonas más urbanas. Cuando hay mucho tráfico, este uso compartido puede producir cierta irritación. Por razones de comodidad, por lo tanto, aconsejamos separar a los ciclistas de los peatones en estas situaciones.

La iluminación que se requiere

Un tema de importancia especial en las ciclovías apartadas es la seguridad social. Ya que a menudo siguen su propia ruta, típicamente alejada de la esfera de influencia de edificios, los usuarios se pueden sentir más expuesta al riesgo de algún tipo de ataque (delincuencia). Esta situación puede mitigarse con una mejor iluminación. De hecho, dentro de la zona urbana es importante iluminar las ciclovías, y particularmente las apartadas, que forman parte de una red ciclovial principal o de otro tipo.



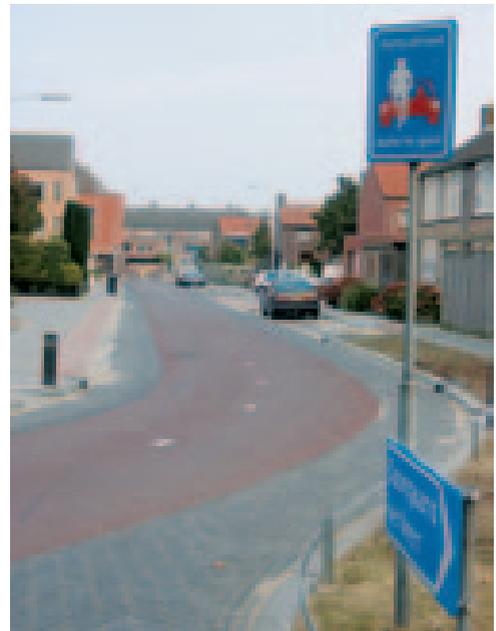
F 5 *Uso ilegal por otro tipo de tráfico*
 Las ciclovías apartadas pueden atraer otros usuarios que no sean ciclistas (y posiblemente peatones y ciclomotores). Se debe prevenir el uso ilegal, sin embargo. Hay muchas formas de lograr esto, siendo el bolardo (con bisagra u otra forma) entre las más usadas. Para los ciclistas, sin embargo, los bolardos constituyen una fuente de riesgo, y también restringen el movimiento, así que los recomendamos solo cuando no sea posible otra medida.

El principio general
 El principio general es que las secciones viales que cumplan un papel de distribución del tráfico motorizado (vías recolectoras) requieren de facilidades para las bicicletas y que las secciones viales diseñadas exclusivamente para cumplir con una función de acceso a sectores residenciales (calles de servicio, calles locales) normalmente no requieran tales facilidades, debido a la baja velocidad del tráfico

5.4 Las bicicletas y el tráfico motorizado

5.4.1 Dentro de zonas urbanas

Si los ciclistas y el tráfico motorizado ambos ocupan una sección, determinar el diseño óptimo es vital, por supuesto. La función de la sección para ciclistas y el tráfico motorizado es de importancia primordial. Si, para el tráfico motorizado, esta es una vía recolectora, los requisitos de diseño vial son distintos a los que regirían si fuese una calle de servicio. El mismo principio debe aplicarse en el caso de la función de la vía en cuanto al ciclotráfico. Una sección que forma parte de la cicloruta principal se rige por requisitos diferentes a la que forme parte de la red básica.



motorizado. En ese segundo caso, se pueden combinar a los ciclistas con el tráfico motorizado. Sin embargo, se puede interpretar el principio general de maneras diversas. Una sección que forme parte de una cicloruta principal debería ofrecer una calidad y comodidad mayor a una sección que se ocupe sólo ocasionalmente. Además, un perfil ancho ofrece distintas opciones de diseño a un perfil angosto. O sea, a veces hay varias soluciones alternativas para una situación específica, y por esto los diseñadores siempre deben definir la mejor solución para el ciclotráfico en el contexto de las condiciones reales.

Para cada sección, los diseñadores deben preguntarse qué tipo de infraestructura se requiere para garantizar a los ciclistas condiciones seguras y amenas. El cuadro 14 ofrece un esquema de opciones para la cicloinfraestructura de secciones dentro de zonas urbanas.

Ofrece una pauta inicial para tomar decisiones sobre cada sección y se basa en tres premisas básicas:

- 1 Qué la situación preferible para ciclistas es clave.
- 2 Qué para una infraestructura cicloamistosa, la situación integral del tráfico es importante, y no solo la infraestructura específica para ciclistas: por esto, el esquema cubre todo el sistema.
- 3 Qué a menudo existe más de una solución posible y el límite entre ellas no siempre es fija.

Por esto, algunos valores se sobrepone en el cuadro.

Según el esquema, se puede escoger las categorías funcionales de las vías y factores de ingeniería de tránsito (velocidad, volúmenes) como punto de partida. Aunque se puede





Cuadro 14. Esquema de opciones para secciones viales en zonas urbanas

Categoría de la vía	Velocidad máxima del tráfico motorizado (km/h)	Volumen del tráfico motorizado (vm/día)	Categoría de la red ciclovial		
			red básica ($I_{\text{bicicleta}} > 750/\text{día}$)	cicloruta ($I_{\text{bicicleta}} 500-2.500/\text{día}$)	cicloruta principal ($I_{\text{bicicleta}} > 2.000/\text{día}$)
	n/a	0	ciclovía apartada		
Calle de servicio	velocidad peatón o 30 km/h	1 - 2.500	tráfico mixto		ciclocalle (con preferencia)
		2.000 - 5.000			ciclovía o ciclo-banda (con preferencia)
		> 4.000	ciclobanda o ciclovía		
Vía recolectora	50 km/h	2 x 1 pistas	irrelevante	ciclovía o calle paralela	
		2 x 2 pistas			
	70 km/h		ciclovía, ciclomotor/ciclobanda o calle paralela		

Vm= vehículos motorizados; 2 x 1, dos pistas unidireccionales, uno en cada lado de la calle; 2 x 2, una vía bidireccionales en cada lado de la calle.

tomar por dada la relación entre estos dos aspectos, la práctica ha mostrado que hay algunas excepciones a esta regla general. La velocidad es un factor particularmente desconfiado, puesto que a menudo los conductores exceden los límites [25]. Por esto mismo, la autoridad vial debe asegurar que la velocidad supuesta realmente corresponde al máximo, o debe diseñar pensando en la velocidad real, no obstante la función de la calle. En todo caso, es importante que los diseñadores se concentren en la situación real o esperada, y no solo la categoría funcional.

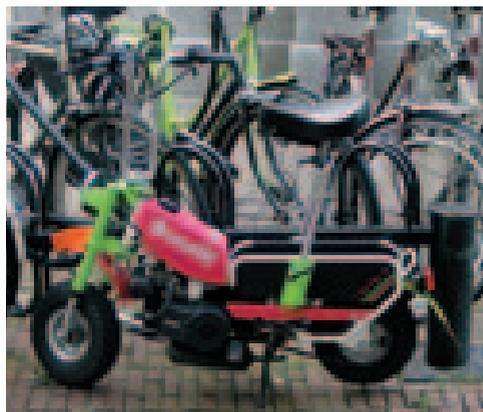
Premisa básica 1: la situación óptima para ciclistas

El esquema de opciones para las secciones viales en zonas urbanas señala las situaciones óptimas para ciclistas. En la práctica, esto significa que serán tan seguras y cómodas como sea posible. Las recomendaciones del esquema no siempre serán factibles, a pesar de que ofrece soluciones varias. Por lo tanto, el diseñador puede desarrollar un plan que es menos favorable desde la perspectiva de los ciclistas. En este caso, el diseñador puede buscar una solución en otra celda del esquema. Después de todo, teóricamente se pueden ajustar tres variables del esquema: los volúmenes de bicicletas, los volúmenes de automóviles, y la velocidad de los automóviles. Si se cambia uno de estos factores, el diseñador puede ‘terminar en una celda’ donde se logre una infraestructura cicloamistosa.

Premisa básica 2: la situación integral del tráfico es relevante

La política relacionada con el uso de bicicletas y triciclos no es sinónima de construir una infraestructura específica para la bicicleta. El hecho de que las condiciones viales sean segu-

ras y amenas para ciclistas depende no solo de la presencia y la calidad de las facilidades especializadas, sino de las condiciones de tráfico imperantes. Y los diseñadores no pueden siempre recurrir a los principios generales. Sería demasiado simplista sugerir que una baja velocidad del tráfico motorizado siempre permitirá combinar a las bicicletas y los automóviles. Puede que esto resulta factible en términos de la seguridad, pero en términos de la comodidad de ciclistas, se puede requerir algo más. Por esto, en el esquema de opciones hemos subdividido e individualizado algunos de los aspectos de los principios generales para separar o combinar el tráfico.



Premisa básica 3: hay más soluciones y algunas se pueden combinar

La ingeniería de tránsito no es una ciencia exacta en el sentido de que siempre corresponde una sola solución para cada problema. A menudo existen varias buenas soluciones para la situación bajo análisis, y por esto los límites en algunas partes del esquema no están fijos. Puesto que las categorías de volúmenes categorías se superponen, existen distintas soluciones para ellas. El esquema es solo una



herramienta, que el diseñador puede utilizar para lograr una solución precisa para una situación específica.

La categorización vial y los factores de influencia

El esquema de opciones aplica dos tipos de criterio para distinguir entre las diferentes situaciones de tráfico. Primero, hay factores de influencia que, sabemos, impactan significativamente en la seguridad o lo cicloamistoso de una situación de tráfico: la velocidad y el volumen del tráfico motorizado. Segundo, hay categorizaciones funcionales. El esquema se basa en dos categorías, calles de servicio y vías recolectoras de automóviles, y la red básica, las ciclorutas, y la o las cicloruta(s) principal(es) para las bicicletas.

También se aplica en el esquema el principio básico de separar los diferentes tipos de tráfico en el caso de diferencias mayores en su velocidad y masa (vías recolectoras) y de mezclar el tráfico cuando las diferencias de velocidad son menores (calles de servicio). Además, se subdivide esta distinción, y se especifica, puesto que hemos concluido que en Holanda, como otros países, aún hay muchas formas de calle que no son ni lo uno ni lo otro (las llamadas ‘vías grises’). Estas vías tienen las propiedades de una vía recolectora en cuanto a su función dentro de la red y su uso por el tráfico motorizado, pero también las de una calle de

servicio, por los edificios y otros servicios adyacentes. Para este tipo de calle, aconsejamos ocupar algún tipo de separación que beneficie a los ciclistas.

Proponemos una infraestructura separada para las ciclorutas principales. Tales rutas, donde existen altas concentraciones de bicicletas, merecen un tratamiento especial. Introdujimos la ‘ciclocalle’ en varias ciclorutas principales en Holanda. Las ciclorutas principales, incluyendo las ciclocalles, cuentan con la preferencia en las intersecciones con calles locales para mantener los flujos y la comodidad en las ciclorutas principales. Las ciclorutas principales también deberían contar con la preferencia en las intersecciones con vías recolectoras, pero no siempre es posible.

F 6, 7, 8, 9 Tráfico mixto

Típicamente, una calle de servicio o local, normalmente una tranquila calle residencial, tiene un límite de velocidad de 30 km/h. En el caso de un uso normal de la bicicleta, los volúmenes del tráfico motorizado de hasta unos 5.000 vm/día y particularmente según el patrón de velocidad apropiado para la función de la vía, no se requiere una infraestructura especial para la bicicleta. Si los volúmenes del tráfico motorizado y de bicicletas son bajos, un perfil angosto es la punta de partida. Esto aporta a la intención de establecer una velocidad baja, pero la mera definición no es suficiente: es probable que un perfil angosto también requiere otras medidas para reducir la velocidad.

Un perfil angosto obliga al conductor que- darse detrás de un ciclista en el caso de que viene tráfico desde la dirección contraria (ver también el recuadro, ‘Dimensiones de seg-

mentos y su uso indicativo, sección 5.4.2). Esto sigue factible hasta volúmenes relativamente altos. El cuadro 15 presenta el número de encuentros en una sección mientras el conductor la recorre (a la hora máxima de tráfico) y por lo tanto las posibilidades de aplicar un perfil angosto. Los números del cuadro reflejan el número total de encuentros, para los conductores viajando en cualquier de las dos direcciones durante el recorrido de la sección, a una velocidad de 30 km/h.

Ejemplo para ilustrar el cuadro 15

- En una sección que mide un kilómetro de largo, un vehículo maneja durante 2 minutos (la velocidad es de 30 km/h).
- Si suponemos un volumen de 1.500 vm/día, por ejemplo, pasan por esta sección unos 150 vehículos por hora durante la hora de mayor afluencia (según la regla general), o sea, 100 vehículos en una dirección y 50 vehículos en la otra.
- En estos dos minutos, ocurren en promedio 11 encuentros en esta sección.
- Según las condiciones locales (volumen de ciclistas, condiciones de estacionamiento), se puede escoger el perfil apropiado.

Cuadro 15. Promedio de encuentros entre vehículos motorizados (vehículos motorizados/día)

Largo de la sección (m)	Volumen (vm/día)				
	I = 500	I = 1.500	I = 2.500	I = 3.500	I = 5.000
100	0	0	0	1	1
250	0	1	2	4	8
500	0	3	8	15	31
750	1	6	17	34	69
1.000	1	11	31	61	123

El número promedio de encuentros entre vehículos motorizados en una sección de un largo dado durante el tiempo que toma el recorrido durante el horario máximo ($= 0,1 * \text{volumen diario}$). La velocidad de los vehículos motorizado es de 30 km/h y los volúmenes de la dirección 1 duplican los de la dirección 2.



El cuadro no responde concretamente a la pregunta acerca de qué situación requiere un perfil angosto o ancho. Esto está sujeto a múltiples factores, fuera de los volúmenes del tráfico motorizado, tales como los volúmenes de ciclotráfico y la presencia de vehículos estacionados. Si los volúmenes de ciclotráfico se incorporan al proceso de toma de decisiones, el gráfico 19 sugiere el área de aplicación de los perfiles angostos y anchos. Ya que no se

puede dibujar un límite tajante entre las diferentes soluciones, el gráfico también muestra una zona de transición, dentro de la cual los diseñadores deben preguntarse cuál perfil se adecua mejor. Si escogen un perfil ancho, deben recordar que esto inducirá a los conductores a manejar a velocidades mayores. Por lo tanto, en los perfiles anchos serán más necesarias medidas de reducción de velocidad, para asegurar la seguridad y la comodidad de los ciclistas, que en los perfiles angostos.

F 10, 11 *Vehículos estacionados*
 En el caso del tráfico mixto, particularmente en zonas urbanas, las condiciones de estacionamiento requieren una atención especial. Los vehículos estacionados no solo pueden limitar a los ciclistas, sino también constituyen una fuente de riesgo por la apertura de las puertas y las maniobras de evasión que puedan gatillar. Un auto estacionado en una pista de vez en cuando no es problemá-



tico, pero si más de un 20% del largo de la vía se utiliza para estacionar, recomendamos construir una banda de estacionamiento paralelo o de otra disposición de los automóviles.

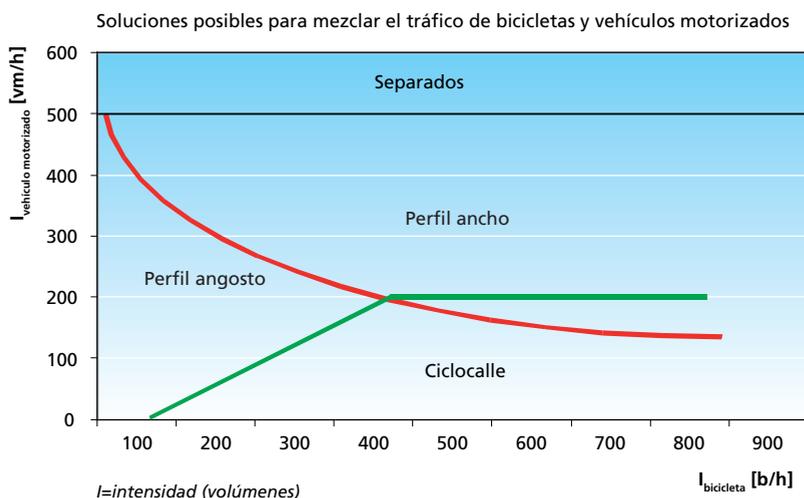
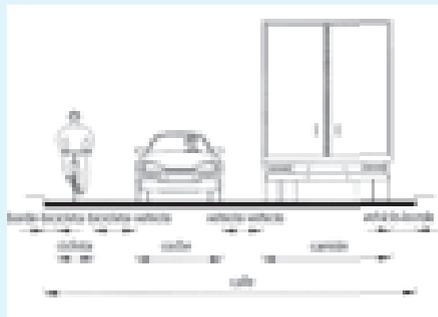


Gráfico 19. Posibles soluciones (indicativas) para seleccionar un perfil mixto bicicleta-tráfico motorizado

Dimensiones de segmentos y uso indicativo

Para crear un perfil, los diseñadores pueden utilizar dimensiones de segmentos y uso indicativo. Uso indicativo se refiere a la combinación indicada de, por ejemplo, un coche y dos ciclistas, en una sección.

Las dimensiones de segmentos, mientras tanto, son las que un usuario específico requiere dentro del perfil transversal de la sección. Se muestran las dimensiones de segmentos relevantes para una calle de servicio a continuación.



El valor de la dimensión borde/ciclista para el segmento se refiere a la distancia que se debe mantener entre un ciclista y la solera. Si existen coches estacionados por el lado derecho de la cicloruta, este valor debe doblarse, aproximadamente. Casi todo el tráfico moto-

rizado sobrepasará al ciclotráfico cuando el valor dimensional del segmento ciclista/vehículo mide 0,85 m o más, y este se combina con un ancho adicional del vehículo. Si la distancia ciclista/vehículo es menor, los conductores vacilarán: algunos sobrepasarán mientras

otros se quedarán detrás de los ciclistas. Este perfil, por lo tanto, es crítico, y produce una situación indeseable, de alto riesgo. El ancho remanente al lado del ciclista, por lo tanto, debe restringirse de alguna manera para que todo conductor tenga claro que debe quedarse detrás de los ciclistas. Las dimensiones del segmento ciclista/vehículo en movimiento es mayor que el segmento del vehículo/vehículo, puesto que es más difícil predecir el comportamiento del ciclotráfico. Cuando los conductores sobrepasan, deben tomar en cuenta el zigzag de los ciclistas. También es más vulnerable el ciclotráfico.

Segmento dimensional	Ancho de perfil requerido (m)
ciclista ²⁾	0,75
coche ²⁾	1,75
camión ²⁺³⁾	2,60
ciclista/borde (solera) ¹⁾	0,25
ciclista/vehículo estacionado ¹⁺⁴⁾	0,50
ciclista/ciclista (ambos andando)	0,50
ciclista/vehículo andando ¹⁺⁴⁾	0,85
vehículo/vehículo (ambos andando) ²⁺⁴⁾	0,30
vehículo andando/solera ²⁺⁴⁾	0,25

1) Este valor es producto de la investigación.

2) Fuente: *Recommendations for Traffic Provisions in Built-up Areas (ASVV)*

3) En este contexto, los buses reciben el mismo tratamiento que los camiones.

4) Vehículo (en este contexto): todo vehículo motorizado con por lo menos tres ruedas.

Este mantiene recta la trayectoria de ciclistas y se limita el ancho del tráfico para el tráfico motorizado. Para resguardar la seguridad de ciclistas, recomendamos incorporar una franja de reacción crítica entre la banda de estacionamiento y la vía utilizada por ciclistas.

F 12, 13, 14 Las ciclocalles

A menudo, las ciclorutas principales forman parte de las rutas principales del tráfico motorizado. Particularmente en las ciudades más antiguas, las conexiones radiales cumplen una función importante para



la bicicleta y el tráfico motorizado ambos. También ocurre, sin embargo, que no se hayan combinado las ciclorutas principales y las vías de acceso para el tráfico motorizado, o que deliberadamente están separados, puesto que andar por calles de mucho tráfico no es ni

seguro ni atractivo para los y las ciclistas. En ese caso, la cicloruta principal debería proceder a través de los sectores residenciales vía las calles de servicios. Esto introduce una categoría específica de cicloruta principal: la ciclocalle.

La ciclocalle es un concepto funcional: una calle de servicio que forma parte de una cicloruta principal, cuyo diseño y diagramación se reconoce como tal, pero por donde pasa el tráfico motorizado bajo ciertos límites y como tráfico subordinado [26]. Ya que estas son las ciclorutas principales, el número superior de bicicletas puede ser más o menos evidente de por sí. En todo caso, la calidad adicional que se le otorga a una cicloruta principal es la preferencia, o preferencia frente al resto de los usuarios viales. Actualmente en Holanda, no es posible decretar provisiones de preferencia en áreas residenciales, pero para la implemen-



tación del decreto administrativo de provisiones para el tráfico vial (*Administrative Road Traffic Provisions Decree*, BABW), los legisladores crearon una excepción para las ciclorutas principales reconocibles como tal.

Se puede ordenar una ciclocalle de varias maneras. Recomendamos:

- Minimizar las molestias por vehículos estacionados;
- Ocupar un pavimento de superficie lisa y no poroso (*closed surface*, preferiblemente asfalto);
- Ofrecer elementos guías en situaciones donde los usuarios deban escoger entre distintas opciones.



Las ventajas de la ciclocalle

El nivel de seguridad y atractividad que ofrece una ciclocalle solo es comparable con una ciclovía segregada o apartada. Comparada con ambas, sin embargo, la ciclocalle ofrece varias ventajas:

- Ocupa menos espacio
Una ciclocalle permite el tráfico motorizado y requiere menos espacio que una ciclovía apartada o segregada al lado de una pista principal. Esto significa que una ciclocalle es más apropiada para un mayor número de ubicaciones y también es más eficiente en cuanto a costos.



- Mejora el acceso
A diferencia de un cierre completo de una calle o ruta al tráfico motorizado, las ciclocalles permiten al tráfico motorizado acceder a funciones ubicadas en la calle o más lejos de ella. Además, los estacionamientos siguen accesibles.
- Mejora la seguridad social
Una ruta a través de un barrio residencial que combina el uso de la bicicleta y el automóvil ofrece mayor seguridad contra la delincuencia que una ciclovía apartada o segregada, al lado de una vía urbana principal.

El volumen de ciclistas

Una condición importante para designar una ciclocalle es que el ciclotráfico realmente debe ser dominante. Aunque hay poca experiencia con ellas, se considera el ciclotráfico predominante cuando el número de ciclistas duplica los conductores de vehículos en una sección. Si la política oficial busca aumentar la calidad para ciclistas y este requisito no se cumple, las autoridades viales pueden buscar formas de reducir los volúmenes del tráfico motorizado para lograr esta razón de volúmenes. Para con-

siderar a la vía una cicloruta principal, debe haber un número importante de ciclistas, no solo en términos relativos sino también absolutos. Aunque las relaciones locales juegan su papel, para que una sección vial sea considerada una ciclocalle, normalmente deben pasar por allí por lo menos 1.000 ciclistas al día.

El volumen de automóviles

Estudios prácticos [24] han demostrado que el ciclotráfico se impone fácilmente en una cicloruta principal a volúmenes de automóviles de hasta 500 vm/día, sin cambiar el perfil. En otras palabras, en las ciclorutas principales que ocupan las calles locales dedicadas casi exclusivamente al acceso al sector, la preferencia del ciclotráfico se impone fácilmente sobre el tráfico motorizado.



Actualmente no hay una respuesta definitiva acerca de cuanto tráfico motorizado es aceptable en una ciclocalle. En Alemania, se establece un máximo de 3.000 vm/día, y se permiten otros modos de transporte fuera de bicicletas solo excepcionalmente, y solo en el caso de residentes locales [27]. En Holanda, el volumen máximo es o 1.000 o 2.000 vm/día. Según esta experiencia, recomendamos limitar el número de vehículos motorizados a un máximo de 2.000 vm/día.

Si los volúmenes del tráfico motorizado exceden los 2.000 vm/día y no existen opciones para reducirlo, se debe buscar otra solución para la cicloruta principal. Esta puede ser una ciclovía o una ruta completamente nueva. Sin embargo, la nueva ruta no debe ser mayor que la ruta inicial.

F 15, 16, 17, 24 Ciclobandas

Las ciclobandas son posibles en las secciones de vías recolectoras que tienen un nivel relativamente bajo de uso por ciclistas y en secciones de calles de



servicios con volúmenes altos o muy altos de tráfico motorizado. Aunque normalmente se combina el ciclotráfico con los vehículos motorizados en las calles de servicios, la situación real de la calle puede motivar una mayor preocupación por la seguridad del ciclotráfico. En los centros urbanos o secciones urbanas de troncales con un volumen alto de tráfico motorizado, puede ser aconsejable construir una ciclobanda para asegurar la seguridad y la comodidad de ciclistas.

Las características de una ciclobanda son:

- Un ancho suficiente;
- Un color rojizo;
- El símbolo de la bicicleta.

Para aquellas situaciones cuando en la práctica no es posible cumplir con estas características, se puede considerar una pista ‘sugerida’, con la idea de que ‘algo es mejor que nada’. Sin embargo, esto no es necesariamente el caso para las ciclobandas. Una investigación [28] realizada en los 1980s por el instituto de seguridad vial holandés (SWOV) demostró que no

sólo las ciclovías al lado de arterias principales eran más seguras que las ciclobandas, sino también la ausencia total de una facilidad (ciclistas en las pistas principales) lo era. En el caso de las ciclovías al lado de las vías, ocurrieron un 50% menos accidentes con heridos por kilómetro viajado en bicicleta que en las pistas. En las secciones viales sin facilidades para la bicicleta, el número de accidentes por kilómetro viajado en bicicleta también fue un 50% menor que en las ciclobandas. Se estudiaron diversos tipos de ciclobandas: algunas angostas, otras anchas, pistas sugeridas, con y sin estacionamiento en paralelo.

Una investigación danesa, que incorporó estudios pre- y post- implementación [78], evaluó la construcción de ciclobandas reales o sugeridas en 37 secciones viales. El número de accidentes afectando a bicicletas y ciclomotores cayó en un 35% y un 52%, respectivamente, después de construir las ciclobandas (el análisis consideró las cantidades de tráfico motorizado y de bicicletas/ciclomotores). No estableció si las ciclobandas fuesen más segu-

ras o más riesgosas que las ciclovías en las condiciones post-construcción, y tampoco entregó el número de accidentes en calles sin facilidades, ya que no se ocupó un grupo de control. Los investigadores sí encontraron, que las ciclobandas angostas (menos de 1,2 m de ancho) son dos a tres veces más peligrosas que las anchas (expresado en el número de accidentes por kilómetro viajado en bicicleta).

El ancho y el estacionamiento

Por los motivos ya expuestos, solo se aconseja construir ciclobandas si se puede cumplir con el requisito de un ancho de por lo menos 1,50 m y no más de 2,5 m). Una segunda condición importante tiene que ver con el medio ambiente vial. No se recomienda combinar las ciclobandas con bandas de estacionamiento,

puesto que la apertura de las puertas de los autos constituye una fuente significativa de peligro. Si realmente se debe mantener la banda de estacionamiento, recomendamos una franja de reacción crítica (ancho $\geq 0,50$ m). En ese caso, sin embargo, los diseñadores deben considerar la opción de una ciclovía, con o sin un pavimento o vereda al mismo nivel (ver también la sección 5.7.2): un ancho de 1,50 m para la ciclobanda + 0,10 m de demarcaciones + 0,50 m de franja de reacción crítica también ofrece espacio suficiente para una ciclovía con un ancho de 1.80 m + 0,30 m de berma (al mismo nivel de la ciclovía para no perder ningún espacio por la distancia de reacción crítica que se establece en relación a una solera). Si los ciclistas pueden ocupar el ancho del pavimento, la ciclovía es una buena alternativa a la ciclobanda.

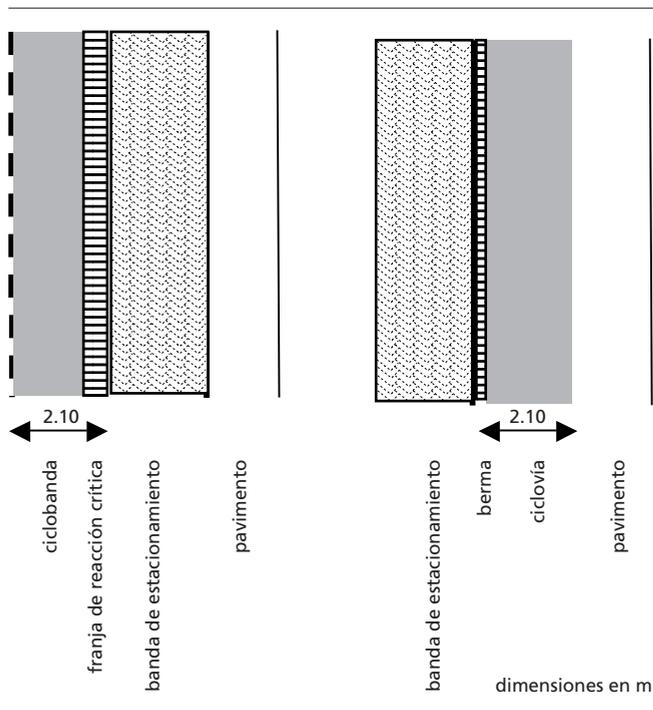


Gráfico 20. Ciclobanda y franja de reacción crítica versus una ciclovía adyacente



F 18, 24 Pistas sugeridas

Ya que las ciclobandas imposibilitan la detención y el estacionamiento de los vehículos motorizados (incluso para cargar y descargar), a menudo se ocupa la alternativa de una pista sugerida. La pregunta clave, entonces, es si se puede considerar a una pista sugerida una genuina facilidad para bicicletas y si, por lo tanto, puede o debe tener las propiedades de una ciclobanda. En este tema, existen opiniones encontradas.

Algunos opinan que las pistas sugeridas deben proporcionar un máximo de comodidad y seguridad a los ciclistas. Por este motivo, deben ser rojos y de un ancho suficiente. Otros creen que se debe maximizar las diferencias entre la ciclobanda y la pista sugerida, para evitar confundir a los usuarios viales. Esto también mejora la seguridad. Por este motivo, sugieren no ocupar el color rojo.

Este manual de diseño recomienda mantener el color rojo exclusivamente para la ciclobanda, para maximizar la distinción entre ésta y la pista sugerida, y para no devaluar el color rojo y la ciclobanda. Por lo mismo, recomendamos las siguientes normas para las pistas sugeridas:

- sin color rojo;
- ancho de entre 1,50 y 2,00 m;
- preferiblemente combinado con una prohibición de estacionar (que sí permite cargar y descargar).

F 19 a 24 Ciclovías

En las secciones de vías recolectoras, las ciclovías ofrecen la solución más seguras, y son mejores que las ciclobandas. Puesto que se separan a los ciclistas del tráfico motorizado, el riesgo de conflictos (por sobrepasar) entre ambos grupos se minimiza. El diseño de las ciclovías depende de su función (la velocidad de diseño) y el uso (ancho).

Una desventaja de las ciclovías segregadas de las pistas motorizadas es que dejan a los ciclistas fuera del campo de visión de los conductores, y esta desventaja es mayor, mientras más la distancia entre la ciclovía y la calzada. En las secciones viales, la reducción en el contacto visual no es problemático, puesto que están separados los automóviles de las bicicletas. Sin embargo, cuando el auto y la bicicleta se vuelvan a encontrar, normalmente en las intersecciones y empalmes, surgen problemas. Ya que los conductores no tienen que pensar en los ciclistas en las secciones viales, existe el riesgo de que tampoco lo hagan en las intersecciones. Para evitar esta situación, se debe reestablecer los puntos que fomenten el contacto visual. Esto se examina en mayor detalle en el capítulo 6 'Intersecciones'.



Una alternativa es ocupar una calle paralela para la ciclovía (ver abajo). Una desventaja de una calle paralela, frente a una ciclovía, es que se comparte. Esto impacta negativamente en la seguridad y particularmente la comodidad de ciclistas.

Ciclovías bidireccionales

En principio, se diseñan a las ciclovías al lado de la calzada para un tráfico unidireccional. En las intersecciones, el ciclotráfico bidireccional produce movimientos sorpresivos. Esto crea una situación difícil de supervisar, y por lo tanto pone en peligro la seguridad. Sin embargo, existen algunos casos cuando es mejor permitir a ciclovías bidireccionales, por ejemplo, si:

- Una ciclovía bidireccional acorta la ruta para ciclistas y/o ofrece una forma lógica de reducir la distancia que se debe viajar;
- Una ciclovía bidireccional evita cruzar la vía;
- No hay espacio suficiente para una ciclovía en ambos lados de la calle.

Una condición esencial para ciclovía bidireccional es un diseño muy cuidado, particular-

mente en las intersecciones. Es preferible levantar levemente el cruce para ciclistas. Si la ciclovía tiene preferencia, el pavimento, la señalética y la demarcación debe reforzar este mensaje. Esto reduce la posibilidad de que los usuarios viales no vean a los ciclistas que aparecen desde un ángulo inesperado (ver capítulo 6 Intersecciones). Si es necesario, una ciclovía bidireccional puede combinarse con una ciclobanda al otro lado de la vía. Esto ase-



gura que los ciclistas que partan desde (o quieran llegar a) un punto al otro lado de la calzada no tengan que cruzarla dos veces durante su viaje. Un riesgo en esta situación es que los ciclistas viajando en la dirección opuesta harán lo mismo. Se debe evaluar este riesgo contra el de cruzar dos veces la calzada.

F 6, 7, 8, 9

Calle paralela

En términos funcionales, una calle paralela al lado de una vía recolectora o

F 16, 17, 18

troncal puede designarse una calle de servicio, como se ha descrito anteriormente. En el caso de calles paralelas en zonas urbanas, se debe prestar una atención especial a las condiciones de estacionamiento. Los vehículos estacionados no deben poner en peligro los intereses de ciclistas.



F 12, 13, 14

Las calles paralelas pueden incorporar a ciclobandas o pistas sugeridas. A menudo, las calles paralelas son unidireccionales, particularmente en sectores urbanos, pero no es aconsejable aplicar esta restricción a ciclistas también. En estos casos, se debe considerar



por lo menos una ciclobanda que permita que el ciclotráfico circule en la dirección opuesta. Si la calle paralela forma parte de una cicloruta principal, se puede también ocupar un diseño propio de una ciclocalle (ver secciones anteriores).

5.4.2 Fuera de zonas urbanas

Para las vías recolectoras fuera de las zonas urbanas, con un límite de velocidad de 80 km/h, el ciclotráfico debe, definitivamente, ubicarse fuera de la calzada ocupada por el tráfico motorizado, en una ciclovía segregada o una calle paralela. Esta propuesta, como pre-

Cuadro 16. Esquema de opciones para secciones viales fuera de zonas urbanas

			Función de la sección en relación al ciclotráfico		
Función	Velocidad (km/h)	Volumen (vm/día)	red básica	cicloruta (principal) ($I_{bicicleta} > 2.000/\text{día}$)	
Función de la sección en relación al tráfico	Calle de servicio	60	1 - 2.500	tráfico mixto	ciclocalle, si $V_{vehículo\ motorizado} < 500\text{ vm/día}^{1)}$
			2.000 - 3.000		
		> 3.000	ciclobanda o ciclovía	ciclovía o quizás ciclobandas	
			ciclovía		
	Vía recolectora	80	Ciclovía para bicicletas/ciclomotores calle paralela		

1) Más cualquier otro requisito para resguardar la seguridad.

misa básica, es menos definitiva para las calles de servicios (60 km/h). De hecho, la premisa general para este segundo tipo de calle es que se mezcle el tráfico. Cuando los volúmenes del tráfico motorizado son bajos y se maneja a una velocidad igual o menor al límite, esto no es problemático. El Manual de Diseño Vial clasifica este tipo de calle como *una calle de servicio tipo b* [29]. Sin embargo, desde la perspectiva de la seguridad y la comodidad, una velocidad de 60 km/h (para el tráfico motorizado) dista mucho de ser ideal para ciclistas. Por lo tanto, una infraestructura especializada para la bicicleta debe considerarse, particularmente en situaciones de muchos automóviles o ciclistas (*calle de servicio tipo a*).

El cuadro 16 ofrece una herramienta que ayuda a decidir qué facilidad corresponde. Para su uso, recomendamos las mismas consideraciones que ya expusimos para las secciones en zonas urbanas.

F 6,9 Tráfico mixto

Fuera de zonas urbanas, son sustanciales las diferencias de velocidad entre automóviles y ciclistas, incluso cuando el límite de velocidad es ‘solo’ 60 km/h. Esto significa que la premisa básica de mezclar el tráfico solo es posible si los volúmenes de tráfico motorizado y el ciclotráfico son bajos, y la velocidad máxima en menor a 60 km/h en la realidad.





Si una sección de una calle de servicio fuera de zonas urbanas forma parte de una cicloruta o una cicloruta principal, mezclar el tráfico es posible cuando los volúmenes y las velocidades sean bajos. Si los volúmenes de tráfico motorizado son extremadamente bajos, puede valer la pena implementar una ciclocalle (a veces conocida como ciclocamino fuera de zonas urbanas). Requiere atención especial en este caso la velocidad del tráfico motorizado, ya que las velocidades de 60 km/h, en condiciones de tráfico mixto, no son compatibles con altos volúmenes de ciclistas y su comodidad. En otras palabras, se tendría que reducir aún más la velocidad del tráfico motorizado.

Para un volumen desde unos 2.500 vm/día, se debe considerar la posibilidad de ciclofacilidades. En el caso de una cicloruta, se prefiere una ciclovía segregada, pero también se aceptan las ciclobandas en algunas situaciones.

Tráfico de vehículos agrícolas

Otro tema importante para las secciones viales de servicios fuera de zonas urbanas es la presencia de vehículos agrícolas. Cuando existe bastante tráfico de esta naturaleza, se requiere un perfil más ancho de lo que sería necesario desde el punto de vista de la ingeniería de tránsito por sí sola, para cumplir con el requisito principal de la seguridad. En ese sentido, prevenir la destrucción de los bordes del pavimento también tiene un componente de seguridad. El ancho mayor que se requiere podría lograrse al pavimentar la berma, para mantener más angosto el camino para el tráfico de automóviles. En ese caso, sin embargo, se debe evitar una situación en la cual los conductores tratan a la berma pavimentada como si esa fuese el pavimento “real”. Por esto mismo, no se recomienda el uso de un asfalto arrugado (*ribbed asphalt*) y tampoco un pavimento ripiado (*rubble paving*). Si a los ciclistas se les obliga a salir de la calzada, este tipo de pavimento reduce las posibilidades de un final feliz. El material más apropiado para pavimentar la berma, por lo tanto, son bloques de hormigón celular.

F 16 Calzada con un solo cauce para el tráfico motorizado

Un perfil común en las calles de servicios fuera de zonas urbanas es una en la cual se construyen las secciones viales con pistas sugeridas, dejando un solo cauce para el tráfico motorizado bidireccional. Las razones para integrar las pistas sugeridas es que visualmente angostan la calzada, ayudando a centrar el tráfico en la calzada o en una combinación de calzada y pista sugerida. Por si solo las pistas no reducen la velocidad, y por esto mismo aconsejamos aplicar esta solución en ciclorutas siempre en combinación con medidas de reducción de velocidad.

Las franjas en los bordes de caminos y el angostamiento visual

Es cada vez más común que los bordes de las calles de servicios fuera de zonas urbanas tienen demarcaciones cuyo fin es que se ve más angosta la calzada. Esto requiere la aplicación ininterrumpida de estas demarcaciones a unos pocos decímetros del pavimento de la berma. Si la distancia entre las demarcaciones y el pavimento de la berma excede a los 0,30 a 0,40 m, ciclistas y motoristas ambos pueden quedar con la idea de que la intención de la franja es su uso por ciclistas. Luego, los ciclistas se sienten obligados a andar por esta franja angosta, lo cual no solo les exige un esfuerzo mental y físico mayor, sino también resulta en un comportamiento anormal del tráfico. Por esto, se aplican estas franjas a una distancia menor a 0,30 m del pavimento de la berma.

Se puede considerar el volumen crítico de tráfico motorizado para una calle con un solo cauce desde dos puntos de vista. Primero, la pregunta es con cuántos vehículos motorizados se encuentra un conductor en una sección (o sea, con qué frecuencia debe ocupar la pista sugerida o la ciclobanda). Este número depende en parte de la velocidad y el largo de la sección. El cuadro 17 presenta el número de movimientos evasivos (para sobrepasar) que ocurren en una sección de cierto largo, según los volúmenes, suponiendo una velocidad de 60 km/h (del tráfico motorizado), así que ofrece información acerca del número de encuentros en la sección durante el período que el conductor la está recorriendo.



Ejemplo

Un vehículo que avanza a 60 km/h cubre una sección vial de un kilómetro en un minuto. Suponiendo un total de 3.000 vehículos al día, por ejemplo, en la hora máxima (según una conocida regla general), 300 vehículos por hora pasan por la sección (200 vehículos en una dirección y 100 vehículos en la otra). En promedio, son 3,33 vehículos por minuto en una dirección y 1.67 en la otra. En el período de un minuto, ocurrirán en promedio 11 encuentros en esta sección de un kilómetro. En una sección de 2,5 km, esta cifra subirá a 69 encuentros en 2,5 minutos.

Cuadro 17. Número promedio de encuentros entre vehículos motorizados en una sección

Largo de la sección vial	Volumen diario				
	I = 750	I = 1.500	I = 2.250	I = 3.000	I = 5.000
0,5 km	0	1	2	3	8
1,0 km	1	3	6	11	31
2,5 km	4	17	39	69	193
5,0 km	17	69	156	278	772

El número promedio de encuentros entre vehículos motorizados en una sección durante el tiempo que toma un vehículo en recorrerla durante el horario de mayor afluencia ($= 0,1 \times$ el volumen diario). Además, $V = 60$ km/h y los volúmenes en la dirección 1 duplican a las de la dirección 2.

La segunda perspectiva enfoca el número total de encuentros entre todos los vehículos motorizados. La densidad de paso (el número de encuentros por hora por kilómetro) depende de la velocidad de manejo y los volúmenes de tráfico motorizado en ambas direcciones. Basado en estos gráficos y una estimación del tiempo y el largo de la acción de sobrepasar, se puede estimar en teoría la pérdida de capacidad por las ciclobandas, que resulta del paso de los automóviles. En gran medida, esta pérdida depende de los volúmenes del tráfico motorizado y, en menor grado, las velocidades.

Según esta perspectiva, recomendamos las siguientes medidas:

- con un volumen de tráfico motorizado < 300 vm/h, un cauce es aceptable;
- con un volumen de tráfico motorizado de entre 300 en 400 vm/h, un cauce es dudoso (zona de transición);
- con un volumen de tráfico motorizado > 400 vm/h, un cauce es inaceptable.

F 12, 13, 14 Ciclocalles/otras vías integradas

Las ciclorutas principales que recorren áreas residenciales ocurren fuera de zonas urbanas también. Se pueden aplicar los mismos requisitos a estas calles de servicios como se aplican en el caso de las ciclocalles en zonas urbanas (ver sección 4.4). Una diferencia en las condiciones, sin embargo, es la velocidad



Zeeland experimenta con una ciclocalle

La junta del agua Zeeuwse Eilanden construyó una especie de ciclocalle fuera de zonas urbanas y la designaron como tal. En mucho de sus aspectos, esta ruta, que conecta a Heinkenszand y el área de recreación de Stelleplas, es una calle de servicio normal, fuera de zonas urbanas, aunque en promedio la ocupan muchos ciclistas, especialmente durante los meses de verano. Se consideró la creación de una ciclovía segregada menos adecuada para esta ruta, puesto que los volúmenes de tráfico motorizado eran extremadamente bajos (en promedio, < 700 vm/día) y no había problemas de velocidad. Sin embargo, los ciclistas merecían un poco más de atención que una calle de servicio corriente, particularmente para esos días cuando aparecen en grandes números.

Por lo tanto, se seleccionó un diseño para el cual la duda central es que obliga a los conductores a adaptarse a los ciclistas, ya que solo pueden sobrepasar en bajas velocidades y con grandes distancias entre los puntos para esta maniobra. Después de cierto tiempo, se notó que algunos ciclistas no entendían el propósito de una ciclocalle con una isla de tráfico en el medio. Una encuesta reveló que un número considerable de ciclistas encontraban que no era un aporte, a pesar de que la velocidad del tráfico motorizado se había reducido en alguna medida [30]. No se analizaron las implicaciones de esta situación para el diseño. Sin embargo, podemos concluir que es necesario considerar con mayor atención algunas soluciones que puedan afectar la libertad de movimiento de los y las ciclistas.

del tráfico motorizado. Una velocidad máxima de 60 km/h es demasiado alta para asegurar la seguridad óptima y la comodidad del ambiente ciclistico. Para lograr esto, se debe ajustar la velocidad del tráfico motorizado. Contrario a lo que se cree comúnmente, se puede establecer un límite de velocidad de 30 km/h fuera de zonas urbanas. Las condiciones legales (implementación de los reglamentos del decreto para la administración del tráfico vial,

BABW) para sectores fuera de zonas urbanas son las mismas que las que rigen dentro de una zona urbana.



F 20 Pistas para bicicletas y ciclomotores

En las vías recolectoras fuera de zonas urbanas, siempre son esenciales las ciclofacilidades o calles paralelas. Si las ocupan también los ciclomotores, puede tener consecuencias para el ancho. Normalmente no se permiten los ciclomotores en las pistas separadas al lado de las calles de servicios (60 km/h). En ese caso, deben ocupar la calzada.

F 21, 22 Una berma separadora

En cuanto a la distancia entre la ciclovía y una calzada principal, a los y las ciclistas les gusta viajar lo más alejado posible del tráfico motorizado. Sin embargo, la distancia no debe ser tan grande como para dejar la ciclovía fuera de la esfera de influencia de una calzada principal. Para mantener el control social, es importante que los conductores tengan una vista clara de la ciclovía. Llamamos al espacio entre la ciclovía y la calzada una berma separadora (partition verge). Esta berma separadora ‘recibe’ a los vehículos que

Cuadro 18. Ancho de bermas separadoras (entre calzada-ciclovia) fuera de zonas urbanas

Categoría vial	Ancho de bermas separadoras (m)	
	distancia recomendada	distancia mínima
Vía recolectora	6,00	4,50
Calle de servicio	> 1,50	1,50

se salen de la pista principal y sirven de ‘amortiguador’ para evitar accidentes entre ciclistas y el tráfico motorizado. El cuadro 18 recomienda una serie de anchos para que esta berma separadora cumpla su función.

F4 Tráfico bidireccional

En las vías para bicicletas/ciclomotores bidireccionales, surge una situación de riesgo cuando los ciclistas o usuarios de ciclomotores se acercan desde direcciones opuestas. Para reducir la posibilidad de una colisión frontal, siempre recomendamos el marcado de

la línea central para las vías bidireccionales. Se debe prestar una atención especial a las calles laterales y otras conexiones. Para todos estos aspectos, es importante que todos los usuarios viales entiendan que se deba estar atento al tráfico bidireccional (ver también el capítulo 6, Intersecciones).

F6,9 Calle paralela

En términos funcionales, una calle paralela al lado de una vía recolectora es igual a una calle de servicio. Se puede utilizar el esquema del cuadro 16 para averiguar cual será la mejor solución en esta situación. Un tema propio de las calles paralelas fuera de zonas urbanas es la velocidad del tráfico motorizado. A veces una calzada paralela ofrece una ruta más rápida que la principal, pero en ese caso se pierde el equilibrio entre la función, el diseño y el uso. En ese caso, la regulación del tráfico o medidas de reducción de velocidades deben introducirse para restaurar el equilibrio.



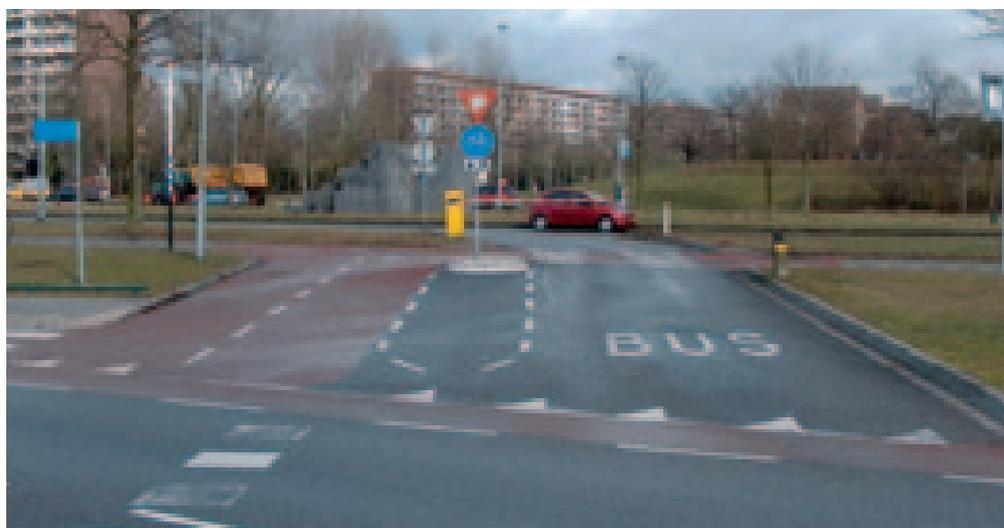
Otro tema merecedor de un cuidado especial surge del uso de las calles paralelas de los vehículos agrícolas. Hoy son cada vez más los vehículos agrícolas que deben ocupar la calle paralela, a pesar de que la patente obligatoria para ellas debería frenar esta tendencia de alguna manera. Es considerable la diferencia en la masa entre ciclistas y los vehículos agrícolas, pero ocurren relativamente pocos accidentes entre estos dos tipos de tráfico. Según las estadísticas, sin embargo, si algo falla, el resultado a menudo es grave: de los accidentes donde es herido de gravedad un ciclista, un promedio de 1,5% de las veces es resultado de una colisión con un vehículo agrícola, a pesar de que los vehículos agrícolas representan solo un 0,5% de los kilómetros totales que se manejan [31].

Otro tema es el impacto en la sensación de comodidad de combinar el tráfico agrícola con muchos ciclistas, creando, a menudo, una sensación subjetiva de riesgo. Puede valer la pena

considera ciclofacilidades mayores en las calles ocupadas por los vehículos agrícolas y una cantidad relativamente alta de ciclistas. Las ciclovías segregadas ofrecen la solución más segura, pero ocupan mucho espacio. Además, una solución que consiste en una calzada principal, calle paralela y una ciclovía segregada resulta muy cara. El uso de ciclobandas o pistas sugeridas puede ofrecer una solución. Aunque menos seguras que las ciclovías, el hecho de que los ciclistas prestan más atención al usarlas, puede mejorar la seguridad. En estas situaciones, se debe buscar la mejor solución, incorporando todos los intereses en la ecuación.

5.5 Las bicicletas y el transporte público

Cuando el transporte público se combina con otros tipos de tráfico motorizado, se puede ocupar el esquema de opciones presentado en la sección 5.4 para encontrar la óptima solu-



ción para las secciones viales. Si el sistema de transporte público cuenta con infraestructura propia, no son aptas estas opciones. En ese caso, esta sección ofrece una serie de ideas al diseñador. A continuación, distinguimos entre secciones viales para buses y secciones viales para tranvías/ferrocarril liviano.

5.5.1 Las bicicletas y buses

¿Pueden las bicicletas y buses usar el mismo espacio?

En una calle de servicio, las bicicletas y los buses ocupan la misma infraestructura. Esto no es problemático, suponiendo que las diferencias de velocidad entre las bicicletas y buses son mínimas: o sea, los buses no viajan a más de 30 km/h. Según los volúmenes de tráfico motorizado, son esenciales las ciclofacilidades en vías recolectoras y se separan a las bicicletas y los buses. Existen también secciones viales que están cerradas a los vehículos motorizados, salvo los buses (pista solobus,



Cuadro 19. Combinaciones de funciones de tráfico para buses y bicicletas

		Función de la sección vial - ciclotráfico	
		cicloruta (principal)	otras rutas (red básica)
Función de la sección vial - tráfico motorizado	conexión	<ul style="list-style-type: none"> • se desea bus de alta velocidad • se da alta prioridad a la comodidad de ciclistas <p>→ separar ciclistas y buses</p>	<ul style="list-style-type: none"> • se desea bus de alta velocidad • no se da alta prioridad a la comodidad de ciclistas <p>→ separar ciclistas y buses</p>
	acceso	<ul style="list-style-type: none"> • no se desea bus de alta velocidad • se da alta prioridad a la comodidad de ciclistas <p>→ se prefiere separar ciclistas y buses, pero no es obligatorio</p>	<ul style="list-style-type: none"> • no se desea bus de alta velocidad • no se da alta prioridad a la comodidad de ciclistas <p>→ no es ni necesario ni deseable separar a ciclistas y buses</p>



según la nomenclatura chilena). La pregunta es si este tipo de vía debe estar abierta a ciclistas. Si los buses viajan a velocidades menores (30 km/h), compartir no es problemático, en términos de la seguridad. Sin embargo, existen situaciones que pueden merecer una separación entre las bicicletas y los buses, por razones de comodidad y la percepción de seguridad. La opción que se escoge depende de la función de la sección vial en relación a los buses y los ciclistas. El cuadro 19 distingue entre cuatro situaciones principales.

Para las conexiones entre vías de transporte público

En el caso de líneas de buses que se conectan, normalmente se requiere una mayor velocidad del tráfico de buses (> 30 km/h). Si se aplica ese requisito también a secciones viales con ciclotráfico, se debe separar. Si no, las diferencias de masa y de velocidad serán excesivas. Esta obligación a separar es independiente de la función de la sección para el ciclotráfico.

Para el acceso del transporte público

Si el transporte público solo utiliza la sección vial para el acceso, un requisito básico es una velocidad menor. En términos de la seguridad,

se pueden combinar al tráfico de ciclistas y buses en las ciclorutas, las ciclorutas principales y otras rutas. Para la comodidad, sin embargo, puede que se considera separar las ciclofacilidades en las ciclorutas principales y/o las rutas con altos volúmenes de buses. Cuando hay muchos buses en una ruta, los y las ciclistas pronto se sienten “amenazados”.

Las rutas escolares

Se debe prestar una atención especial a las secciones viales que forman parte de una ruta hacia o desde una escuela. Los escolares tienden a andar en bicicleta en grupos y a menudo se comportan de maneras poco predecibles. La diferencia de masa y las dificultades de maniobrar un bus significa que se debe reducir al mínimo el riesgo de una colisión. Nuevamente, en esta situación, es preferible separar a bicicletas y buses.

Bandas y pistas solobus³⁾

Una banda solobus es una sección vial que cuenta con demarcaciones que denota que está reservada para los buses. Su uso por ciclistas depende de los mismos criterios que las que aplicamos en el caso de las secciones viales: si la velocidad del tráfico de buses es menor a 30

3) NdeT: Nuevamente, al nombrar dos fenómenos nuevos para nuestro medio, y por lo tanto, nuestro idioma, optamos por una terminología consistente con la que ya se ha desarrollado para la cicloinfraestructura, y que se entiende con relativa facilidad (fuente, “pista solobus”: REDEVU, Chile), sabiendo que no necesariamente se utiliza en todo el mundo de habla hispana.

km/h, teóricamente es posible combinarlo con el ciclotráfico. Sin embargo, normalmente el propósito de una banda solobus es para mejorar su programación. Al segregarse aunque sea visualmente el tráfico de buses, se persiguen mayores velocidades, y donde esto ocurre no es aceptable combinarlos con ciclistas.

Si tiene una ciclobanda, se puede permitir a los ciclistas andar en la banda solobus. Es esencial, sin embargo, evitar una situación donde queden atrapados entre ésta por un lado y la calzada para el tráfico motorizado por el otro.



Más allá de las bandas solobus, también existen las vías segregadas para buses, o sea pistas solobus. Estas son las secciones viales (como una conexión dedicada entre dos sectores residenciales) designadas exclusivamente para el uso de los buses. Nuevamente, se pueden combinar a los buses y las bicicletas si la velocidad del tráfico de buses no excede 30 km/h.

Dimensiones

Para determinar el ancho de una pista solobus (cuando se encierre entre dos soleras levantadas), se puede suponer un ancho de 3,20 m para un bus estándar en una sección unidireccional y 6,50 m para una sección vial bidireccional. Si se define los límites de una banda solobus con demarcaciones, será suficiente 3,00 m para una vía unidireccional y se requerirán 6,10 m para una vía bidireccional. Si la velocidad excede 50 km/h, se aumenta el ancho en 0,40 m para cada dirección. El ancho de 3,20 m, mencionado anteriormente, es para una calzada unidireccional de bus que no permite un ciclotráfico bidireccional, así que en el caso de mayores volúmenes de buses y bicicletas, se deberá aumentar la pista del bus a un ancho de entre 4,60 y 6,20 m.

En general, recomendamos asegurar que la regulación del tráfico en las bandas y pistas solobus correspondan lo máximo con la del tráfico en una pista paralela. Si no, los otros usuarios viales pueden equivocarse en cuanto al comportamiento de los chóferes de los buses. Un tema relacionado es la ubicación de la calzada para buses en la calle. En algunas municipalidades, se construye en el medio de la calle, mientras que en otras se ubica a un costado. Ambas posibilidades tienen ventajas y desventajas, tales como la dirección de los flujos en relación a los de las pistas adyacentes y la necesidad de que los pasajeros, al bajarse, de cruzar el resto de la calzada. Sin duda, es una elección difícil. Para crear un patrón de expectativas entre los otros usuarios viales, una vez que se haya seleccionado una solución, se debe aplicar consistentemente, para que el diseño de las pistas para buses sea uniforme a lo largo de un área la más extensa posible.

Paradas de buses

En términos de ciclotráfico, se deben considerar dos elementos importantes en relación a las paradas de buses: la detención de los buses y los peatones que cruzan.

La detención de los buses

En una calle de servicio, los buses normalmente se detienen en la calzada, produciendo problemas para ciclistas. En general, esta situación es indeseable, y por sobre todo no debe ocurrir en las ciclorutas principales. Por razones de seguridad y comodidad, es recomendable, por lo tanto, que los buses se detengan fuera de la calzada.

En las vías recolectoras, los buses se detienen en bahías de detención (*stopping bays*) ubicadas fuera de la calzada, de acuerdo con las recomendaciones. Cuando estén presentes las ciclobandas, los buses deben integrarse con los ciclistas que pasan. Aunque esto crea un conflicto, no es serio, y por lo tanto, es aceptable. Se debe prestar atención al diseño de la bahía de detención. Debe contar con el ancho



suficiente para que los buses no tengan que detenerse en parte de la ciclobanda. En el caso de ciclovías segregadas, recomendamos integrar una curva de la ciclovía alrededor de la parada, para que la detención del bus no les genere problemas a los ciclistas.

Los peatones que cruzan

El segundo elemento de preocupación es el hecho de que las paradas de buses producen una concentración de peatones que cruzan la calzada. Dada la diferencia pequeña en la masa de peatones y ciclistas, el conflicto no es tan serio. En el caso de una ciclovía segregada, se requiere de una plataforma para los pasajeros que esperan, suben y bajan. Esta plataforma debe medir por lo menos 2,00 m de ancho. Si la parada cuenta con un refugio, la plataforma debe ser más ancha (2,50 m), y la distancia mínima entre ciclovía y refugio debe ser por lo menos 0,65 m. En ese caso, se debe prestar atención a la necesidad de mantener la ciclopista lo más recta posible (requisito principal, ser directa) y cuidar la visibilidad de los ciclistas, evitando que ésta sea limitada por el refugio.

5.5.2 Bicicletas y tranvías/ferrocarriles livianos

En principio, los ciclistas y los tranvías⁴⁾ pueden compartir la calzada, siempre cuando el tranvía viaja a una velocidad muy lenta. Sin

4) NdeT: En este caso, tal como ocurre con el original en inglés, usamos el término "tranvía" (*tram*) para referirnos a todo tipo de transporte colectivo eléctrico, siendo su fuente poder de rieles o cables.

embargo, no recomendamos esta combinación. Ya que los ciclistas no pueden reaccionar a un vehículo que se les acerque desde atrás, y los tranvías no tienen capacidad de cambiar de dirección repentinamente, un tranvía debe poder detenerse muy rápidamente en el caso de una emergencia. La distancia de frenado de un tranvía que avanza a 30 km/h es similar a la de un auto que viaja a 50 km/h. Una velocidad segura para un tranvía en situaciones de conflicto, entonces, sería menor a 30 km/h, o sea, alrededor de 20 km/h [32].

La combinación de un tranvía o ferrocarril ligero y el ciclotráfico requiere de un cuidado especial durante la fase de diseño. Los rieles que ocupan los tranvías posan problemas para los ciclistas. Deben cuidarse de no cruzarlas a un ángulo demasiado reducido, especialmente en condiciones de lluvia. Los rieles también contribuyen a situaciones de riesgo indirectamente, puesto que:

- A veces los ciclistas están tan preocupados de no caer (especialmente cuando sigan rieles en puntos y curvas) que no perciben otros riesgos.
- No siempre permitan a los ciclistas escoger una trayectoria más segura, lo suficientemente lejos de los automóviles estacionados, por ejemplo.
- Los rieles también restringen las opciones en el caso de realizar maniobras evasivas.

Lo anterior significa que una combinación de ambos tipos de tráfico en un solo perfil puede considerarse si existe suficiente espacio en la sección transversal. De todas maneras, se debe evitar una situación donde un ciclista quede con la rueda atrapada en un riel. Por esto se prefiere una segregación del tranvía por lo



menos visual, si no física. En el caso de una segregación visual, puede consistir en un tipo distinto de pavimento o demarcaciones conspicuas (0,30 m de ancho) o un pequeño levantamiento de la vía (3 a 5 cm).

Si es posible, se debe evitar combinar a los tranvías, autos y bicicletas en las conexiones de paso para ciclorutas, construyéndose preferiblemente una vía segregada para el tranvía. Si no es posible, se aplican los siguientes principios de diseño:

- Los ciclistas deben andar por el costado derecho del tranvía. Debe haber una franja de reacción crítica en ambos lados de la conexión ciclística (o sea, entre ciclista-tranvía y ciclista-berma pavimentada o ciclista-autos estacionados). En ciclorutas o ciclorutas principales, y preferentemente fuera de ellos también, debe ser posible para dos ciclistas andar juntos, uno al lado del otro, en la misma dirección, sin problemas.
- Los flujos de automóviles deben ser tan bajos que los ciclistas tengan la posibilidad de virar repentinamente, si es necesario.
- Detenerse en la sección vial debe prohibirse.
- Cuando una línea de tranvía o conexión ciclística gire en la dirección opuesta, debe permitirse a los ciclistas cruzar las rieles a un ángulo no menor a 45 grados, y preferentemente 60 grados. La cicloconexión debe medir por lo menos 2,50 m de ancho.

5.6 Las bicicletas y los ciclomotores

Desde el 15 de diciembre 1999, no se permiten a los ciclomotores en las ciclovías en zonas urbanas. Esta medida ha creado un ambiente ameno para los ciclistas en ciclovías y ha mejorado la seguridad en las condiciones de tráfico para ciclomotores, particularmente en las intersecciones.

Fuera de zonas urbanas, la situación varía totalmente. Por las mayores diferencias de velocidad entre ciclomotores y automóviles, no es aceptable combinar estos grupos de usuarios en las vías recolectoras, así que los ciclomotores deben ocupar una vía combinada ciclo-ciclomotor. Típicamente esto repercute en el diseño de la vía, por sobre todo su ancho.

F 3, 4 Un tema relacionado con las vías ciclo-ciclomotor surge en relación a donde y cuando se permita tráfico bidireccional. Ya que las colisiones frontales son muy graves (bicicleta/ciclomotor y ciclomotor/ciclomotor), solo se debe permitir el tráfico bidireccional cuando la pista tenga el ancho suficiente. Las demarcaciones de la línea central son obligatorias. En el caso del tráfico bidireccional, el diseñador debe prestar una atención especial a las condiciones en las vías laterales y las entradas (ver capítulo 6).

5.7 Las bicicletas y los peatones

En zonas urbanas, normalmente los ciclistas no comparten el mismo espacio que los peatones. Después de todo, la mayoría de las calles tienen veredas o algún tipo de sendero para los peatones. Fuera de zonas urbanas, los peatones ocupan la ciclovía a menudo, pero ya que los números son muy bajos, no generan problemas. En zonas urbanas, sin embargo, exis-



ten varias situaciones en las cuales la relación entre ciclistas y peatones merecen un análisis mayor. En muchas ciudades, existe el dilema de permitir a los ciclistas ocupar los espacios reservados para peatones, tema que examinamos en mayor detalle a continuación. Existen otras situaciones también donde puede resultar útil permitir a ciclistas y peatones compartir un mismo espacio (ver sección 5.7.2).

5.7.1 Calles de compras y paseos/espacios peatonales

Los paseos y espacios peatonales (*pedestrian precincts*) se encuentran en muchos centros urbanos. Aunque esta medida normalmente es una respuesta a las molestias del tráfico motorizado, hoy en día muchos están abiertos solamente a los peatones, para crear un ambiente de compras ameno y seguro. Sin embargo, debemos preguntar si realmente es necesario prohibir a las bicicletas además del tráfico motorizado. Después de todo, comparado con éste, los ciclistas no son muy molestos. Otro tema es que cuando se cierran estas áreas centrales y los espacios peatonales, crean una barrera mayor para ciclistas. Además, estas áreas también contienen muchos destinos para ciclistas. Una política cicloamistosa busca mantener estos destinos accesibles para los ciclistas.

¿Ciclistas en zonas libres de automóviles?

La pregunta acerca de cuando y como combinar el tráfico de ciclistas y peatones es particularmente importante cuando se tratan de espacios peatonales, calles y parques. A menudo se habla solamente en términos de combinar o no combinar los dos tipos de tráfico. Sin embargo, también se pueden permitir ambos usos, pero separándolos. Es, por lo tanto, importante responder a las siguientes preguntas:

- ¿Pueden/deben permitirse a los ciclistas en zonas libres de autos?
- Si respondemos que sí, ¿debe combinar o separarse el tráfico de ciclistas y peatones?
- Y, si hay que separar, ¿debe esta separación ser ‘dura’ o ‘blanda’?

Se puede categorizar al ciclotráfico como de paso y de destino. Ambos grupos se benefician cuando puedan acceder a zonas libres de automóviles. Para el tráfico de paso, una zona libre de automóviles es atractiva, segura y, en algunos casos, una conexión rápida. Esto es particularmente el caso en los centros urbanos.

En el caso del ciclotráfico de destino, los ciclistas pueden llegar a un destino en la zona libre de automóviles sin atraso. Pueden, también, guardar sus bicicletas en un lugar cercano (reduciendo el riesgo de robo) y transportar cosas en sus bicicletas. Se deben pesar estos beneficios para ciclistas, cuando se les permitan en zonas libres de automóviles, contra las molestias que puedan producirles a los peatones.

Para evaluar lo recomendable de permitir a los ciclistas en un espacio peatonal, indicamos una serie de límites, basadas en el uso y el perfil. El diseño de la calle es tan importante como el número de peatones, así como la presencia de obstáculos como cafés y cicletteros, con su respetivo impacto en el ancho disponible. Un cauce para el tráfico, y especialmente un perfil de sección, incentiva a peatones y ciclistas a mantenerse cada uno en su propio ‘dominio’ [33]. El número promedio de peatones en relación a lo ancho del perfil disponible ofrece un buen indicador del grado posible de combinación. Es, por lo tanto, principalmente

Cuadro 20. Posibles combinaciones ciclistas-peatones

Número de peatones por hora por metro de ancho del perfil¹⁾ Solución recomendada [33]

< 100	Totalmente integrados
100 – 160	Separación; cauce de ciclotráfico con perfil continuo (sin diferencias de altura)
160 – 200	Separación; cauce de ciclotráfico con perfil de sección
> 200	No es posible combinar

¹⁾El número de peatones que pasan por una línea imaginaria que cruza toda la calle en una hora, dividido por el total de ancho del perfil, en metros.

los volúmenes de tráfico peatonal en relación al ancho del perfil (densidad peatonal) lo que determina la respuesta a la pregunta acerca de combinar o no combinar los dos tipos de tráfico. El cuadro 20 muestra las soluciones para los distintos valores.

Se puede integrar el tráfico de ciclistas y peatones si pasan menos de 200 peatones por hora por metro de ancho del perfil. Otros volúmenes peatonales no permiten una integración efectiva de los dos tipos de flujos. El diseñador tendrá, entonces, que buscar otras opciones, tomando en cuenta que los volúmenes de flujos peatonales fluctúan considerablemente. Las compras tarde en la noche y los sábados pueden conllevar problemas que no existen en otros horarios. Aunque un diseño se basa en un momento indicativo, otro régimen de tránsito puede aplicarse fuera de ese momento. En otras palabras, no porque se les prohíba a los ciclistas circular en un horario, como por ejemplo un horario de compras tarde en la noche o los sábados, se deban prohibir en el resto de la semana.



Un volumen menor a 100 peatones por hora por metro de ancho del perfil, permite la plena integración, sin una infraestructura especial. Entre 100 y 200 los peatones por hora por metro de ancho del perfil, recomendamos una separación. Para hasta 160 peatones, será suficiente una separación visual (uso de material, demarcaciones). Para más de 160 peatones, recomendamos un cauce especial para el ciclotráfico.

La ventaja de integrar el tráfico en bicicletas y a pie es que se maximiza el movimiento lateral para ambos tipos de tráfico. La ventaja de la separación es que los peatones y ciclistas se molestan mutuamente mucho menos. También reduce el riesgo de accidentes entre ambos. Sin embargo, no se debe sobreestimar la molestia y los riesgos de combinar estos dos tipos de tráfico. Un estudio alemán mostró que una aversión inicial entre el público hacia la presencia de ciclistas en zonas peatonales se

fue reduciendo significativamente después de un año de experiencia práctica. Otro estudio alemán reveló que los ciclistas tienden a adaptar su comportamiento, incluso desmontando, cuando las densidades peatonales son altas. Este estudio también refuta la suposición de que una vez que se permitan a los ciclistas en sectores peatonales, tenderán a andar más rápido. Finalmente, demuestra que rara vez los accidentes entre ciclistas y peatones son graves.

El diseño para una separación

Con volúmenes de entre 100 a 160 peatones por hora por metro de ancho del perfil, basta una simple demarcación que indica el cauce para el ciclotráfico. Al mismo tiempo, recomendamos un buen diseño espacial de la calle. Este debería facilitar el reconocimiento del cauce para el ciclotráfico entre los mismos ciclistas. Esta separación, además, no debe ser demasiado ‘duro’. Tampoco debe contar con medidas legales de respaldo, para evitar la creación de una intolerancia mutua, si ambos grupos ‘invocan sus derechos’.

Con volúmenes de más de 160 peatones por hora, recomendamos un cauce para el ciclotráfico que atraviesa la zona peatonal. Para facilitar su reconocimiento, debe ser de un pavimento y/o un color diferente. Al mismo tiempo, sin embargo, no debe ser demasiado restrictiva la separación entre los dominios de ciclistas y peatones, puesto que los ciclistas tienen que poder salir fácilmente de su dominio para estacionar sus bicicletas. Una separación ‘blanda’ también evita caídas de ciclistas y peatones. En la práctica, una separación blanda ubicada en las fronteras donde las zonas fluyan el uno hacia el otro, produce una interacción flexible entre ciclistas y peatones.

Ventanas temporales que permitan a ciclistas

La práctica ha demostrado que en zonas peatonales existe una enorme capacidad de auto-regulación. Esto significa que solo vale la pena prohibir a los ciclistas cuando realmente no es posible andar en bicicleta y al existir una razonable ruta alternativa. En ese caso, la gran mayoría de ciclistas optarán por la ruta alternativa.

En el caso de una cicloruta que atraviesa una zona peatonal (y si los volúmenes de ciclotráfico lo ameritan), se puede designar la ruta como ciclovía con el letrero G11. El perfil entonces es seccional, con pavimentos para los peatones. También es posible un perfil continuo para el cauce del ciclotráfico.

Si los volúmenes de tráfico de peatones fluctúan tanto como para hacer variar mucho la posibilidad de integrar ambos tipos de tráfico, se pueden utilizar letreros secundarios para regular los días y los horarios de uso por ciclistas. Estos reglamentos temporales deben ser claros y comprensibles para evitar la confusión. También debe haber algún espacio para una auto-regulación: cuando se prohíbe el ciclotráfico (a través de ventanas temporales), se requiere una cierta capacidad de auto-control. Debemos recordar también que las restricciones que se apliquen al ciclotráfico nunca pueden responder a todas las fluctuaciones. Esto significa que la intuición y el sentido común del ingeniero de tránsito siguen siendo importantes. Para resumir, solo se debe prohibir a los ciclistas dentro de zonas peatonales en aquellos períodos cuando se sobrepase la capacidad de auto-regulación y comiencen a ocurrir problemas obvios entre ciclistas y peatones.

5.7.2 ¿Una separación blanda entre ciclistas y peatones?

Fuera de las zonas peatonales que permitan a la bicicleta, es posible combinar el tráfico de ciclistas y peatones en otras situaciones. Esto ocurre particularmente en situaciones donde el espacio es muy limitado. En los centros urba-

nos y las calles que los rodean, no siempre es posible asignarle un espacio a cada categoría de tráfico, como podría ser ideal. Esto a menudo lleva a soluciones menos que óptimas en el caso de ciclistas y peatones, tales como veredas, ciclobandas o pistas sugeridas demasiado angostas. En este caso, es común que los ciclistas se ven obligados a usar el cauce designado para el tráfico motorizado, con algunos riesgos obvios.

En estas situaciones, el diseñador deberá analizar si una ciclobanda o pista sugerida es la mejor solución. Una combinación de ciclistas-tráfico motorizado, con las necesarias medidas de control de tráfico, puede ser la solución más segura. Otra posibilidad puede ser evitar que los ciclistas bajen a la calzada pero sí permitirles que ocupen la vereda. Después de todo, los

ciclistas y peatones son más parecidos en cuanto a masa y velocidad que ciclistas y tráfico motorizado.

En un diseño tradicional (una pista sugerida angosta), integrar a ciclistas con peatones es imposible debido a la diferencia de altura entre la calzada y la solera. Si se construye el área para ciclistas y caminantes a la misma altura o difieren solamente en un par de centímetros, sin embargo, la integración se hace posible. Otro paso sería construir un espacio reservado para ciclistas y el para los peatones a la misma altura, separados solo por una solera reducida o alguna demarcación. Puede incluso funcionar una separación inexistente o una denotada solamente por los distintos tipos de pavimento, pero esto también debe ser coherente con la calidad de la planificación urbana.



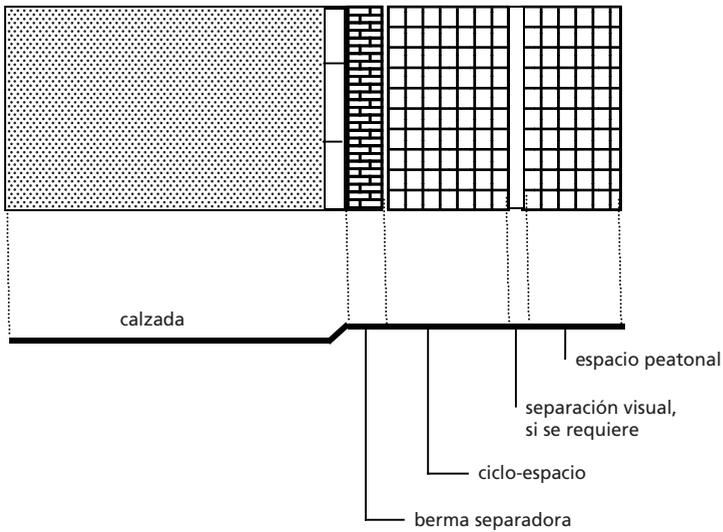


Gráfico 21. Diseño del espacio de una pista compartida



Pista integrada o mixta

El uso de una vereda o cicloavía/banda en un mismo nivel, que se llama pista integral (*combined track*) en Holanda (*aceras-bici* en España), se usa poco. Es mucho más común en los países vecinos, donde también cuentan con sus propias leyes en cuanto a la señalética. La falta de una experiencia propia en Holanda significa que este manual de diseño no puede recomendar en base a la experiencia propia.

Sin embargo, por los resultados del estudio de ciclistas en zonas peatonales, parece razonable suponer que una pista integral que combine ciclistas con caminantes es en todo caso posible cuando los volúmenes de peatones son bajos (hasta 25 peatones por hora por metro de ancho del pavimento) así como los volúmenes de ciclistas. Para reiterar, aún no conocemos valores adicionales.

Fuera del hecho de que de esta manera se hace disponible más espacio físico para ciclistas y peatones y que los ciclistas entran en menos conflictos con el tráfico motorizado, la pista integrada ofrece otra ventaja notable. Una causa común de accidentes unilaterales de bicicleta es que los ciclistas se pegan contra el borde de la vereda con su pedal. Sin solera, se elimina este tipo de accidente. Finalmente, otra ventaja puede surgir en el caso de que haya vehículos estacionados en un costado de la calzada. Es más seguro para los ciclistas pasar por el lado derecho de los vehículos estacionados, ya que hay mucho más probabilidad de que se abrirá la puerta por el lado del conductor (o sea, el lado izquierdo).

No recomendamos una pista integral ciclista-peatón, donde falta el espacio, donde se utiliza la vereda para actividades que involucran una estadía en el lugar (para jugar, comprar, comer, etc.). Estas actividades entrarían en conflictos continuos con el ciclotráfico de paso, una situación desagradable para ambos grupos. Donde falta el espacio y muchos adultos mayores ocupan la vereda, los diseñadores deberían considerar esta solución con mucho cuidado, porque este último grupo se siente 'en riesgo' con mucha facilidad.

5.8 Las bicicletas y los usuarios 'especiales' de las calles

Triciclos de carga

En teoría, los triciclos de carga están sujetos a las mismas reglas que las bicicletas. Sin embargo, existe una provisión especial que declara que los usuarios de bicis de más de dos ruedas (incluyendo triciclos de carga) y las

bicicletas con carros de arrastre de un ancho mayor a 0,75 m (incluyendo su carga) pueden utilizar la calzada. Esto también aplica en el caso de una ciclovía obligatoria.

Patinadores

No reciben una mención aparte los patinadores en el código de tránsito de 1990 (*1990 Dutch Highway Code, RVV*). En un contexto formal, se consideran peatones, lo cual significa que están sujetos a las mismas reglas. Si un pavimento o vereda está presente, los patinadores deben ocuparlo. En su ausencia, pueden utilizar una ciclovía o vía ciclo-ciclomotor. Los patinadores que se acercan desde la derecha no tienen preferencia.

El hecho de que los patinadores a menudo ocupan la ciclovía, particularmente si tiene un pavimento liso, no cambia esta situación. La pregunta es si este uso -- ilegal -- de una ciclovía o vía ciclo-ciclomotor por patinadores





debe influenciar el diseño. Si un número alto de patinadores ocupa con frecuencia una ciclovía, produciendo conflictos regulares, recomendamos enanchar la ciclovía para reducir los riesgos de una molestia mutua.

Patinadores incluyen los deportistas de diferentes tipos, y personas que ocupan una patineta o un carrito a pedales.

Ciclomotores ligeros

En términos de su lugar en el sistema vial, los ciclomotores livianos ($V_{\max} = 25 \text{ km/h}$) se tratan igual a las bicicletas. Las reglas del código vial holandés pertinentes para ciclistas y sus

vehículos también se aplican a los ciclomotores ligeros y sus usuarios. Sin embargo, se permiten a los ciclomotores ligeros en una ciclovía optativa solo con sus motores apagados.

Autos de un asiento con motor de ciclomotor

Este es un vehículo con más de dos ruedas y la carrocería de un automóvil. La sección 2a del código de tránsito holandés indica que las reglas que se aplican a los vehículos motorizados, sus conductores y pasajeros también rigen para los automóviles de un asiento, sus conductores y pasajeros. Esto significa que a diferencia del usuario de un ciclomotor 'normalí, los conductores de un automóvil de un asiento deben cumplir con las normas que se aplican a los conductores de automóviles en el código de tránsito. En otras palabras, los automóviles de un asiento deben ocupar la calzada (y no la ciclovía) y no pueden estacionar en una ciclovía o vereda.

Vehículos para las personas discapacitadas

Según la Sección 7 del código de tránsito holandés, los conductores de vehículos para personas discapacitadas⁵⁾ pueden elegir libremente su lugar en el camino. Pueden ocupar el pavimento, la vereda, la ciclovía, la vía ciclo-ciclomotor, o una pista principal. Si la calzada cuenta con una ciclobanda, sin embargo, deben usarla. Esto significa que fuera de los ciclistas, los conductores de vehículos para discapacitados son los únicos usuarios viales que se permitan en las ciclobandas demarcadas con una línea continua. Ya que el máximo permisible de un vehículo para discapacitados es un 1,10 m y el de una bicicleta 0,75 m, el ancho mínimo de una ciclobanda con una línea continua es de 2,00 m (incluyendo 0,15 m de amortiguación o *shy distance*).

5) NdeT: Aquí no se refieren a un vehículo tipo automóvil o furgón, sino tipo silla de ruedas y relacionado.

Jinetes

Según el código de tránsito holandés, se consideran a los jinetes como conductores. Su lugar en la calzada es un camino de herradura. Si no existe, deben ocupar la berma o la calzada. Ya que se define a la calzada como 'cada sección vial diseñada para vehículos que se conducen, salvo las ciclovías y las vías ciclo-ciclomotorí, no pueden utilizar la ciclovía. En la práctica, sin embargo, los jinetes la ocupan a menudo. Donde esto ocurre con frecuencia (cerca de escuelas de equitación, por ejemplo), recomendamos crear un camino de herradura, puesto que los jinetes y sus caballos pueden afectar la comodidad e incluso constituir un riesgo para ciclistas.

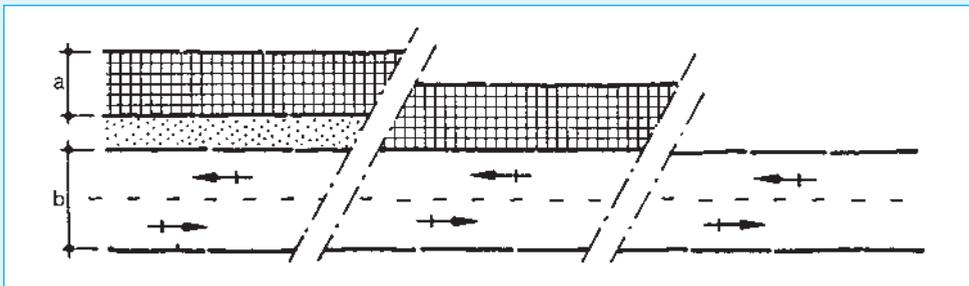


Descripción	Señalética para ciclofacilidades
Función	Según definiciones legales.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • G11 ciclovía obligatoria, G12 fin de ciclovía obligatoria • G12a vía ciclo-ciclomotor obligatoria, G12b fin de la misma • G13 ciclovía optativa (se prohíben ciclomotores y ciclomotores ligeros con motores), G14 fin de ciclovía optativa
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • G11, posiblemente con letrero secundario 0406, para ciclovías bidireccionales • Se recomienda una demarcación central en vías bidireccionales • Decreto de tránsito (<i>traffic decree</i>) esencial para toda señalética • No se puede aplicar por zona.
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • Se puede ubicar desde el G11 al G14 al costado derecho o izquierdo de la vía • Se ubican los G13 y G14 en las ciclovías apartadas en parques, etc. y el tamaño puede variar (0,60 x 0,20 m) • El tamaño de los G11 y G12a en las ciclovías apartadas en parques, etc. puede variar (diámetro menor a 0,40 m)



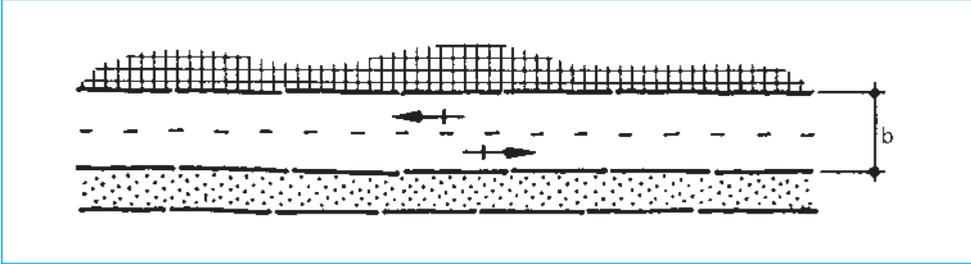
Descripción	Ciclovía apartada									
Función	Entrega una conexión para ciclistas.									
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • dentro y fuera de zonas urbanas • conexión en redes cicloviales recreativos y de transporte • acortar distancia entre barrios, distritos, áreas • tráfico bidireccional 									
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • letrero G11 (ciclovía obligatoria) o G13 (ciclovía optativa) • velocidad de diseño 30 km/h para ciclorutas/ciclorutas principales y 20 km/h para red básica • se recomienda marcar línea central en las ciclorutas de transporte • se prefiere pavimento no poroso (asfalto o hormigón) • rutas para transporte en zonas urbanas preferentemente con iluminación 									
Dimensiones	<table border="1"> <thead> <tr> <th>volúmenes horario máximo (bidireccional) (bicicletas/hora)</th> <th>ancho vía</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0 – 50</td> <td>2,00 m¹⁾</td> </tr> <tr> <td>50 – 150</td> <td>2,50 m¹⁾</td> </tr> <tr> <td>> 150</td> <td>3,50 m</td> </tr> </tbody> </table>	volúmenes horario máximo (bidireccional) (bicicletas/hora)	ancho vía	0 – 50	2,00 m ¹⁾	50 – 150	2,50 m ¹⁾	> 150	3,50 m	
volúmenes horario máximo (bidireccional) (bicicletas/hora)	ancho vía									
0 – 50	2,00 m ¹⁾									
50 – 150	2,50 m ¹⁾									
> 150	3,50 m									
	<p>1) hasta un ancho de 2,50 m, la ruta tiene una berma cruzable en ambos costados, permitiendo maniobras evasivas</p> <ul style="list-style-type: none"> • línea central marcada: 30-270 en las secciones rectas, 270-30 en las curvas⁶⁾ • ancho de cualquier vereda (a) ≥ 1,00 m 									
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • la comodidad para las bicicletas • la seguridad para las bicicletas • molestia mutua entre ciclistas y peatones si falta vereda o sendero • falta de seguridad social cuando aislada • molestia producto de uso prohibido de ciclomotores y motocicletas 									
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • los bolardos • sendero • dispositivo de reducción de velocidad para ciclomotores (para obligar a los ciclomotores ligeros a reducir la velocidad) 									
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • vía ciclo-ciclomotor apartada 									

6) NdeT: Estos números se refieren a lo largo de la línea pintada y el espacio entre líneas, así que "30-270" se refiere a una línea de 30 cm de largo, con un espacio de 270 cm entre medio, lo que se utiliza para las secciones rectas; la regla es al revés para las curvas, como se observa en esta ficha.

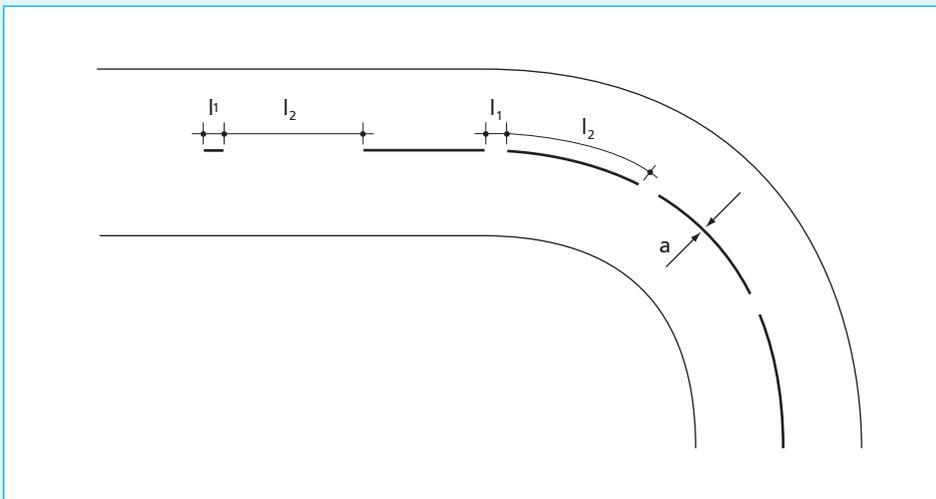


Descripción	Vía ciclo-ciclomotor apartada	
Función	Entrega una conexión para las bicicletas y ciclomotores.	
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • dentro y fuera de zonas urbanas • conexión en redes cicloviales recreativos y de transporte • acortar distancia entre barrios, distritos, áreas • tráfico bidireccional 	
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • letrero G12a (ciclovía/ciclomotor obligatoria) • la velocidad de diseño 30 km/h para ciclorutas/ciclorutas principales en zonas urbanas y 40 km/h fuera de zonas urbanas • línea central marcada • preferentemente pavimento no poroso (asfalto o hormigón) • rutas para transporte en zonas urbanas preferentemente con iluminación 	
Dimensiones	volúmenes horario máximo (bidireccional) (bicicletas/hora)	ancho vía
	0 – 50 50 – 150 > 150	2,00 m 3,00 m 4,00 m
	<ul style="list-style-type: none"> • línea central marcada: 30-270 en las secciones rectas, 270-30 en las curvas • ancho de posible sendero (a) ≥ 1,00 m 	
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • la comodidad para las bicicletas y ciclomotores • la seguridad para las bicicletas y ciclomotores • molestia mutua entre ciclistas y usuarios ciclomotores • molestia mutua entre ciclistas/usuarios ciclomotores y los peatones si falta vereda • falta de seguridad social cuando aislada • molestia producto de uso prohibido by motocicletas 	
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • los bolardos • sendero • dispositivo de reducción de velocidad de ciclomotores 	
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • ciclovía apartada 	

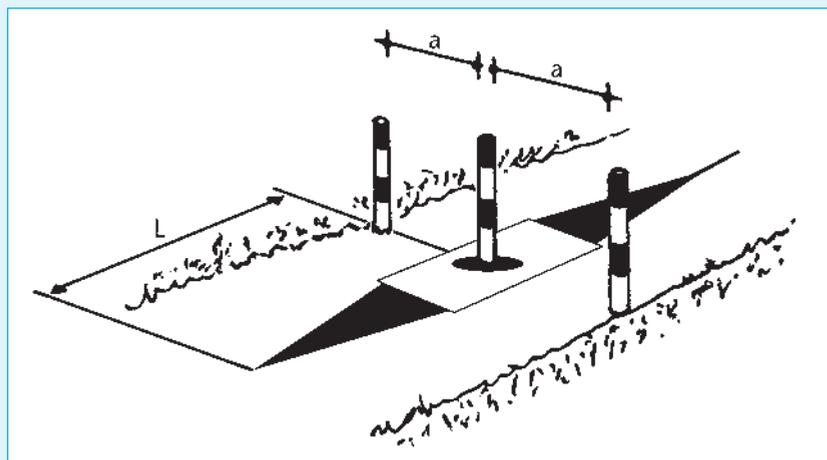
F3



Descripción	Línea central marcada en ciclovías
Función	<p>Separa los flujos bidireccionales.</p> <p>Sirve de guía para los y las usuarios.</p>
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • en ciclovías bidireccionales • en ciclovías $\geq 2,00$ m de ancho • como línea de advertencia en lugares de mayor riesgo de colisión frontal (por ejemplo en las curvas con visibilidad limitada)
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • material termoplástico, pintura vial, material de pavimento (no se recomienda perfil) • para calles laterales, se recomienda material termoplástico, por el alto nivel de desgaste
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • $a = 0,10$ m para material termoplástico y pintura vial; en el caso del material de pavimento, según su ancho (0,15 a 0,30 m) • línea central marcada, normal: $l_1 = 0,30$ m, $l_2 = 2,70$ m • línea de advertencia: $l_1 = 2,70$ m, $l_2 = 0,30$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • debe ser claro que tráfico es bidireccional • buena guía



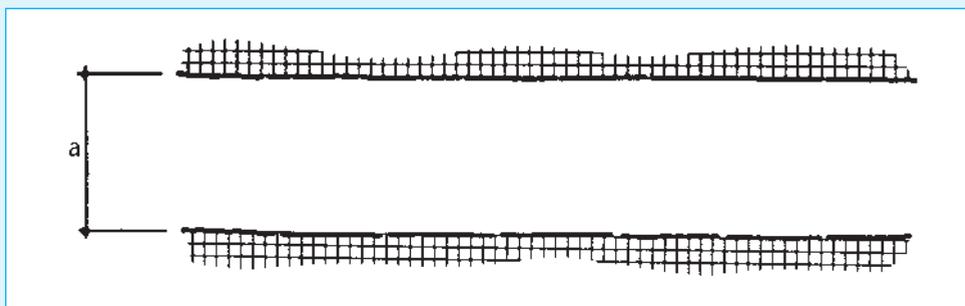
Descripción	Bolardo
Función	Excluye el tráfico motorizado no deseado.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • si otras medidas no resultan • en ciclovías dentro y fuera de zonas urbanas • como medida suplemental para letrero G11, G12a o G13
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • ocupar un color (rojo-blanco) de contraste, para los discapacitados visuales • con bisagra, plegable o removible para el acceso de vehículos anchos (bomberos, mantención de tránsito) • se exige entrada arrugada de demarcación para bolardo central • buena iluminación esencial
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho efectivo al lado de bolardo (a) = 1,50 (1,00) m; en la ausencia de una ruta alternativa, un espacio de 1,20 m (que permita vehículos de discapacitados) • largo de la demarcación de entrada (L) \geq 5,00 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • excluir el tráfico • molestia para ciclistas (restricción de ancho) • peligroso para ciclistas (riesgo de colisiones) • molestia en las rutas invernales (donde se pone arena, ripio fino o sal, <i>gritting routes</i>)
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • sin bolardo (si el tráfico motorizado es solo ocasional) • angostamiento físico por ambos lados de la ciclovía • isla de tráfico central incruzable en la ciclovía



Descripción	Pista para tráfico mixto
Función	Entrega una conexión para todo tipo de vehículo.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • calle de servicio • dentro y fuera de zonas urbanas • $V_{max} = 30$ km/h en zonas urbanas, 60 km/h afuera • $I_{vehículo\ motorizado} < 5.000$ vm/día
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • pavimento no poroso o elementos • fuera de zonas urbanas, parte del ancho requerido puede ser berma pavimentada • estacionamiento fuera de la calzada
Dimensiones	<p>ancho de pista (a) en zonas urbanas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3,85 m (basado en una combinación de auto/bicicleta): sólo en condiciones de muy bajo volumen • 4,60 m (basado en una combinación de auto/auto) • 4,85 m (basado en una combinación de auto/bicicleta/bicicleta) <p>ancho de pista (a) dentro de zonas urbanas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 4,50 m (basado en una combinación de auto/bicicleta; posiblemente consiste en 3,50 pista + 2 x 0,50 m pavimento berma) • 5,50 m (basado en una combinación de auto/bicicleta/bicicleta, posiblemente consiste en 4,00 m pista + 2 x 0,75 m pavimento berma) posible demarcación de borde (1-3) a un máximo de 0,25 m del pavimento lateral
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • perfil angosto ayuda a reducir la velocidad • en volúmenes bajos de autos y ciclos, un perfil angosto ofrece bastante espacio • combinado con el tráfico de autos con un límite de 60 km/h (fuera de zonas urbanas), el tema primordial no es la comodidad o la seguridad para ciclistas
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • vereda o sendero • bahía de estacionamiento paralela (preferentemente con franja de reacción crítica para ciclistas) • fuera de zonas urbanas: guías (demarcadores) en las curvas • reductores de velocidad • fuera de zonas urbanas: berma reforzada, bloques de hormigón celular • fuera de zonas urbanas: posible demarcación de borde

Descripción**Pista para tráfico mixto****Alternativas**

- pista para tráfico mixto con tráfico unidireccional parcial
- pista para tráfico mixto con tráfico unidireccional parcial y ciclobanda en dirección contraria



Descripción	Pista para tráfico mixto con tráfico unidireccional parcial
Función	Entrega una conexión para todo tipo de vehículo. Influye en la opción de ruta de los motoristas sin limitar ciclotráfico.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • calle unidireccional para vehículos motorizados • dentro y fuera de zonas urbanas • $V_{max} = 30$ km/h en zonas urbanas, 60 km/h afuera • $I_{vehículo\ motorizado} < 5.000$ vm/día
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • letrero C2, C3, C4 con letrero suplemental 101 o 103 • pavimento no poroso o elementos • fuera de zonas urbanas, una parte de la vereda necesaria puede ser berma pavimentada
Dimensiones	<p>en zonas urbanas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3,85 m (basado en una combinación de auto/bicicleta) • 4.85 (basado en una combinación de auto/bicicleta/bicicleta) <p>fuera de zonas urbanas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 3,50 m pista + 2 x 0,50 m pavimento berma (basado en una combinación de auto/bicicleta) • 4,00 m pista + 2 x 0,75 m pavimento berma (basado en una combinación de auto/bicicleta/bicicleta)
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • baja velocidad por el perfil angosto • al permitir pasar a los ciclistas en la dirección opuesta, se evita un desvío • con volúmenes bajos de autos y ciclos, un perfil angosto ofrece bastante espacio
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • vereda o sendero • bahía de estacionamiento paralela (preferentemente con franja de reacción crítica para ciclistas) al lado derecho de la calzada (mirando hacia donde el tráfico motorizado se dirige) • fuera de zonas urbanas: guías (demarcaciones) en las curvas • reductores de velocidad • fuera de zonas urbanas: posible demarcación de borde (1-3) a un máximo de 0,25 m del pavimento lateral
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • pista con perfil mixto, con tráfico unidireccional parcial y ciclobanda en el sentido contrario



C2

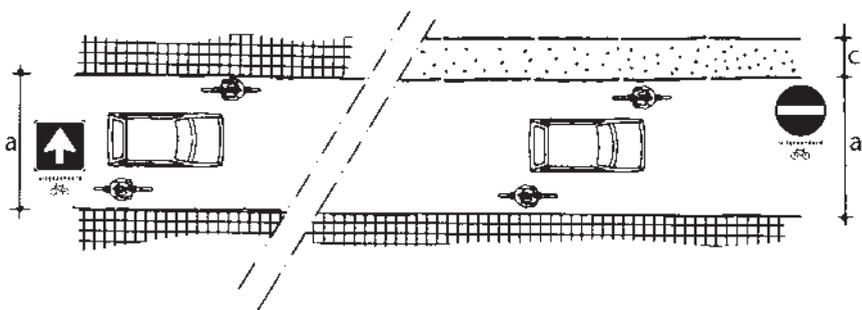


C3



C4

C2: calle unidireccional, cerrado por este lado a vehículos, jinetes y con guías para andar en caballo o animales de arrastre o ganado
 C3, C4: calle unidireccional



Descripción	Pista para tráfico mixto con tráfico unidireccional parcial y ciclobandas en el sentido contrario
Función	Entrega una conexión para todo tipo de vehículo. Influye en la opción de ruta de los motoristas sin limitar ciclotráfico.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • calle de servicio con tráfico unidireccional para vehículos motorizados • dentro y fuera de zonas urbanas • sin estacionamiento en la calzada
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • letrero C2, C3, C4 con letrero suplemental 101 o 103 • ciclobanda en la dirección opuesta • ciclobanda preferentemente en red • posible separación física entre ciclobanda y pista (sólo si ciclobanda $\geq 2,00$ m de ancho); si se requiere sólo en calles laterales
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • diseño de ciclobanda: ver ficha técnica para ciclobanda (Ficha 16) • ancho de pista (a) $\geq 3,50$ m • ancho de ciclobanda (b) 1,50 a 2,00 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • espacio marcado para ciclistas, legalmente reconocido • usuarios (no-ciclistas, no-conductores) de vehículos para discapacitados no se permiten en la ciclobanda (con línea continua de demarcación) o sólo si no se limite el movimiento de ciclistas (con línea de puntos) • vehículos no pueden detenerse en la ciclobanda o la pista adyacente • ciclistas no deben ser obligados a desviarse por el tráfico unidireccional (de vehículos motorizados) • posibilidad de carga y descarga ilegal • posibilidad de mayores velocidades de vehículos motorizados si se ensancha la pista para la ciclobanda
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • bahía de estacionamiento (con franja de reacción crítica), preferentemente al lado derecho de la calzada mirando hacia el tráfico motorizado se dirige
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • pista para tráfico mixto con tráfico unidireccional parcial (sin ciclobanda en el sentido contrario)



C2

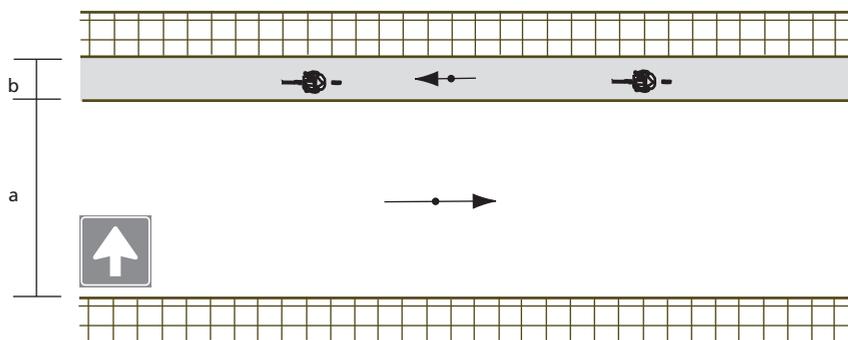


C3

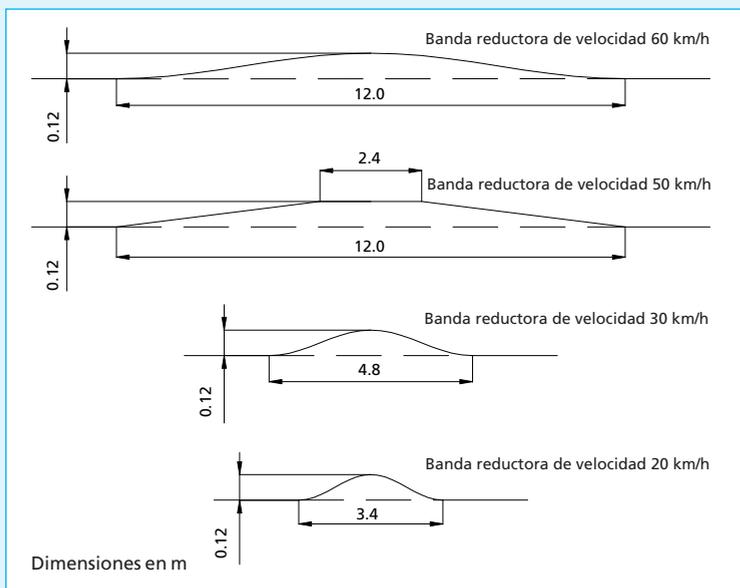


C4

C2: calle unidireccional, cerrado por este lado a vehículos, jinetes y con guías para andar en caballo o animales de arrastre o ganado
C3, C4: calle unidireccional



Descripción	Facilidades de reducción de velocidad cicloamistosas
Función	Reduce la diferencia de velocidad entre bicicletas y tráfico motorizado.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • calle de servicio dentro y fuera de zonas urbanas • vía recolectora en zonas urbanas • empalme con cicloruta o cicloruta principal
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • con reductores de velocidad verticales o horizontales • para una implementación cicloamistosas, hay dos opciones: <ul style="list-style-type: none"> - ciclistas pasan a un costado del reductor de velocidad - se diseña una pendiente sinusoidal • el reductor de velocidad debe calzar con la función de la calle • a la velocidad de diseño de 30 km/h recomendado en puntos de conflicto con muchos ciclistas
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • según la función de la calle y el tipo de reductor de velocidad • ancho de una posible circunvalación (<i>bypass</i>) para ciclistas: 1,50 (1,20) m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • normalmente las facilidades verticales más efectivas • pendiente sinusoidal ofrece relativamente poca molestia • a veces las facilidades verticales producen vibración molesta • circunvalación de ancho restringido molesta a ciclistas
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • apoyo visual



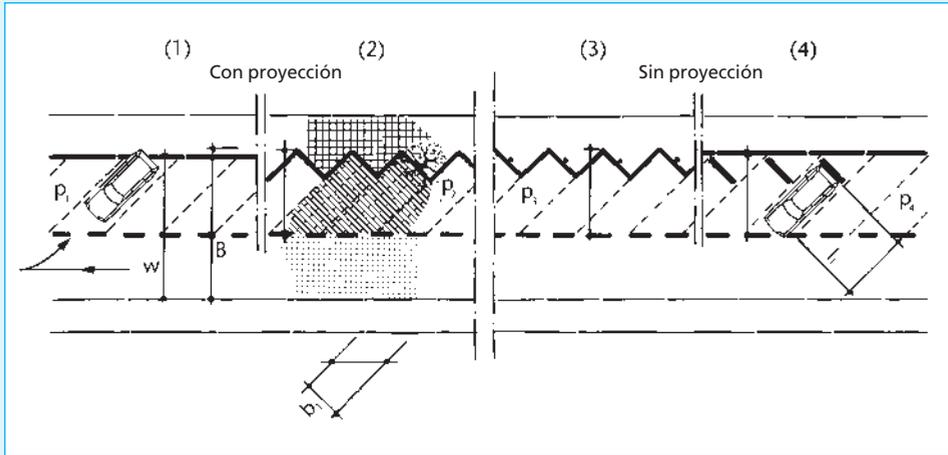
Descripción	Bahía de estacionamiento paralela con estacionamiento de cola (ángulo estacionamiento > 30°)																						
Función	Entrega de estacionamientos cicloamistosos para el tráfico motorizado.																						
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • calle de servicio y vía recolectora en zonas urbanas • posiblemente con tráfico unidireccional parcial 																						
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • demarcar bahía de estacionamiento utilizando lomos elevados en calles laterales, salidas, etc. • al principio/ final de la bahía de estacionamiento, tomar en cuenta la visibilidad de los que se acercan desde calle lateral • bahías de un pavimento de material diferente • posiblemente una franja de reacción crítica entre bahía de estacionamiento y ciclofacilidad/pista • diferencia de altura o separación física entre bahía de estacionamiento y vereda 																						
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de bahía de estacionamiento (b_1) 2,30 – 2,50 m • largo de bahía de estacionamiento (m) según ángulo estacionamiento: <table border="1" data-bbox="386 882 682 1101"> <thead> <tr> <th></th> <th>60°</th> <th>45°</th> <th>30°</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>p_1</td> <td>4,75</td> <td>4,45</td> <td>3,90</td> </tr> <tr> <td>p_2</td> <td>4,80</td> <td>4,65</td> <td>4,15</td> </tr> <tr> <td>p_3</td> <td>5,30</td> <td>5,05</td> <td>4,45</td> </tr> <tr> <td>p_4</td> <td>5,15</td> <td>4,85</td> <td>4,20</td> </tr> </tbody> </table> • cauce para tráfico motorizado (w) > 4,00 m (espacio para la maniobra de estacionarse) 				60°	45°	30°	p_1	4,75	4,45	3,90	p_2	4,80	4,65	4,15	p_3	5,30	5,05	4,45	p_4	5,15	4,85	4,20
	60°	45°	30°																				
p_1	4,75	4,45	3,90																				
p_2	4,80	4,65	4,15																				
p_3	5,30	5,05	4,45																				
p_4	5,15	4,85	4,20																				
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • maniobra de estacionarse de cola más fácil que en el caso del estacionamiento paralelo • la seguridad para ciclistas: no hay riesgo de puertas que se abren • buena visibilidad de ciclistas cuando se estaciona y se va • no hay peatones en la pista/ciclobanda • en la ausencia de vehículos estacionados, no queda un perfil de calle innecesariamente ancho • más espacios de estacionamiento por cada sección de calle, comparado con el estacionamiento paralelo • pobre visibilidad de peatones que cruzan • vehículos estacionados/detenidos en la pista puede dificultar la salida • altos volúmenes de estacionamiento limitan el acceso a los edificios • fuera de hogares: más emisiones más cercanas a ellos. 																						

Descripción

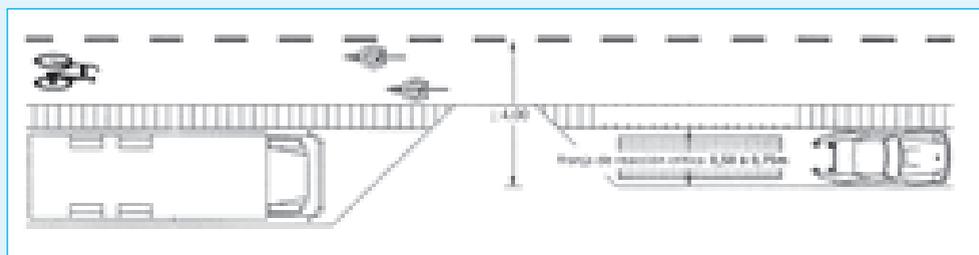
Bahía de estacionamiento paralela con estacionamiento de cola (ángulo estacionamiento > 30°)

Alternativas

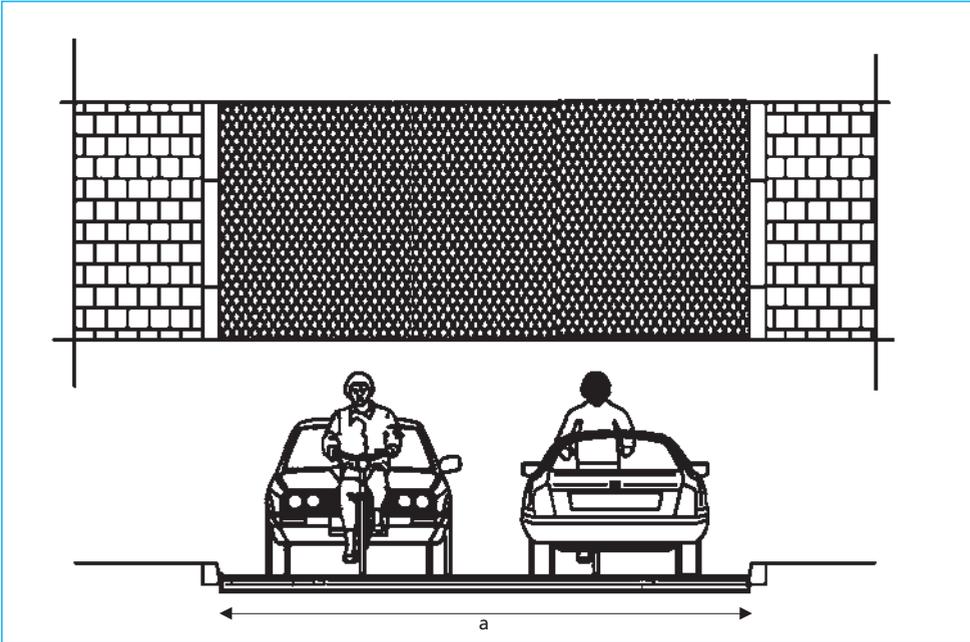
- bahía de estacionamiento paralela a la pista



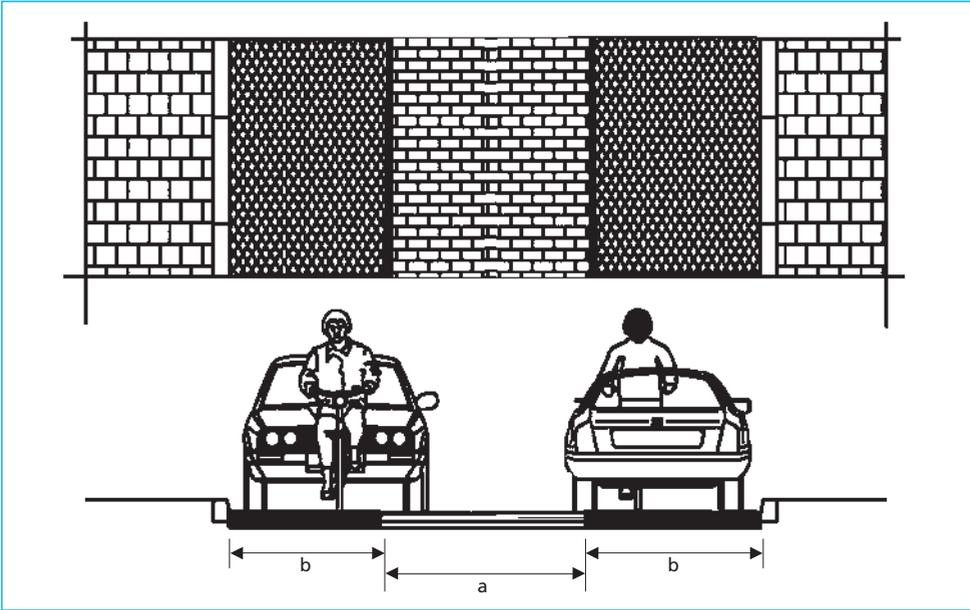
Descripción	Franja de reacción crítica
Función	Es un espacio amortiguador para la seguridad de ciclistas cerca de vehículos estacionados.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • dentro y fuera de zonas urbanas • 'espacio de amortiguación' entre pista-ciclobanda y bahía de estacionamiento • si el total del ancho de la vereda (a) $\geq 4,00$ m
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • se ocupa un pavimento distinto, comparable con el de la pista/ciclobanda y bahía de estacionamiento
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de franja de reacción crítica 0,50 a 0,75 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • la seguridad para ciclistas (menos riesgo de accidente producto de puertas que se abren y las maniobras evasivas resultantes) • también se puede ocupar esta pista para el drenaje • uso adicional de espacio



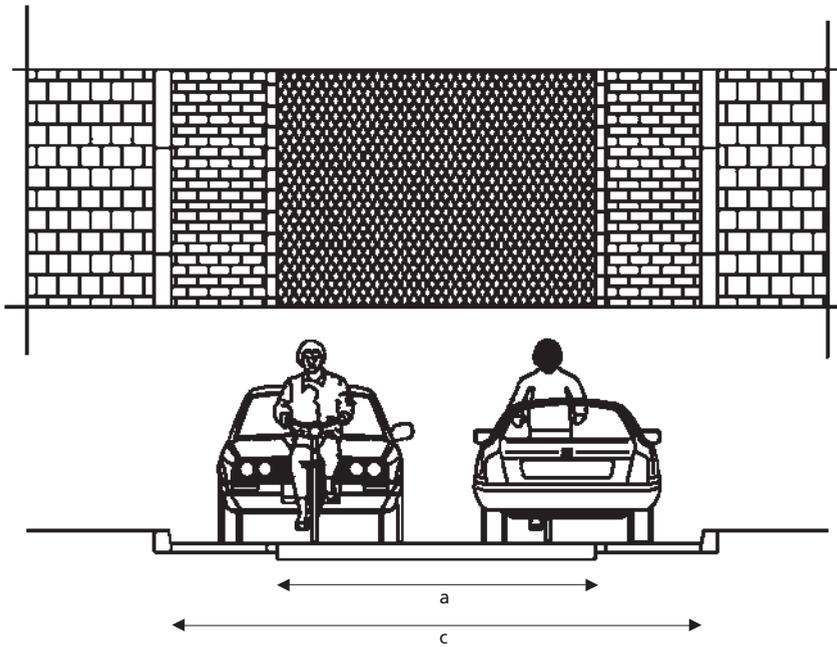
Descripción	Ciclocalle con perfil mixto
Función	Ofrece una ciclo-conexión de alta calidad, compartida con el tráfico motorizado.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • calle de servicio dentro y fuera de zonas urbanas • cicloruta o cicloruta principal • $I_{\text{bicicleta}} \geq 2 \times I_{\text{vehículo motorizado}}$ • $I_{\text{vehículo motorizado}} < 500 \text{ vm/día}$ • $V_{\text{max}} = 30 \text{ km/h}$ (dentro y fuera de zonas urbanas)
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • pavimento preferentemente de superficie cerrada • pavimento preferentemente rojo (para facilitar reconocimiento de la ciclovía/cicloruta principal) • regulación de la preferencia en intersecciones (ciclocalle tiene la preferencia), posiblemente con medidas de reducción de velocidad • guía de ruta en puntos de opción (donde sea necesario) • sin estacionamiento en la pista
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de cauce de tráfico (a) 4,50 m (espacio generoso para 2 x 2 tomando en cuenta ciclistas que vienen desde la dirección contraria)
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • la seguridad para ciclistas • la comodidad para ciclistas • conductores entienden que es una cicloruta/cicloruta principal • sin medidas adicionales, también atractivo para tráfico motorizado
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • bahía de estacionamiento con franja de reacción crítica • reductores de velocidad • alternar el tráfico unidireccional para vehículos motorizados
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • ciclocalle con ciclistas más hacia el medio • ciclocalle con ciclistas al costado



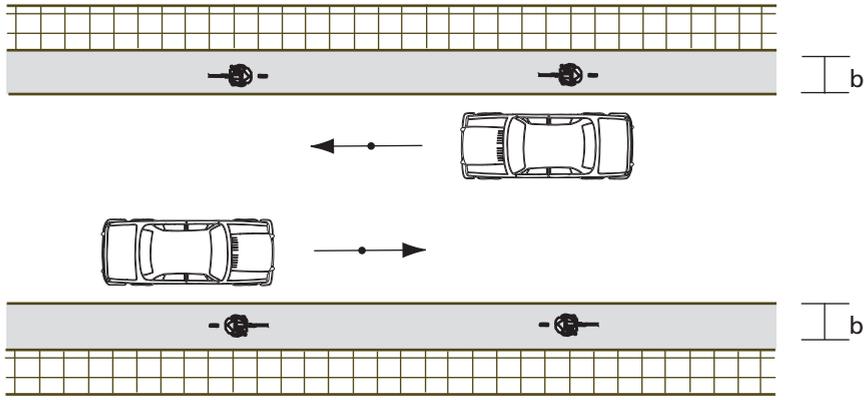
Descripción	Ciclocalle con ciclistas al costado
Función	Ofrece una cicloconexión de alta calidad compartida con el tráfico motorizado.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • calle de servicio • dentro y fuera de zonas urbanas • cicloruta/cicloruta principal • $I_{\text{bicicleta}} \geq 2 \times I_{\text{vehículo motorizado}}$ • $I_{\text{vehículo motorizado}} < 500 \text{ vm/día}$ en tráfico bidireccional • $I_{\text{vehículo motorizado}} < 2.000 \text{ vm/día}$ en tráfico unidireccional • $V_{\text{max}} = 30 \text{ km/h}$
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • pavimento preferentemente superficie cerrada • pavimento ciclobanda preferentemente rojo • regulación de la preferencia en intersecciones (ciclocalle tiene la preferencia), posiblemente con medida de reducción de velocidad • transición suave entre ciclobandas y pista para vehículos motorizados • guía de ruta en puntos de opción (donde sea necesario) • estacionamiento fuera de la pista
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de ciclobandas (b) 2,00 m • ancho de cauce para el tráfico motorizado (a) máximo de 3,50 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • la seguridad para ciclistas • la comodidad para ciclistas • conductores entienden que es una cicloruta/cicloruta principal • sin medidas adicionales, también atractivo para tráfico motorizado
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • bahía de estacionamiento con franja de reacción crítica • medidas de reducción de velocidad • alternar tráfico unidireccional para vehículos motorizados
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • ciclocalle con ciclistas more en el medio • ciclocalle con perfil mixto (cuando $I_{\text{vehículo motorizado}} < 500 \text{ vm/día}$)



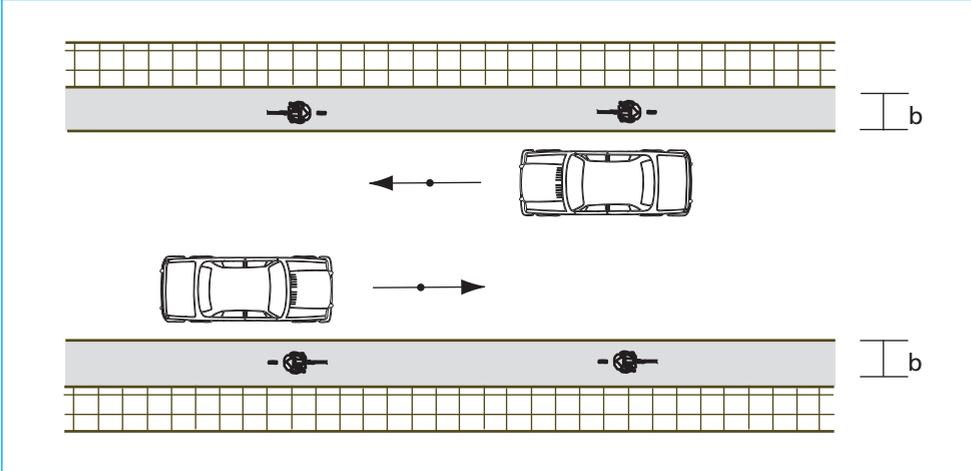
Descripción	Ciclocalle con ciclistas más al medio
Función	Ofrece una cicloconexión de alta calidad compartida con el tráfico motorizado.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • calle de servicio • dentro y fuera de zonas urbanas • cicloruta/cicloruta principal • $I_{\text{bicicleta}} \geq 2 \times I_{\text{vehículo motorizado}}$ • $I_{\text{vehículo motorizado}} < 2.000 \text{ vm/día}$ en tráfico unidireccional • $V_{\text{max}} = 30 \text{ km/h}$ • no aplicar en el caso del tráfico motorizado bidireccional
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • pavimento preferentemente superficie cerrada para cauce de tráfico • franja en el borde, con pavimento de elementos • pavimento ciclobanda preferentemente rojo (para reconocimiento fácil de cicloruta/cicloruta principal) • franja en el borde de negro/gris • regulación de preferencia en intersecciones (ciclocalle tiene preferencia) • transición suave entre ciclobanda y pista para vehículos motorizados • guía de ruta en puntos de opción (donde sea necesaria) • estacionamiento fuera de la pista
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de la pista (a) 4,50 m • ancho de la franja del borde (b) 0,75 m • ancho de cauce de tráfico (c) 3,00 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • la seguridad para ciclistas • la comodidad para ciclistas • conductores entienden que es una cicloruta/cicloruta principal • sin medidas adicionales, también atractivo para tráfico motorizado
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • separación de pista • banda de estacionamiento paralelo con entrada de cola • bahía de estacionamiento con franja de reacción crítica • reductores de velocidad
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • ciclocalle con ciclistas al costado • ciclocalle con perfil mixto (at $I_{\text{vehículo motorizado}} < 500 \text{ vm/día}$)



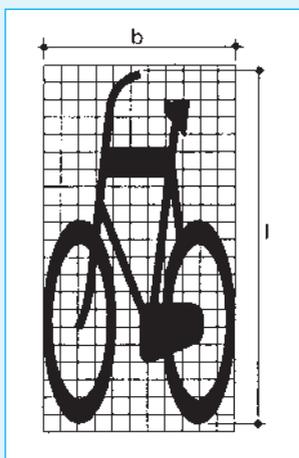
Descripción	Ciclobanda con dos cauces para el tráfico motorizado
Función	Indica y asegura la posición de ciclistas.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • calle de servicio dentro y fuera de zonas urbanas • vía recolectora en zonas urbanas • cicloruta/cicloruta principal • $I_{\text{vehículo motorizado}} > 2.000 \text{ vm/día}$
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • pavimento rojo en ciclobanda • aplicar símbolo de bicicleta después de cada calle lateral y si se requiere, cada 50 a 100 m en zonas urbanas o 500 - 750 m fuera de zonas urbanas • línea de puntos (1-1) o continuo de demarcación; este último interrumpido por línea 1-1 en salidas y bahía de estacionamientos • no se recomienda estacionamiento al lado de ciclobanda; si se permite, sólo con franja de reacción crítica (ancho 0,50 a 0,75 m)
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de pista (b) marcado con línea continua 2,00 a 2,50 m • ancho de pista (b) marcado con línea de puntos 1,50 a 2,00 m • ancho de línea de demarcación 0,10 a 0,15 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • lugar claro en perfil transversal de la sección (aumentar visibilidad), legalmente reconocido • usuarios viales (no-ciclistas, no-conductores de vehículos para discapacitados) no pueden ocupar la ciclobanda (marcada con línea continua) o sólo si no se limiten a los ciclistas (marcada con línea de puntos) • vehículos no pueden detenerse en ciclobanda o pista adyacente • posibilidad de carga y descarga ilegal • posibilidad de aumento de velocidad de vehículos motorizados si se ensancha pista para incorporar ciclobanda • co-utilización por el tráfico motorizado (línea de puntos) • sin protección física • canalizar el paisaje callejera puede aumentar velocidades
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • medidas de reducción de velocidad
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • pista sugerida • ciclo vía segregada • ensanchar la línea de demarcación (0,25 m en vez de 0,10 m)



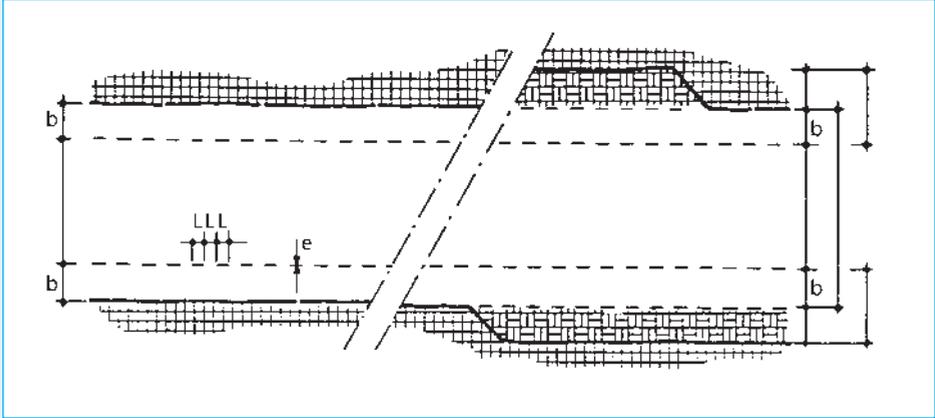
Descripción	Ciclobanda con un cauce para el tráfico motorizado
Función	Indica y asegura posición de ciclistas. Se produce un angostamiento visual de la pista.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • calle de servicio • dentro y fuera de zonas urbanas • 2.000 vm/día <sub>vehículo motorizado</sub> <math><4.000\text{ vm/día}</math>
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • pavimento rojo en ciclobanda • aplicar símbolo de bicicleta después de cada calle lateral y si se requiere, cada 50 a 100 m en zonas urbanas o 500 a 750 m fuera de zonas urbanas • marcada con línea de puntos (1-1) • estacionamiento al lado de la ciclobanda no recomendado; si se permite, sólo en combinación con una franja de reacción crítica (ancho 0,50 a 0,75 m)
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de pista (b) at marcada con línea de puntos 1,50 a 2,00 m • ancho de línea (1-1) 0,10 a 0,15 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • lugar claro dentro del perfil transversal de la sección (aumentar visibilidad), legalmente reconocido • usuarios viales (no-ciclistas, no-conductores de vehículos para discapacitados) sólo en ciclobanda si no se limiten a los ciclistas • vehículos no pueden detenerse en ciclobanda o pista adyacente • posibilidad de carga y descarga ilegal • posibilidad de aumento de velocidad de vehículos motorizados si se ensancha pista para incorporar ciclobanda • co-utilización por el tráfico motorizado (línea de puntos) • sin protección física • canalizar el paisaje callejera puede aumentar velocidades • vehículos no pueden detenerse en la ciclobanda o la pista adyacente
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • medidas de reducción de velocidad • ensanchar la línea de demarcación (0,25 m en vez de 0,10 m)
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • pista sugerida • ciclo vía segregada



Descripción	Símbolo de bicicleta
Función	Indica ciclobanda. Indica punta de espera para bicicletas (bicibox).
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • en ciclobandas • en bicibox (punto de espera para ciclistas, normalmente en una intersección o empalme) • versión grande con pistas de un ancho de ≥ 1.80 m • versión pequeña con pistas de un ancho de < 1.80 m
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • material termoplástico, pintura vial o material de demarcación preformada • obligatorio después de cada calle lateral pavimentada • como suplemento, aplicar a distancias constantes: cada 50 a 100 m en zonas urbanas, cada 500 a 750 m fuera de zonas urbanas
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • $b = 1,10$ m (versión menor) o $1,50$ m (versión mayor) • $l = 2,00$ m (versión menor) o 2.75 m (versión mayor) • en casos especiales (pistas angostas para llegar al bicibox, por ejemplo), b puede ser $0,75$ m y $l = 1.35$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • legalidad
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • es recomendable sólo aplicar el símbolo de bicicleta en combinación con pavimento rojo • bicibox marcado con flecha estándar



Descripción	Pista sugerida
Función	Indica y asegura posición de ciclistas. Produce un angostamiento visual de la calzada.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • calle de servicio • dentro y fuera de zonas urbanas • cicloruta/cicloruta principal • $I_{\text{vehículo motorizado}} > 2.000 \text{ vm/día}$ para tráfico unidireccional • en secciones viales donde no se requiere ciclobanda por la necesidad (limitada) de estacionar
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • pavimento pista sugerida no es rojo • no se permite símbolo bicicleta • marcada con línea de puntos (1-1) en material termoplástico, pintura vial o material de pavimento • estacionamiento al lado de pista sugerida no recomendado; si se permite estacionar, preferentemente en combinación con una franja de reacción crítica (ancho 0,50 a 0,75 m) • prohibición de estacionar si no hay bahía de estacionamientos separada
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de pista (b) 1,50 m • L = 1,00 m • ancho de línea (e) 0,10 a 0,15 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • lugar claro en perfil transversal de la sección • sin facultad legal • se puede percibir a pista como banda de estacionamiento • en el caso de cauces de tráfico angostos, uso frecuente de la pista por vehículos motorizados • posibilidad de carga/descarga ilegal • posibilidad de aumento de velocidad de vehículos motorizados si se ensancha pista para incorporar ciclobanda • co-utilización por el tráfico motorizado (línea de puntos) • sin protección física • canalizar el paisaje callejera puede aumentar velocidades
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • medidas de reducción de velocidad
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • con un ancho de $> 1,50 \text{ m}$, son posibles las ciclobandas • ciclovia segregada



Descripción	Ciclovía segregada			
Función	Separa tráfico motorizado del ciclotráfico para seguridad y comodidad de ciclistas.			
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> vía recolectora dentro y fuera de zonas urbanas calle de servicio dentro y fuera de zonas urbanas 			
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> velocidad de diseño 30 km/h (ciclorutas principales), 20 km/h (red básica) berma separadora entre ciclovía y calzada principal (elevada o sin desnivel) en el caso del tráfico bidireccional en la ciclovía o ciclovía de transporte, línea central marcada puede ser recomendable preferentemente pavimento no poroso (asfalto o hormigón) letrero G11 (ciclovía obligatoria) o G13 (ciclovía optativa) color del pavimento preferentemente rojo mismo régimen de preferencia que la calzada adyacente; si ciclovía tiene preferencia en calles laterales, pavimento continuo de ciclovía atraviesa el empalme si V_{max} calzada principal ≤ 70 km/h, curvar la ciclovía hacia la calzada a unos 30 m antes de calle lateral 			
Dimensiones	• ancho de ciclovía			
	Vía unidireccional		Vía bidireccional	
	horario máximo: volumen una dirección (b/h)	ancho (b)	horario máximo: volumen ambas direcciones	ancho (b)
	0 – 150	2,00 m	0 – 50	2,50 m
150 – 750	3,00 (2,50) m	50 – 150	2,50 a 3,00 m	
> 750	4,00 (3,50) m	> 150	3,50 a 4,00 m	
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> la comodidad para ciclistas (si ancho suficiente) la seguridad para ciclistas en secciones viales (sin conflictos con el tráfico motorizado) ausencia de molestia de vehículos estacionados viajes ilegales (bicicleta) en la dirección opuesta (tráfico unidireccional) opciones de cruces limitadas para ciclistas (sólo en calles laterales, salidas y espacios en la berma separadora) 			

Descripción

Ciclovía segregada (continúa)

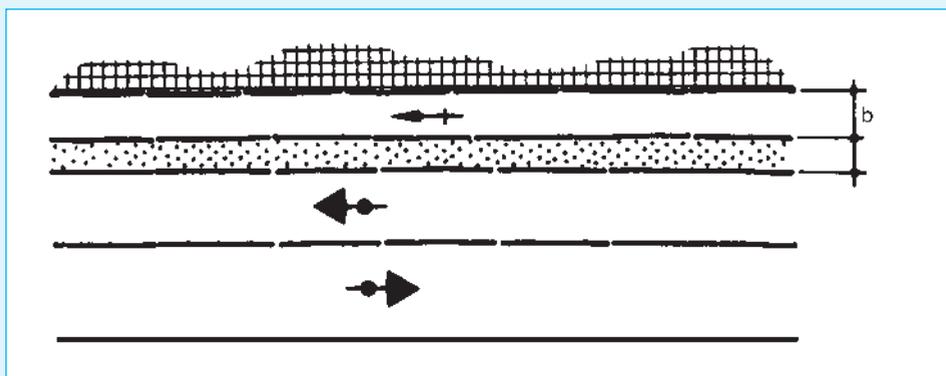
- situaciones de conflicto con vehículos motorizados en intersecciones y salidas (ciclistas fuera de campo visual)
- en tráfico bidireccional de ciclovía, conflictos adicionales en intersecciones y salidas (ciclistas llegando desde dirección inesperada)
- en tráfico bidireccional, posiblemente más movimientos de cruce, puede combinarse con una ciclobanda (por un costado)
- molestia mutua entre ciclistas y peatones si falta pavimento

Combinaciones posibles

- los bolardos
- lomo reductor de velocidad en cruces de ciclistas por calles laterales

Alternativas

- ciclobandas
- vía ciclo-ciclomotor
- pista integrada (con separación blanda entre ciclovía y vereda)



Descripción	Vía ciclo-ciclomotor segregada			
Función	Separar el tráfico motorizado y el de bicicletas/ciclomotores para seguridad y la comodidad de ciclistas y usuarios ciclomotores			
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • vía recolectora dentro y fuera de zonas urbanas • calle de servicio dentro y fuera de zonas urbanas 			
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • velocidad de diseño 30 km/h • berma separadora entre ciclo vía y calzada principal (elevado o sin desnivel) • en el caso del tráfico bidireccional en vía ciclo-ciclomotor, siempre con línea central marcada • preferentemente pavimento no poroso (asfalto o hormigón) • letrero G12a (ciclo vía/ciclomotor obligatoria) • color del pavimento preferentemente rojo • mismo régimen de preferencia como la calzada adyacente; si ciclo vía tiene preferencia al atravesar calle lateral, pavimento continuo de vía ciclo-ciclomotor a través de toda la intersección • si V_{max} calzada principal ≤ 70 km/h, curvar ciclo vía hacia la calzada unos 30 m antes de calle lateral 			
	Vía unidireccional		Vía bidireccional	
	horario máximo: volumen una dirección (b/h)	ancho (b)	horario máximo: volumen ambas direcciones	ancho (b)
0 – 150	2,00 m	0 – 50	2,50 m	
75 – 375	3,00 m	50 – 150	3,00 m	
> 375	4,00 m	> 150	4,00 m	
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • la comodidad para ciclistas y usuarios ciclomotores (si ancho suficiente) • la seguridad para ciclistas y usuarios ciclomotores en secciones viales • molestia mutua entre ciclistas/usuarios ciclomotores y los peatones si falta vereda • molestia mutua entre ciclistas y usuarios ciclomotores • ciclistas viajando ilegalmente en dirección opuesta (tráfico unidireccional) • opciones de cruces limitadas para ciclistas (sólo en calles laterales, salidas y espacios en la berma separadora) 			

Descripción

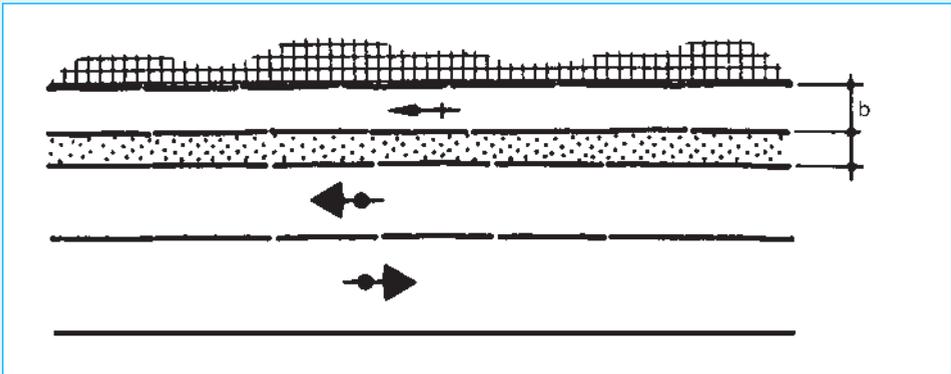
Vía ciclo-ciclomotor segregada (continúa)

Combinaciones posibles

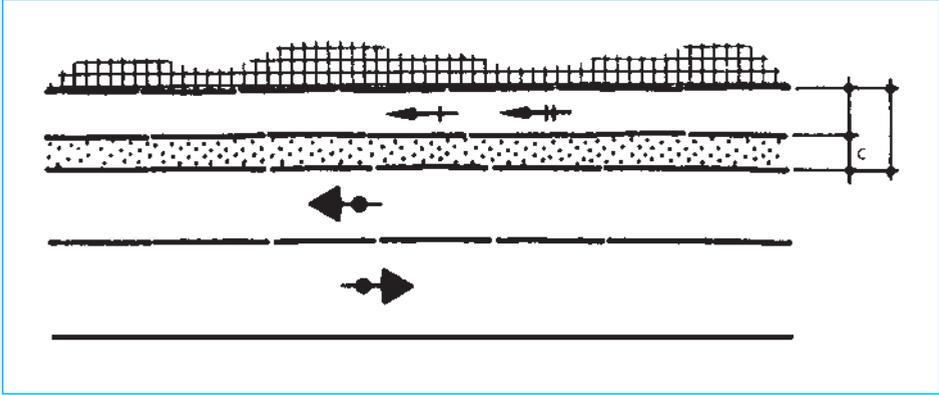
- los bolardos
- lomo reductor de velocidad donde cruzan ciclistas (empalme calle lateral)
- lomo reductor de velocidad para ciclomotores (antes del empalme, calle lateral con mucha actividad)

Alternativas

- calle paralela (perfil mixto)



Descripción	Berma separadora entre ciclovía y calzada
Función	Separar físicamente el tráfico motorizado y el ciclotráfico
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • para ciclovía segregada • dentro y fuera de zonas urbanas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • berma pavimentada, berma sin pavimentar, solera elevada, cerco o barrera • si se requiere, berma pavimentada puede servir de pista de evasión (solo sin desnivel) • berma puede ser apropiada para mobiliaria callejera, vegetación baja y/o árboles
Dimensiones	<p>ancho (c) en zonas urbanas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • mínimo 0,35 m • con postes y/o ciclovía bidireccional > 1,00 m • en el caso del vegetación o estacionamiento > 2.30 m • desde 30 m antes de calle lateral < 0,35 m (para calles con $V_{max} < 70$ km/h) • con cerco > 0,70 m • con barrera > 1,10 m <p>ancho (c) fuera de zonas urbanas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a una V_{max} calzada principal 60 km/h $\geq 2,50$ (1,50) m • a una V_{max} calzada principal ≥ 80 km/h 6,00 (4,50) m • a una V_{max} calzada principal ≥ 100 km/h > 10,00 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • la separación de vehículos motorizados y bicicletas es segura • con solera elevada, riesgo para ciclistas de accidentes laterales (pedal contra la solera) • opciones de cruces limitadas para ciclistas (sólo en calles laterales, salidas y espacios en la berma separadora) • berma pavimentada de mayor ancho puede servir de estacionamiento
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • protección contra destellos (<i>anti-dazzling protection</i>) • iluminación pública



Descripción	Franja angosta pavimentada entre ciclovía y calzada principal
Función	Separar físicamente el tráfico motorizado y el ciclotráfico
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • en ciclovía segregada • en zonas urbanas • si espacio insuficiente para berma separadora
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • (1), (2), (3) y (4) para ciclovía con pavimento de elementos • (5) y (6) con pavimento continuo de asfalto • interrupción del pavimento para el drenaje • interrupción en calles laterales y salidas • se puede pintar blanco o blanco con negro las soleras o los bordes
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • el ancho varía • $h_1 \leq 0,10$ a $0,12$ m • $h_2 = 0,05$ ($0,07$) m; si $0,07$ m, escoger un perfil que evite que el pedal se golpee en la separación
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • la separación de vehículos motorizados y las bicicletas es segura • en los perfiles angostos, ciclovía segregada es posible aún • opciones de cruces limitadas para ciclistas (sólo en calles laterales, salidas y espacios en la berma separadora) • dimensiones incorrectas crea borde riesgoso para ciclistas • el tráfico motorizado puede cruzar
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • pista integrada (separación blanda entre ciclovía y vereda)

(1) dos soleras de hormigón con azulejos (*tiles*) u otros separadores (*clinkers*) entre medio

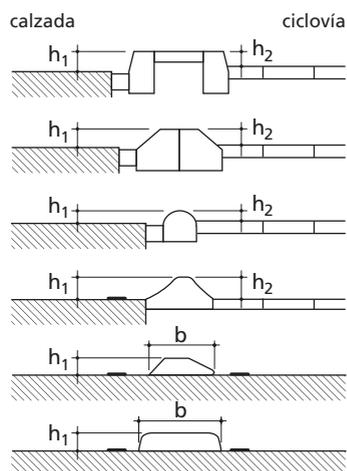
(2) dos soleras de hormigón juntas

(3) solera de hormigón semi-redonda

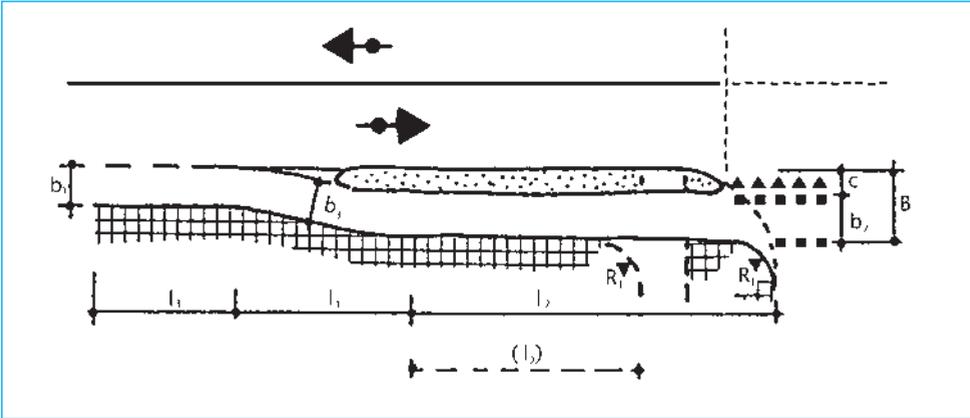
(4) perfil de solera hueca

(5) lomo de asfalto

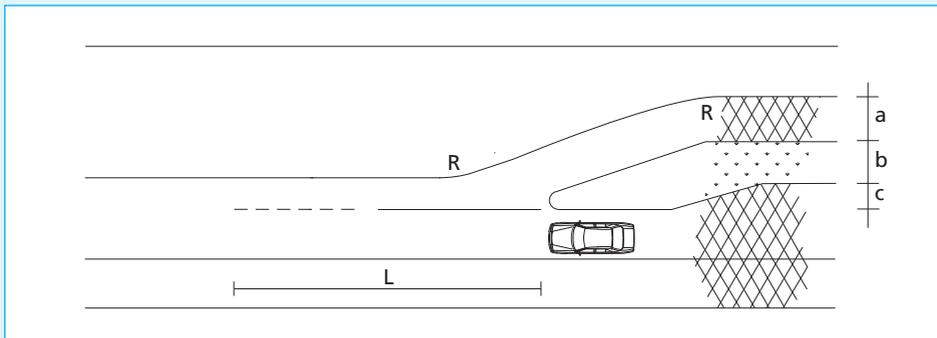
(6) soleras anchas de hormigón u otro material



Descripción	Ciclo vía guiada (<i>streamed</i>)
Función	<p>Guía a los ciclistas que cruzan intersecciones.</p> <p>Guía a los ciclistas en la transición entre un perfil mixto y una ciclo vía segregada.</p>
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • vía recolectora en zonas urbanas • calle de servicio dentro y fuera de zonas urbanas • ciclo vías en calle que cruce o por sección vial al otro lado de una intersección • al acercarse secciones viales a intersecciones con un sistema de control de tránsito (SCT)
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • preferencia igual en ciclo vía y calzada; si ciclo vía tiene preferencia al atravesar una calle lateral, ocupar pavimento continuo de vía ciclo-ciclomotor • berma o separación física de calzada principal • preferentemente pavimento no poroso (asfalto o hormigón) • letrero G11 o G12a
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • para b_1, ver ficha técnica para ciclo banda o pista sugerida (Ficha 16) • $b_2 \geq 2,50$ (1.75) m • $b_3 \geq b_2$ • c (en zonas urbanas) 0,50 – 2,00 m o $\geq 4,50$ m • c (fuera de zonas urbanas) $\geq 6,00$ m • $l_1 = 10 \times c$ • l_2 y $l_3 \geq 5,00$ m • $B \geq 3,50$ m • $R_1 \geq 5,00$ m • $R_2 \geq 10,00$ m (según la velocidad de diseño)
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • la comodidad para ciclistas y usuarios ciclomotores (si ancho suficiente) • guía clara para ciclistas • ciclistas fuera del campo visual de conductores



Descripción	Transición entre ciclovía y ciclobanda
Función	<ul style="list-style-type: none"> • Guiar a los ciclistas • Señalar un cambio de perfil
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • en una ciclovía segregada y/o ciclobanda • dentro y fuera de zonas urbanas • área límite • transición entre ciclobandas o pista sugerida y una ciclovía (1) o viceversa (2) y (3)
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • material termoplástico, pintura vial o material de pavimento
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • $l = 1,00$ m • $L_1 = (10 \text{ a } 12) \times b$ • $L_2 = 10 \text{ a } 20$ m • $b = 0,40 \text{ a } 0,50$ (0,35) m • $R \geq 10$ m (según la velocidad de diseño)
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • material debe ser seguro para ciclistas





Intersecciones

6 Intersecciones



Para un resumen de la tipología de calles y la jerarquía vial, ver el cuadro al principio del Capítulo 5, Secciones.

En este capítulo tratamos el tema de los ciclistas cuando cruzan calles o intersecciones. Las estadísticas de accidentes de tránsito demuestran la importancia de prestarle mucha atención a este tema. La causa más importante de accidentes de tránsito graves (fatalidades y hospitalizaciones) que involucran a ciclistas son las colisiones entre ciclistas y automóviles. Más de la mitad de estos accidentes ocurren en intersecciones en el área urbana (58%) y dentro de éstos, especialmente en las intersecciones en calles con velocidades sobre los 50 km/h (95%).

La sección 6.1 aborda los requisitos funcionales de las intersecciones, y la 6.2 los cinco requisitos principales. En la sección 6.3 se presentan con detalle siete combinaciones de intersecciones con calles de servicio, vías recolectoras, ciclovías apartadas y carriles de transporte público. La intersección de cicloru-

tas con vías troncales no se discute porque en estos casos siempre es preferible una solución con paso a desnivel.

F 25, 26 Cada capítulo termina con una serie de fichas técnicas. El texto contiene referencias a la ficha respectiva, marcada con este símbolo.

6.1 La función, la forma y el uso

La función de una intersección es permitir el intercambio. En una intersección, los vehículos tienen la opción de doblar o cruzar (si sólo se da la opción de cruzar entonces es un cruce, no una intersección). El diseño de una intersección debe apoyar la función del intercambio de la mejor manera posible. Las teorías de diseño anteriores se basaban en el supuesto de que sería beneficioso para el usuario del espacio vial si cualquier subconflicto que surgiese en la intersección se resolviera lo más lejos de ella. Pero esta idea se considera obsoleta. Separar los subconflictos puede llevar a situaciones de tráfico complejas, incomprensibles e inesperadas, aumentando enormemente el riesgo de accidentes.

El diseño de una intersección debe ser comprensible para todos los usuarios del espacio vial. Este objetivo se logra mejor, con una buena organización que minimiza los puntos conflictivos. Sin embargo, este principio básico de limitar lo más posible el número de puntos problemáticos puede entrar en conflicto con otros requisitos, por ejemplo los que dicen relación con el flujo vehicular. Si por este motivo se construyen más pistas, el resultado puede ser que la situación del tránsito ya no es lo suficientemente comprensible y se necesitan ‘soportes’ (tales como semáforos).

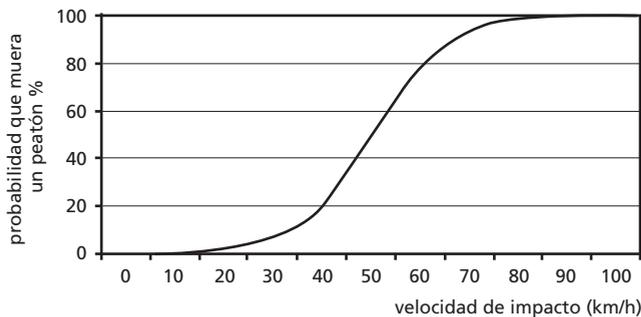


Gráfico 21. La probabilidad de que un peatón muera en una colisión con un automóvil como función de la velocidad al momento del impacto [20]

Aunque soluciones como estas no entran en el campo de la filosofía de diseño de este Manual de Diseño, sí se discuten, ya que se ven aplicadas frecuentemente en la realidad.

Es importante reducir al mínimo las velocidades de los distintos usuarios del espacio vial durante el intercambio. En una colisión con un automóvil a baja velocidad, la probabilidad de supervivencia es mucho mayor que si el automóvil viaja muy rápidamente. El gráfico 21 muestra la relación entre la velocidad del automóvil al momento de un accidente y la probabilidad de que un peatón muera al ser atropellado. Aunque estos datos no se pueden aplicar directamente a los ciclistas, el panorama para ellos no es muy distinto. Evidentemente, el riesgo de muerte aumenta exponencialmente con un aumento relativa-

mente pequeño en la velocidad, al momento del impacto.

6.2 Los requisitos para una intersección

Los requisitos principales de rutas directas, seguras y cómodas son importantes al nivel de la intersección. El requisito de coherencia se relaciona principalmente con la seguridad y por lo tanto no se ve de manera separada. Las rutas atractivas juegan un rol menor, al nivel de la intersección.

6.2.1 Ser directa

Al igual que las secciones, se puede distinguir entre intersecciones según rutas directas en cuanto al tiempo y la distancia.

Rutas directas en términos del tiempo

En una primera instancia, las rutas directas al nivel de la intersección se relacionan con la velocidad de diseño. Al usar el radio de giro correcto, el ciclista puede virar a la velocidad apropiada. En rutas con un alto flujo de ciclistas, este valor también juega un papel importante. Así se pueden lograr rutas directas (evitar retrasos), dando la preferencia al flujo de ciclistas. Cuando esto no sea posible, se pueden minimizar los tiempos de espera, construyendo islas centrales en la calle a ser cruzada, por ejemplo, o instalando semáforos con ‘detección remota’ en las direcciones del flujo ciclista.



Cruzabilidad

La cruzabilidad (y su calidad) de una calle está determinada por el tiempo de espera, que a su vez depende de la distancia a ser cruzada y los volúmenes de tráfico a ser cruzado o, para ser más preciso, la distribución del intervalo. El diseñador tiene a su disposición una serie de instrumentos para lograr un buen nivel de cruzabilidad. Se puede mejorar, por ejemplo, al situar los cruces en lugares adecuados, haciendo que las distancias a cruzar sean cortas, y reduciendo los tiempos de espera.

El tiempo de cruce es el cociente de la distancia de cruce (m) y la velocidad del ciclista que cruza (m/s). Donde sea adecuado, también se incluye el tiempo que se requiere para la partida. Para poder cruzar, la interrupción del flujo vehicular a ser cruzado debe ser al menos tan largo como el tiempo que se requiere para cruzar, más un cierto margen de seguridad. Se asume la distribución de Poisson¹⁾ para el flujo vehicular, al ser este el método más fácil para describir los procesos. Pero también es un hecho conocido que en situaciones específicas (por ejemplo, cuando hay mucho tráfico y congestión), el proceso de la llegada varía, reflejando procesos distintos, especialmente en el área urbana.

Con una distribución equilibrada del tránsito, lo siguiente es cierto para una distribución de Poisson del flujo vehicular con 1x2 pistas:

- hasta 800 vm/h, la cruzabilidad es razonable sin una isla central;²⁾
- desde 800 hasta aproximadamente 1.600 vm/h, la cruzabilidad es razonable siempre que se pueda hacer en dos etapas;
- desde 1.600 hasta aproximadamente 2.000 vm/h, la cruzabilidad es moderada a mala;
- sobre 2.000 vm/h, la cruzabilidad es (muy) mala.

Aquí suponemos una situación en el área urbana, con un ciclista que avanza a una velocidad de 1 m/s. Cuando un ciclista viene andando y no necesita detenerse o frenar, su velocidad será considerablemente mayor (aproximadamente 5 m/s), mejorando algo el indicador.



Para las intersecciones en general, y para las que forman parte de una red (principal) de ciclorutas, se debe minimizar la probabilidad de que el ciclista deba detenerse. Al nivel de diseño, el promedio y/o máximo tiempo de retraso en la intersección se aplica como el criterio. Esto significa que la cruzabilidad (ver cuadro) y, en el caso de semáforos, el tiempo de la fase para ciclistas, están sujetos a ciertos requisitos, relacionados con el máximo tiempo de espera que experimentan.

Rutas directas en términos de la distancia

Al nivel de la intersección, es importante que los ciclistas puedan seguir la ruta más directa posible. Las rutas son menos directas cuando las ciclorutas contienen curvas innecesarias o los cruces controlados por semáforos requieran varios pasos para avanzar.

6.2.2 Ser segura

La seguridad en las intersecciones es un tema crucial para los ciclistas. Esto significa que, en principio, los requisitos de seguridad tienen prioridad en el diseño; naturalmente, los otros requisitos también deben tomarse en cuenta.

1) NdeT: "En teoría de probabilidad y estadística, la distribución de Poisson es una distribución de probabilidad discreta. Expresa la probabilidad de un número k de eventos ocurriendo en un tiempo fijo si estos eventos ocurren con una tasa media conocida, y son independientes del tiempo desde el último evento." (Wikipedia, http://es.wikipedia.org/wiki/Distribuci%C3%B3n_de_Poisson, acceso 10-VIII-2009).

2) NdeT: *Passenger car unit* (pcu) o unidad equivalente a un automóvil en inglés; hemos utilizado vehiculo motorizado (vm) en español.



Evitar conflictos con el tráfico que viene en dirección contraria

Para la prevención de conflictos con el tráfico en dirección contraria es importante que el usuario del espacio vial reconozca los flujos vehiculares opuestos y puntos de conflicto. La tarea del diseñador es minimizar el número de subconflictos. Por este motivo, en el diseño se evitan lo más posible las ciclorutas ondulantes, los desvíos, señalizaciones innecesarias, etc. Por sobre todo, para las facilidades para bicicletas, el diseño apunta a la visibilidad; los ciclistas deben estar dentro del campo visual de los motoristas para que éstos puedan reaccionar a su presencia oportunamente.

Evitar conflictos con tráfico que intersecta y cruza

En las intersecciones los conflictos con el tráfico que intersecta son inevitables dada la función de intercambio. El diseño de una intersección, sin embargo, tiene un impacto significativo en el número y tipo de conflic-

tos. Las facilidades con pasos a desnivel eliminan completamente los conflictos con el tráfico que intersecta y cruza, pero en la mayoría de los casos no son soluciones viables. Si el intercambio de los flujos vehiculares se da al mismo nivel, todos los usuarios viales (conductores, ciclistas, peatones, et cetera) deben poder ver la intersección oportunamente (visibilidad de manejo); además, el tráfico que cruza debe tener una buena visión del flujo vehicular a ser cruzado (visibilidad de aproximación). Los conflictos de cruce se pueden convertir parcialmente en conflictos de paso (generalmente menos graves) si una intersección se transforma en rotonda. En intersecciones tipo Y o T³⁾ es posible realizar menos movimientos que en una intersección en cruz. Las primeras son preferibles en términos de seguridad.

Minimizar y juntar los subconflictos

Minimizar el número de subconflictos y lograr que el ciclista esté lo más tiempo posible den-

3) NdeT: Empalmes de tres ramas, que asemejan una T o una Y.

tro del campo visual del motorista favorecen la seguridad. En parte es por esto que se prefieren las intersecciones en T o *bayoneta* (dos intersecciones en T separadas por una pequeña distancia) por sobre las intersecciones en cruz. En lo que concierne a la seguridad, las rotondas también son mejores que las intersecciones normales (en cruz).

Para la seguridad de los ciclistas en una intersección es extremadamente importante que el resto del tráfico les pueda ver. Por este motivo, se recomienda que en vías urbanas y en vías locales fuera del área urbana, se curve la ciclo-ruta 20-30 metros antes de la intersección (la ciclo-vía vira hacia la calzada, quedando la distancia entre la ciclo-vía y el costado de la calzada entre 0-2 m). Si la ciclo-vía está al lado o a una distancia corta de la calzada principal, esto crea condiciones óptimas para que los conductores tengan una buena vista de los ciclistas.

En vías recolectoras fuera del área urbana no se recomienda realizar estas curvas. Esto no es porque la visibilidad no sea importante aquí, sino porque, como resultado de la curvatura, los vehículos que viran no tienen espacio de espera entre la calzada y la ciclo-vía. En vías donde los automóviles circulan a más de 60 km/h, esto podría llevar a serios conflictos, dadas las grandes diferencias de velocidad entre los vehículos que siguen y los que viran.

Reducir la velocidad en puntos de conflicto

Dado que muchos conflictos surgen en las intersecciones, se recomienda que se minimice la diferencia de velocidad entre los distintos medios, acercándola a la del ciclista (20 a 30 km/h).

Evitar que los ciclistas tengan que salirse de la ruta

Este requisito impone demandas en cuanto a la superficie del pavimento, los radios de giro y la visibilidad. Que las superficies sean lisas es especialmente importante para poder andar bien. Una superficie rugosa, con hoyos y baches, puede causar caídas. Cuando la superficie es dispareja, se forman pozas cuando llueve. Y cuando éstas se congelan, pueden obligar a los ciclistas a salir de la ruta, especialmente en las curvas. La superficie lisa también se relaciona claramente con el requisito de la comodidad; después de todo, los ciclistas disfrutan más andando en una superficie pareja.

Crear categorías viales reconocibles

Al diseñar, recomendamos usar un número limitado de tipos de intersección, puesto que facilita el reconocimiento de los diferentes tipos de vías. Así los usuarios del espacio vial



Cuadro 21. Requisitos para la seguridad: visibilidad, claridad, facilidad para andar y comprensibilidad

Requisitos para lograr una seguridad sustentable	Relación con			
	Visibilidad	Diagramación clara	Facilidad de andar	Comprensibilidad
1 Evitar conflicto con el tráfico que cruza y vira	x			x
2 Minimizar y juntar subconflictos		x		
3 Reducir la velocidad en puntos de conflicto				x
4 Evitar que los ciclistas estén forzados a salirse de la ruta	x	x	x	
5 Mantener las categorías viales reconocibles				x
6 Crear condiciones de tráfico uniformes donde sea posible				x

están más concientes del comportamiento que se espera de ellos. Las intersecciones entre calles de servicio se caracterizan por un trato de igualdad hacia los usuarios. Mientras tanto, se suele aplicar el derecho de paso o a la preferencia en las vías recolectoras y para ciclorutas principales. Para las vías troncales es común implementar un paso a desnivel.

Asegurar situaciones de tráfico uniformes

La uniformidad en las soluciones no se requiere al nivel de diseño para intersecciones y, en general, tampoco es posible. Como se dijo para las secciones, la uniformidad se aplica principalmente en relación a la definición de la preferencia, los postes, la señalética y los principios de diseño. La aplicación uniforme de elementos produce un diseño de intersección comprensible para el usuario.

Los antiguos requisitos de diseño [77] establecían requerimientos para las intersecciones relacionados con la visibilidad, la claridad del

trazado, la comprensibilidad y la facilidad para andar. Aunque siguen relevantes, ya no se mencionan de forma separada, puesto que están integrados en los requisitos de la seguridad sustentable. Si se cumplen los principios de la seguridad sustentable, se cumplen también los antiguos requisitos de diseño.

6.2.3 Ser cómoda

En términos de comodidad, se espera que las intersecciones cumplan con los siguientes requisitos.

Asegurar una superficie lisa

El pavimento de las intersecciones debe cumplir con las normas para una superficie lisa. Esto es especialmente importante en cruces entre calles principales y secundarias.

Maximizar la capacidad de avanzar sin obstáculos

Es cómodo cuando los ciclistas puedan ver la calle (o cicloruta) a ser cruzada desde lo más

Cuadro 22. Resumen de los requisitos principales para las intersecciones

Requisito principal	Aspectos importantes	Explicación
Rutas directas	Rutas directas (tiempo)	Lograr que las rutas sean directas en relación al tiempo tiene que ver con la velocidad de diseño. También requiere evitar retrasos. Los retrasos pueden limitarse minimizando la posibilidad de detención (máximo de la preferencia) y minimizando los (riesgos de) tiempos de espera (usando islas centrales y con un buen ajuste de los sistemas de control de tránsito, por ejemplo).
	Rutas directas (distancia)	Debe evitarse que los ciclistas tengan que hacer movimientos ilógicos o muchos desvíos para cruzar las intersecciones.
Rutas seguras	Riesgo de conflictos (serios)	<p>Se minimiza el número de conflictos con los vehículos motorizados.</p> <p>Donde existan grandes diferencias de velocidad y/o masa entre los vehículos, los movimientos de cruce deben realizarse en distintos niveles.</p> <p>En los cruces a un mismo nivel, se minimizan las diferencias de velocidad.</p> <p>Donde sea posible, los conflictos se juntan para crear una situación inequívoca.</p> <p>Los ciclistas están dentro del campo visual del motorista. Se cumplen los requisitos de visibilidad y de superficie lisa.</p> <p>Se aplican los principios de diseño y los principios básicos de manera uniforme y apropiada a la función de las vías que se cruzan.</p> <p>Las intersecciones son lo suficientemente visibles, también en la oscuridad.</p>

lejos posible, para que puedan acelerar o ir más despacio según el caso, evitando detenerse. Sin embargo, a menudo este requisito no es realista, especialmente en el área urbana, ya que necesita de amplios triángulos de visibilidad y, consecuentemente, grandes cantidades de espacio.

El radio de giro debe ser lo suficientemente ancho para permitir que los ciclistas avancen en las intersecciones sin obstáculos. Las curvas se ensanchan si es necesario.

Poder avanzar fluidamente también se relaciona con evitar retrasos en las intersecciones.

Por esto, debe minimizarse la cantidad de esperas a lo largo de la ruta y el tiempo de cada espera, en el caso que ésta sea inevitable.

Minimizar las molestias por el tráfico

Las molestias por tráfico en las intersecciones suelen ocurrir cuando los automóviles detenidos no permiten el movimiento de los ciclistas o cuando los ciclistas deben ceder el paso al tráfico en la calzada principal. Esto debe evitarse lo más posible.

Minimizar las molestias por el clima

Es muy importante que el diseñador preste mucha atención a formas de minimizar las

Cuadro 22. Resumen de los requisitos principales para las intersecciones (continúa)

Requisito principal	Aspectos importantes	Explicación
Rutas cómodas	Superficie lisa	El pavimento es lo suficientemente liso y se unen los distintos tipos de pavimento correctamente.
	Minimizar retrasos Progreso	Se minimiza el riesgo de espera (ver retrasos en "Rutas directas"). Los radios de giro toman en cuenta la velocidad de diseño apropiada para la función respectiva. Ni automóviles ni ciclistas detenidos o estacionados obstaculizan el paso de los ciclistas en las intersecciones.
	Molestias por el tráfico	Los ciclistas no están sujetos a molestias generadas por el resto del tráfico. En situaciones con mucho tráfico, con emanaciones de gases y ruido importantes, se trata de encontrar una ruta alternativa.
	Molestias por el clima	Se minimizan las molestias por el viento, lluvia y sol.
Rutas atractivas	Seguridad social	Las intersecciones cumplen con el requisito de seguridad social: están iluminadas, hay supervisión en los alrededores, los alrededores son visibles y el espacio público está bien mantenido. Ver sección 7.5 para mayor información.

molestias por el viento, la lluvia y el sol, aunque sea difícil en las intersecciones. A menudo pueden usarse las plantas para minimizar los efectos del clima, al menos en algún grado, sin comprometer la seguridad.

El requisito de 'rutas atractivas' casi no es relevante al nivel de las intersecciones. El requisito de la seguridad social, sin embargo, siempre se aplica.

Los requisitos principales para las intersecciones se resumen en el cuadro 22.



Tabla 23. Resumen de combinaciones de intersección

(Referencia rápida, siguiente sección)

	Calle de servicio	Vía recolectora	Ciclovía apartada
Calle de servicio	Sección 6.3.1	Sección 6.3.2	Sección 6.3.4
Vía recolectora	Sección 6.3.2	Sección 6.3.3	Sección 6.3.5
Ciclovía apartada	Sección 6.3.4	Sección 6.3.5	Sección 6.3.6
Carril de transporte público	n/a	n/a	Sección 6.3.7

6.3 Las intersecciones según la categoría de vía

Suponiendo que tenemos dos categorías principales de vías para el tráfico motorizado (calles de servicio o locales y vías recolectoras)⁴⁾, es posible distinguir tres combinaciones de intersecciones. Si se agrega el cruce de una ciclovía apartada, se pueden distinguir seis situaciones distintas. La combinación con un carril de transporte público crea una séptima posibilidad. El cuadro 23 ofrece un resumen de estas posibilidades y la subsección donde están tratadas en este capítulo.

6.3.1 Intersección calle local - calle local

El principio básico para las calles locales (calles con velocidades de entre 20-30 km/h, con una capacidad media o baja de vehículos por hora) en el área urbana es que el tráfico motorizado no viaja a más de 30 km/h y que todos los conductores son iguales. No se regula la preferencia: los conductores que vienen de la derecha tienen la preferencia. Solamente hay una excepción general a la regla de igualdad en zonas residenciales en el área urbana. Esta se relaciona con la presencia de ciclorutas principales y carriles exclusivos (bandas y pistas solobus) para el transporte público. Se puede reglamentar la preferencia a favor de estos tipos de ciclorutas y los carriles de buses. En este sentido, es importante que el diseño refuerce de la mejor manera la prefe-

Calles de 60 km/h y zonas 60

Una situación común hoy en día es que la velocidad máxima de 60 km/h sólo se aplica en las vías de paso en áreas rurales y no en toda el área rural. La razón es que es precisamente en este tipo de calle donde los automovilistas andan a exceso de velocidad y surgen problemas. En este caso, las vías recolectoras rurales tienen una velocidad máxima de 80 km/h. Por la cantidad de tráfico y el perfil más ancho, las calles de 60 km/h normalmente tienen la preferencia, aunque -- tomando en cuenta la velocidad máxima -- es inusual que una calle de 60 km/h tenga prioridad sobre una de 80 km/h. En términos de la seguridad de los ciclistas, que generalmente usan las mismas vías de paso, se recomienda que esta preferencia se mantenga hasta que toda el área se haya establecido como zona 60.

rencia y recomendamos también la introducción de medidas de calmado de tráfico.

Fuera del área urbana, es más común la vía recolectora, con una velocidad de diseño de 60 km/h. Para la preferencia, se aplica la misma regla en áreas residenciales (zonas 60) que en el área urbana. Sin embargo, en intersecciones de calles equivalentes, una velocidad de 60 km/h es demasiado alta para que sean seguras. Es mejor, entonces, suponer una velocidad de diseño de 30 km/h en las intersecciones para

4) NdeT: Ver cuadro al principio de este capítulo para una precisión de la nomenclatura. Para el resto del capítulo 6, estamos hablando principalmente de *estate access roads* (calles de servicio) y *district access roads* (vías recolectoras). Para mayores detalles, ver el capítulo 2.



este tipo de vías, especialmente puesto que el mayor peligro para ciclistas se presenta en las intersecciones.

Calles de servicio con ciclofacilidades

El principio básico para las calles locales y las calles de servicio es que los diferentes modos de transporte se mezclan: los y las ciclistas y los conductores de vehículos comparten la misma calzada. Pero hay muchos ejemplos de situaciones donde de todas maneras se encuentra una ciclofacilidad en la misma ruta que una calle de servicio (ver el recuadro: Comportamiento informal relacionado con la preferencia). En las áreas urbanas son comunes las calles grises (con pavimento normal) con ciclobanda o cicloavía, y fuera del área urbana, se recomiendan algún tipo de ciclofacilidad especial para una calle de servicio tipo a. Es común que estas vías han tenido algún tipo de ciclofacilidad por mucho tiempo.

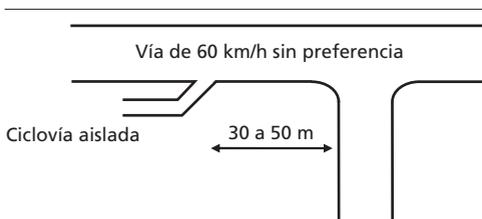


Gráfico 22. El principio de la cicloavía que se trunca

Comportamiento informal relacionado con la preferencia

Aunque la preferencia en calles de servicio normalmente no está regulada mediante señalética, en la práctica los usuarios respetan la preferencia de todas maneras. Este comportamiento informal de respeto hacia la preferencia es el resultado de una supuesta división entre una calle principal y una secundaria, y muchas veces sucede cuando hay una diferencia significativa entre ambas calles. La diferencia puede reflejar:

- características espaciales (edificios, vegetación y cosas por el estilo);
- características de tráfico (flujos de automóviles y bicicletas);
- características viales (perfil de calle, pavimento, diseño de la intersección).

Donde el principio básico es la igualdad, se debe desincentivar este respeto informal de la preferencia. Esto se puede lograr alterando el perfil de calle de la vía que aparenta ser "más importante" o modificando el diseño de la intersección. Además, se pueden considerar medidas de calmado que interrumpan el paso del tráfico que está tomando precedencia. Si estas medidas no resultan o no son posibles de implementar, el diseñador debe recurrir a cambios para acercar la norma legal a la situación informal, introduciendo una disposición sobre la preferencia.

Si una calle con alguna ciclofacilidad se acerca a una intersección, sin una clara definición de la preferencia, es importante que la ciclofacilidad *no* continúe a través del área de la intersección. El uso de ciclobandas o pistas sugeridas podrían crear la impresión de una vía con preferencia. En el caso de las cicloavía, la continuación de la cicloavía sin una medida de preferencia entra en conflicto con el requisito de juntar los conflictos. En términos de la seguridad, se recomienda que en este caso la cicloavía se trunque o vira (hacia la calzada) unos 30 a 50 metros antes de la intersección.

6.3.2 Intersección vía recolectora - calle de servicio

Siempre se define la preferencia cuando los usuarios deban cruzar una vía recolectora. El principio básico aquí es que el tráfico en la vía recolectora tiene preferencia sobre el de la calle de servicio. La señalética y el diseño deben apoyar esta norma.

Se pueden distinguir cuatro prototipos para esta combinación de calles:

- intersección con preferencia al mismo nivel, preferentemente diseñada en T o bayoneta (a la izquierda), con o sin medidas adicionales (isla central, meseta);
- rotonda;
- Sistema de Control de Tránsito (SCT);
- intersección con paso a desnivel.

El diseñador puede usar el cuadro 24 [34] para determinar las posibles soluciones. Este cuadro entrega varias soluciones para las



diferentes situaciones. La alternativa correcta depende de:

- los flujos en la calle de servicio;
- los flujos en la vía recolectora;
- la función de las calles para el tráfico de bicicletas.



Cuadro 24. Soluciones óptimas para intersecciones vía recolectora – calle de servicio

Sección 1: vía recolectora, con o sin una cicloruta principal	Sección 2: calle de servicio o ciclista apartada			
		I _{vehículo motorizado} < 500 vm/h		I _{vehículo motorizado} > 450 vm/h
Intensidad/h	Sin cicloruta	Cicloruta	Cicloruta principal	Todas las situaciones
1-1.000 vm/h	Intersección con preferencia		Intersección con preferencia + medidas complementarias o rotonda	Rotonda
800-1.500 vm/h	Intersección con preferencia + medidas complementarias			
1.200 –1.750 vm/h	Intersección con preferencia + medidas complementarias, rotonda, SCT o desnivel (solo para cicloruta principal, donde se requiera)			
> 1.500 vm/h	intersección SCT o a desnivel (solo para cicloruta principal, donde se requiera)			Rotonda, SCT o a desnivel.

F 25, 26, 27 6.3.2.1 Intersección con preferencia, sin medidas complementarias

Una intersección normal se implementa donde se encuentran una vía recolectora relativamente tranquila con una calle de servicio. Es mejor una intersección en T que en cruz. Una alternativa a esta última es el cruce bayoneta (dos intersecciones en T separadas por una pequeña distancia). En este caso, se prefiere una bayoneta hacia la izquierda por sobre la de derecha. En la bayoneta hacia la izquierda los ciclistas pueden cruzar los flujos de vehículos en ángulos rectos y cuando se mezclan con el tráfico motorizado ya no se ven obligados a zigzaguear entre los automóviles. Más aún, en bayonetas por la izquierda, al contrario de lo que sucede en las que son por la derecha, se previenen conflictos frontales, los que deben evitarse cuando sea posible.

Desde una perspectiva legal, las ciclovías forman parte de la calzada. Esto significa que, en principio, se aplica la misma preferencia en la ciclovía que en la calzada.

Siempre se debe regular la preferencia, por ejemplo mediante señalética o con la construcción de una salida en desnivel. En términos estrictos, estas salidas no regulan la preferen-





cia, sino simplemente el paso. Un conductor que toma la salida debe permitir a todos los usuarios de la vía a la cual quiere acceder pasar primero. En términos de seguridad vial, ninguna de estas soluciones tiene preferencia. Una ventaja de la salida es que, aparte de la preferencia, también marca la entrada a un área residencial (función de puerta) en situaciones donde la calle lateral es la entrada a dicha zona. Una desventaja es que la salida se transforma en un obstáculo para los ciclistas por la diferencia de altura, y bajo ciertas condiciones climáticas puede transformarse en un peligro. Por lo tanto, no se recomienda el uso de salidas en desnivel donde existen ciclorutas. Si la calzada principal con preferencia y velocidad máxima de 60 km/h tiene una ciclovía

unidireccional, se recomienda que ésta se acerque a la calzada unos 20 a 30 metros antes de la calle lateral. El resultado es que el ciclista entra de manera óptima en el campo visual del motorista, lo que favorece la seguridad. Además, el vehículo que está virando (y cualquier vehículo que venga detrás) debe detenerse cuando encuentre un ciclista. Esto mejora la seguridad de la intersección y genera más posibilidades para que se integre el tráfico proveniente de la calle lateral. Una desventaja puede ser que los vehículos que vienen de la calle lateral deben detenerse para ceder el paso y por ende entorpecer el paso de los ciclistas que siguen derecho por la ciclovía. Esta desventaja puede reducirse con una demarcación apropiada. También puede surgir este problema si la ciclovía se emplaza más lejos de la calzada y más de un vehículo emerge de la calle lateral.

Curvar la ciclovía hacia la calzada no se recomienda en vías con una velocidad máxima sobre 60 km/h. La diferencia de velocidad entre los vehículos que viran y que deben detenerse porque esperan que pase un ciclista y los vehículos que circulan es tan grande que surge un riesgo considerable de un choque desde atrás. Para este tipo de situaciones, se recomienda que la ciclovía cerca de una calle lateral se sitúe al menos entre 5 a 7 m desde el costado de la calzada principal, para que exista un espacio entre la calle y la ciclovía donde los vehículos que viran desde la calzada principal puedan detenerse.

6.3.2.2 Intersección con preferencia, con medidas complementarias

Al diseñar intersecciones entre una vía recolectora y una calle de servicio con medidas complementarias, se distingue entre situaciones dentro y fuera del área urbana.

F 28 a 39 En el área urbana

Se puede mejorar la cruzabilidad en intersecciones con vías recolectoras de mayor tráfico en el área urbana con una isla central o mediana⁵⁾ (≥ 2.5 m de ancho) en la calzada central. Cuando la intensidad del tránsito supera los 800 vm/h en la vía recolectora, la falta de una isla central vuelve muy pobre la cruzabilidad.

Las ciclovías o ciclobandas junto a vías recolectoras se curvan hacia la calzada y luego cruzan la intersección, para que no haya discontinuidad para los ciclistas en la calzada principal. Cuando la intensidad de los vehículos motorizados en dos direcciones supere los 1.200 vm/h, aproximadamente, y cuando hay



ciclorutas con mucho tráfico junto a vías recolectoras, el espacio de espera para los ciclistas que vienen de la calle lateral y quieren cruzar la vía recolectora merece una atención especial. Para evitar que los ciclistas que viran entorpezcan el paso de los ciclistas que siguen derecho, la ciclovía puede construirse a 2.00 - 2.50 m de la calzada principal, para crear un espacio de espera. Esto, sin embargo, aumenta el riesgo de que los vehículos detenidos en el costado bloqueen el paso de los ciclistas que siguen derecho. Dada la vulnerabilidad de los ciclistas en las intersecciones, se recomienda que se le de prioridad al requisito de la seguridad por sobre el de rutas directas y el paso ininterrumpido.

Existen situaciones en las cuales la calle lateral (calle de servicio) es parte de una cicloruta principal, mientras que la vía recolectora no lo es. En las ciclorutas principales, se deben cumplir rigurosamente los requisitos con respecto al flujo y la comodidad de los ciclistas. Se debe reconocerle la preferencia a la cicloruta principal. En situaciones como la mencionada, esto solo se logra si el diseño de la intersección respeta la correspondiente norma de preferencia, y si la intensidad de los vehículos en la vía recolectora a ser cruzada no es muy alta.

F 40, 41 Las siguientes condiciones deben cumplirse para asegurar que los motoristas en la vía recolectora entiendan y respeten la preferencia imperante:

- El flujo del tráfico de la calle lateral es mayor al de la vía recolectora. La intensidad lateral es, por ejemplo, al menos la mitad de la intensidad de la vía recolectora.
- El diseño de la intersección refuerza una preferencia (inesperada), por ejemplo otor-

5) NdeT: En distintos países se ocupan diferentes términos para este tipo de infraestructura: mediana, plataforma, bandejón siendo los más comunes en los países de habla hispana. Aquí optamos por el término *mediana*, del diccionario de la Real Academia Española.

gándole un pavimento continuo a la calle de servicio, con demarcaciones de ceda el paso y cuadrados (*block*) en la cicloruta principal, aumentando así el atractivo de la ruta en términos de la ingeniería de tránsito. La construcción de una meseta y, posiblemente, una isla central, también es altamente recomendable.

- La preferencia para la dirección lateral (cicloruta principal) debería apoyarse preferentemente en elementos de urbanismo y paisajismo, reforzando la lógica de la preferencia desde la perspectiva espacial.
- Si la vía recolectora tiene ciclovías, éstas debieran, preferentemente, transformarse en ciclobandas 20 a 30 metros antes de la intersección, para que los ciclistas puedan entrecruzar para virar a la izquierda y mantenerse lo más visible posible frente a los motoristas. Si es necesario, toda la meseta puede

hacerse con pavimento rojo, para reforzar la expectativa de que los ciclistas cruzarán todo el ancho de la calle (meseta entrelazada).

F 28, 29, 30 Fuera del área urbana

Fuera del área urbana, recomendamos una isla si la intensidad del tráfico de la vía recolectora a ser cruzada excede los 350 vm/h. Si hay grandes cantidades de ciclistas que cruzan, además de la isla se puede aplicar una medida de calmado de tráfico en la calzada principal.

Fuera del área urbana, la preferencia en una vía recolectora *nunca* se establece en favor de la cicloruta principal que cruza, ya que este tipo de medida no concuerda con el patrón de expectativas del usuario del espacio vial y por lo tanto podría llevar a serios conflictos. Siem-





pre se recomienda construir una isla central de un ancho suficiente (≥ 3.50 m) en las ciclorutas principales, tanto para llamarles la atención a los motoristas, como para lograr un cruce más fácil con menos tiempo de espera. Una isla es suficiente hasta una intensidad del tráfico motorizado de aproximadamente 800 vm/h en la vía a ser cruzada. En este caso, el tiempo de espera promedio máximo es de 5 segundos (s) para un intervalo necesario de aproximadamente 6 s para cruzar una sola pista (basado en una velocidad de conducción de 80 km/h). Como se mencionó, siempre es preferible reducir la velocidad del tráfico motorizado con medidas adicionales de calmado de tráfico.

Cuando la intensidad del tráfico motorizado excede los 800 vm/h aproximadamente, se hace difícil cruzar una vía recolectora con una sola isla, ya que el tiempo de espera promedio aumenta a más de 5 s. En este caso, las opciones son:

- Aceptar un tiempo de espera promedio mayor. A manera de ejemplo: cuando se utiliza una isla central, con una intensidad de 1.200 vm/h en la calzada a ser cruzada, el tiempo de espera promedio es 10 s.
- Introducir un sistema de control de tránsito o un cruce controlado para ciclistas. Esta opción es válida para hasta unos 1.600 vm/h en la calzada a ser cruzada. El tiempo de espera promedio entonces será de unos 20 s. Esto es un tiempo de espera razonable en un cruce controlado.
- Construir una rotonda. Fuera del área urbana (donde los ciclistas en una rotonda nunca tienen la preferencia) la situación de cruce es comparable con aquella de una isla. Sin embargo, una ventaja importante de la rotonda es que la velocidad de los vehículos motorizados se reduce considerablemente, permitiendo que el ciclista pueda anticipar mejor el flujo de vehículos a ser cruzado.
- Introducir un paso a desnivel para el cruce de ciclistas. Esto reduce el tiempo de espera a cero, pero esta solución es costosa y muchas veces difícil de implementar en el espacio disponible.

6.3.3 Intersección vía recolectora - vía recolectora

Dos vías recolectoras que se cruzan son equivalentes desde una perspectiva funcional. Si esto se combina con el principio básico de la preferencia, existen tres opciones:

- rotonda;
- sistema de control de tránsito (SCT);
- paso a desnivel.

El cuadro 25 ayuda al diseñador a encontrar la solución correcta. Hay varias consideraciones importantes al momento de elegir entre una rotonda, una semaforización o un paso a des-

Cuadro 25. Soluciones óptimas para intersecciones vía recolectora - vía recolectora

Sección 1: vía recolectora, con o sin cicloruta principal	Sección 2: vía recolectora, con o sin cicloruta ($I_2 \leq I_1$)			
	$I_2 < 1,200$ vm/día			$I_2 > 1,000$ vm/día
	Intensidad por hora	Sin cicloruta	Cicloruta	Cicloruta principal
500-1.500		Rotonda de una sola pista		Rotonda (si es necesario con circunvalación o dos pistas) o SCT.
1.200-1.750		Rotonda (si es necesario con circunvalación o dos pistas)		Rotonda (de varias pistas) con túnel para ciclistas en la dirección lateral de mayor tráfico (o SCT)
> 1.500		(varias pistas) rotonda o SCT	(varias pistas) rotonda con túnel para ciclistas en la dirección lateral de mayor tráfico (o SCT)	SCT o paso a desnivel

nivel. En la práctica, la elección será entre una rotonda y un SCT, casi siempre. Las soluciones individuales pueden tener distintas consecuencias en términos de seguridad. Muchos accidentes ocurren en intersecciones en cruz (de cuatro ramales), con semáforos (rango de aplicación desde unos 10.000 a más de 30.000 vm/día), así que desde la perspectiva de la seguridad, su uso en estos casos debería evitarse. Similarmente, los otros tipos de intersecciones coinciden significativamente en cuanto a las tasas de accidentabilidad en un nivel de aplicación de entre 3.000 y 8.000 vm/día, por lo que desde la perspectiva de la seguridad, ninguna de estas soluciones es preferible sobre la otra. Entre unos 10.000 y 20.000 vm/día, las rotondas con cuatro ramas son más seguras que las intersecciones en cruz con semáforos.



F 42, 43, 44 6.3.3.1 Rotonda

Actualmente, la rotonda es una solución que se usa a gran escala. Esto es por buenas razones, ya que la rotonda ofrece varias ventajas. Las rotondas:

- Evitan encuentros entre vehículos motorizados conduciendo en direcciones opuestas;
- Simplifican situaciones conflictivas;
- Aseguran velocidades bajas en puntos conflictivos.

Con estas características, las rotondas ofrecen una solución de mayor seguridad. Junto con su gran capacidad y los flujos relativamente rápidos, las rotondas son muy apropiadas para una intersección de dos vías recolectoras.

La rotonda de una sola pista es el tipo de intersección más segura. Las rotondas de dos pistas también obtienen una puntuación alta, pero algo menor, dada la mayor complejidad de la situación vial si se comparan con rotondas de una sola pista. Las rotondas de dos pistas son más seguras que las intersecciones con sistema de control de tránsito (SCT) y casi tan seguras como intersecciones con paso bajo nivel fuera del área urbana.

Número de pistas

El número de pistas es particularmente importante para la capacidad. Las rotondas de una pista pueden soportar desde 2.000 a 2.400 vm/h. Esta capacidad depende de factores como la distribución del volumen del tráfico, la proporción de virajes a la izquierda y la norma de la preferencia para el tráfico de bicicletas [35]. Para volúmenes de tráfico mayores, las rotondas de dos pistas son apropiadas; pueden soportar capacidades de hasta 4.000 vm/h, aproximadamente. Las vías de entrada a las rotondas son de una o dos pistas, depen-

diendo del volumen del tráfico. En vista de la seguridad de los ciclistas, las salidas deberían ser preferentemente de una pista. Las salidas de dos pistas *nunca* deben usarse si ciclistas con la preferencia cruzan la salida.



Facilidades para el tráfico de bicicletas

En una rotonda con relativamente poco tráfico, hasta 6.000 vm/día aproximadamente, no se requieren facilidades especiales para ciclistas, pero son posibles si crean un mejor calce con las calles que se conectan. En tal caso, es preferible una ciclovía segregada. En rotondas con más tráfico, se recomienda el uso de una ciclovía segregada. No se recomiendan las ciclobandas en rotondas. En particular, los conductores de camiones al virar tienen una visión demasiado restringida de los ciclistas y conductores de ciclomotores⁶⁾ andando en las ciclovías por su punto ciego. Adicionalmente, los siguientes puntos de consideración se aplican a las facilidades para bicicletas:

- El diseño de la ciclovía debe estimular la atención de los ciclistas;

6) NdeT: Bicicleta provista de un motor de pequeña cilindrada y que no puede alcanzar mucha velocidad. Diccionario de la Real Academia Española.

- La ubicación del cruce para ciclistas en la calzada debe ser suficientemente claro y evidente;
- Los ciclistas deben ser claramente visibles al llegar al lugar donde deben cruzar la calzada.

En rotondas en el área urbana, se recomienda que los ciclistas que van por pistas separadas sigan teniendo la preferencia. Después de todo, esto corresponde a una política amistosa con la bicicleta. El diseño de las ciclovías alrededor de las rotondas debe ceñirse a la norma de la preferencia. Fuera del área urbana, los ciclistas tienen su propia ciclovía segregada, sin la preferencia [36].

F 45, 46 Se debe prestar mayor atención, si para el diseño de facilidades para bicicletas el volumen del tráfico en algunas secciones exige una rotonda

de dos pistas. La solución más elegante es un paso bajo nivel, donde la opción preferible es una ciclovía por abajo combinada con una calzada elevada. Si es necesario, se puede usar simplemente un túnel en la cicloruta principal. Los ciclistas que vienen por la calle lateral pueden, según la intensidad de los flujos, cruzar al mismo nivel, siempre y cuando haya una salida de una pista; la ciclovía debe construirse de preferencia sobre una meseta. Siempre que sea posible se evitan las ciclovías bidireccionales en una rotonda, ya que los conductores de vehículos motorizados no esperan encontrarse con ciclistas viniendo de direcciones inesperadas (opuestas). Si de todas formas se usa una ciclovía bidireccional en una rotonda, se recomienda elevarla por sobre las entradas y salidas, usando el diseño, demarcaciones y señalética para recalcar frente a los otros usuarios el hecho de que los ciclistas vienen desde ambas direcciones.



No se recomienda implementar vías para bicicletas y ciclomotores en ambas direcciones con preferencia.



Rotonda con circunvalación (bypass)

Una alternativa a la rotonda con dos pistas es una rotonda de una pista con uno o más circunvalaciones. La velocidad en la rotonda se puede controlar mejor, los motoristas no deben zigzaguear en la rotonda y las entradas y salidas pueden diseñarse como pistas individuales. Sin embargo, no se ha ganado mucha experiencia práctica con rotondas con circunvalaciones. Al parecer, con una circunvalación los ciclistas muchas veces deben renunciar a la preferencia, lo que significa que los flujos y la seguridad del tráfico motorizado se logran a costa de los flujos de ciclistas. Esto va en contra de una política amistosa con la bicicleta. Si se introduce una circunvalación para los automóviles y ésta cruza una ciclovía, se aplica lo siguiente:

- La velocidad del tráfico motorizado en el cruce para bicicletas debe ser baja (30 km/h, aproximadamente);
- Los ciclistas y motoristas deben ser capaces de detectarse mutuamente y de manera oportuna, lo que establece los requisitos para el ángulo en el cual ambos flujos se cruzan.

6.3.3.2 Semáforos

Normalmente se instalan los semáforos para garantizar un flujo rápido y seguro del tráfico motorizado; en vías recolectoras esto implica intersecciones con volúmenes de entre 10.000 y 30.000 vm/día. Los semáforos son una solución menos segura (en términos sostenibles) que las rotondas o las intersecciones con pasos bajo nivel, y por lo tanto deben considerarse como la segunda mejor opción en términos de seguridad.

Como el tráfico motorizado generalmente domina las intersecciones controladas por semáforos, los ingenieros se concentrarán principalmente en el éste. Así, con frecuencia el tiempo disponible para el paso del tráfico más lento se ve limitado en este tipo de intersección. La combinación de luces verdes cortas para los flujos de ciclistas y peatones, y el largo tiempo necesario para procesar el tráfico motorizado, producen largos tiempos de espera para el tráfico más lento. En general, sin embargo, esto no es necesario. Investigaciones del consejo holandés para la bicicleta (*Dutch Bicycle Council*) [37] han demostrado que a menudo las esperas largas que típicamente les tocan a los ciclistas a menudo no son necesarias: hay buenas medidas para prevenirlas.

Las siguientes secciones primero presenten los criterios y requisitos de diseño para los semáforos. Luego, veremos temas de procesos y políticas importantes para crear medidas de tráfico amistosas con la bicicleta. Finalmente, se revisan opciones de control tecnológico para mejorar la posición del tráfico de bicicletas en el tráfico.

Criterios y requisitos de diseño

Los criterios de ubicación, capacidad de flujo, el tiempo de espera promedio y máximo, la probabilidad de detenerse/de seguir y las premisas en relación a los subconflictos y los flujos combinados también son importantes.

Ubicación de los semáforos

Está fuera del ámbito de este Manual de Diseño discutir en detalle el criterio para ubicar semáforos. Solo examinamos las consideraciones desde el punto de vista de las bicicletas como medio de transporte. En relación a la bicicleta, los semáforos pueden considerarse desde la perspectiva de la seguridad y los flujos de bicicletas. La seguridad es un tema importante, especialmente en intersecciones de tres y cuatro ramales: los semáforos pueden considerarse si el volumen y/o velocidad del tráfico a ser cruzado es tan grande que dificulta el paso de los ciclistas, pero solamente si es evidente que otras medidas (incluyendo la construcción de una rotonda) no son posibles.

El flujo también puede ser un motivo para instalar semáforos, especialmente en situaciones donde una cicloruta principal cruce una vía recolectora con mucho tráfico. En intersecciones como ésta, los ciclistas debieran tener precedencia frente al tráfico motorizado. Si esta la preferencia no parece lógica al usuario del espacio vial y por lo tanto no es respetada (adecuadamente), los semáforos pueden apoyar esta preferencia de los ciclistas.

Capacidad de flujo

La capacidad de flujo de las ciclovías es alta: unos 3.300 ciclistas por hora para un ancho de 1.00 m y unos 4.700 ciclistas por hora para un ancho de 1.80 m. Esto significa que para los

ciclistas los retrasos solo ocurren producto de colas o saturación por concentraciones muy altas de bicicletas.

Tiempo de espera y probabilidad de detenerse

Los términos “tiempo de espera” y “probabilidad de detenerse/seguir” (para el ciclista) son muy importantes para evaluar qué tan amistosos con la bicicleta son los sistemas de control de tránsito (SCT). Esperar en luces rojas parece ser el motivo más significativo de retrasos, ciertamente en ciudades grandes [50]. Detenerse requiere frenar y volver a acelerar, con la inevitable pérdida de energía e incomodidad.



La *probabilidad de detenerse* se determina en base al número total de veces que un ciclista se detiene en un semáforo. En un semáforo de tiempo fijo, la probabilidad de detenerse es fácil de determinar: se divide el tiempo de luz roja por la longitud del ciclo. En un semáforo de tiempo variable, la probabilidad de detenerse puede calcularse dividiendo el tiempo total de la luz roja en un periodo de observación (representativo) por el tiempo total de observación.

Cuando sea necesario detenerse, el *tiempo de espera* es un indicador importante de lo cicloamistoso que puede ser una facilidad.

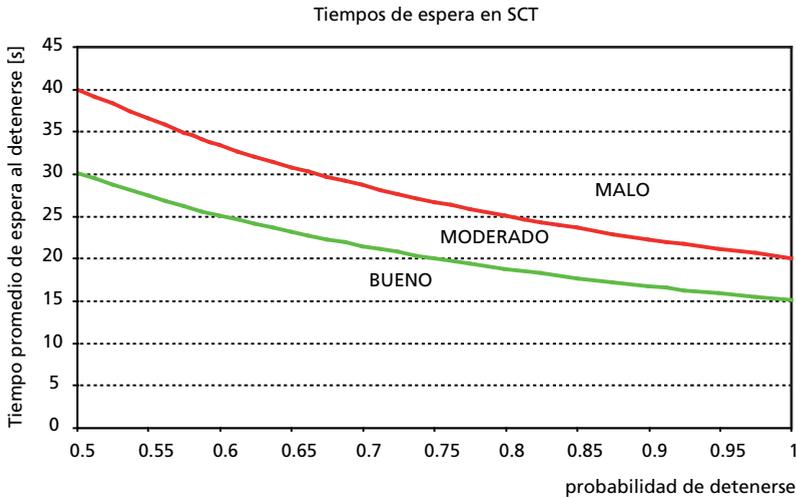


Gráfico 23. Relación entre la probabilidad de detenerse y el tiempo de espera promedio en semáforos.

Tanto el tiempo de espera promedio como el máximo son significativos aquí. Cuando un ciclista debe detenerse en una luz roja, el tiempo de espera está determinado por el tiempo de luz roja y el momento de la fase de luz roja en el cual llega el ciclista. El promedio (para todas las llegadas) es el tiempo de espera promedio al detenerse. Este refleja la experiencia de los ciclistas. En un semáforo de tiempo fijo, el tiempo promedio es simplemente la mitad del tiempo de luz roja; el cálculo es un poco más complicado para semáforos de tiempo variable⁷⁾. El tiempo de espera máximo es simplemente el tiempo máximo de luz roja.

El tiempo de espera promedio (matemático) es más corto que el tiempo de espera al detenerse, porque en el promedio matemático el tiempo

de espera incluye las veces que los ciclistas pueden seguir por una luz verde como tiempo de espera de cero segundos. Sobre todo, una política racional intenta minimizar el tiempo de espera promedio. La siguiente fórmula siempre se aplica en estos casos: *tiempo de espera promedio = probabilidad de detenerse* • *tiempo de espera promedio al detenerse*.

Entonces, el tiempo de espera promedio puede mejorarse al reducir la probabilidad de detenerse y/o reducir el tiempo de espera al detenerse (el tiempo que dura la luz roja). Un tiempo de espera promedio menor a 15 s puede llamarse bueno, mientras que uno mayor a 20 s es malo. Tiempos entre éstos se consideran promedio. Los valores asociados para la probabilidad de detenerse y tiempo de espera al detenerse se muestran en el gráfico 23.

7) NdeT: Se aplica la siguiente ecuación para un ciclo no-fijo:

$$\text{Tiempo promedio al detenerse} = \frac{1}{2} \frac{\langle R^2 \rangle}{\langle R \rangle}$$

Donde <> representa el promedio.

Este valor nunca es igual a, pero siempre mayor a la mitad del promedio de la fase de luz roja.

Por ejemplo: si las fases sucesivas de luz roja se alternan entre 10 y 20 segundos, luego el tiempo promedio de espera al detenerse es 8,33 segundos (y no 7,5 segundos).



Estos tiempos de espera en semáforos son, casi siempre, más largos que los tiempos de espera al cruzar calles principales sin disposiciones de semáforos. Desde la perspectiva del ciclista (y el requisito de rutas directas), la construcción de un sistema de control de tránsito semaforizado (SCT) casi nunca es una buena idea. Una ventaja de un SCT es, sin embargo, que se limita el tiempo máximo de espera. Este no es el caso cuando se cruzan calles principales (sin SCT), donde los ciclistas pueden tener que esperar cuatro veces más que el promedio cuando hay mucho tráfico. En consecuencia, los ciclistas aceptan tiempos de espera (promedio) algo mayores en semáforos. Pero hay un límite: tiempos de espera máximos superiores a 90 a 100 s no son creíbles. Por lo tanto, se recomiendan los siguientes tiempos de espera máximos (sin importar el tipo de semáforo, tráfico-dependiente, VETAG, etc.):

- dentro de áreas urbanas: tiempo de espera máximo < 90 s;
- fuera de áreas urbanas: tiempo de espera máximo < 100 s.

Longitud de ciclo

El tiempo de espera para los ciclistas también está conectado con la longitud del ciclo de un sistema de control de tránsito semaforizado.

Una investigación en 24 intersecciones en capitales provinciales [37] ha demostrado que se establecen fases de luz verde muy largas para el tráfico motorizado en muchas intersecciones, como una “precaución”. En muchos casos se comprobó que era posible reducir la longitud del ciclo, lo que no sólo mejoró el flujo del tráfico de bicicletas, sino también el de los otros vehículos. Lo siguiente se aplica para un control amistoso con la bicicleta: mientras más corta el ciclo, mejor, pero preferentemente no debe durar más de 90 s. El tiempo de 120 s, aceptado generalmente para el tráfico motorizado, es por lo tanto demasiado largo para los ciclistas.

Subconflictos entre vehículos motorizados y bicicletas

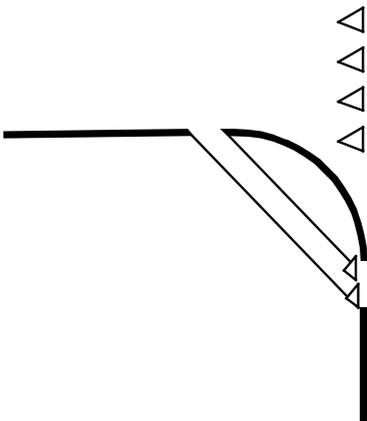
Puede ser deseable, por una serie de motivos, permitir subconflictos entre vehículos motorizados y bicicletas en una situación con semá-

foros, por ejemplo para reducir tiempos de espera o por falta de espacio. Dichos subconflictos solo deben permitirse entre ciclistas que siguen derecho y vehículos motorizados que viran desde el flujo de tráfico paralelo (o viceversa). La buena visibilidad de los ciclistas es de vital importancia.

No se recomiendan los subconflictos entre vehículos motorizados y bicicletas si:

- la intensidad del tráfico motorizado que vira es mayor a 150 vm/h;
- hay una ciclovía bidireccional, ya que algunos ciclistas aparecen desde una dirección inesperada;
- en una situación fuera del área urbana, las velocidades son más altas y los ciclistas menos dominantes en el espacio vial (lo que significa que son pasados por alto más fácilmente);
- muchos camiones viran a la derecha (por el riesgo de un accidente relacionado con el punto ciego).

Gráfico 24. Principio básico del "viraje a la derecha para evitar la luz roja"



¿Ciclovía, ciclobanda o combinar a los ciclistas con el resto del tráfico?

Se pueden distinguir tres movimientos principales de los ciclistas en una intersección: pueden virar a la derecha, pueden seguir de largo, o pueden virar a la izquierda. La opción del tipo de facilidad para bicicletas en una intersección controlada depende de las facilidades existentes en las vías recolectoras a la intersección, la existencia de subconflictos y las intensidades del tráfico motorizado.

F 47, 48 Ciclistas que viran a la derecha

En una SCT, se pueden limitar los retrasos para los ciclistas virando a la derecha, al doblar por una vía especializada que les permita evitar la luz roja (*right turn past red*, ver el gráfico 24) o, si es necesario, virar durante la luz roja (*right turn through red*). En este caso, los ciclistas que viran a la derecha no deben verse obstaculizados por los ciclistas que siguen derecho (y viceversa). También debe prestarse atención a los ciclistas ingresando al tráfico (usar área de protección si es necesario).

F 49 Si ninguna de estas dos alternativas es posible, entonces es importante crear un espacio de espera para los ciclistas. Los que están detenidos frente a una luz roja con la intención de doblar a la derecha no deben obstaculizar el paso a los ciclistas que van a seguir derecho o virar a la izquierda. Para que esta provisión sea más flexible, se puede situar a los ciclistas que viran a la derecha en un grupo propio. En este caso es deseable que tengan su propia pista de espera.

F 50 **Ciclistas que siguen derecho**
En una situación de tráfico mixto, y sin ciclobandas en las vías de acercamiento, los ciclistas que siguen derecho pueden fluir en paralelo al tráfico motorizado. Puede ser aconsejable construir una ciclovía o ciclo-banda prioritaria, que permita que los ciclistas sobrepasen a los automóviles en espera. También es posible darle una fase de luz verde propia a los ciclistas que siguen derecho. En este caso, con tráfico mixto, se recomienda introducir una ciclovía prioritaria o una pista de espera para ciclistas. Es importante que los ciclistas permanezcan dentro del campo visual de los motoristas. Si el flujo de ciclistas sigue a una ciclovía, debe haber opciones para que los ciclistas que siguen derecho lo hagan junto a otros grupos que no estén en conflicto. Esto ofrece más posibilidades para una intersección controlada amistosa con la bicicleta.

F 51, 52, 53 **Ciclistas que viran a la izquierda**

La mayoría de las veces, los ciclistas que viran a la izquierda tienen la peor suerte en una situación de control de tránsito, especialmente cuando, en el caso de dos ciclovías separadas, doblar a la izquierda es considerado como dos movimientos diferentes. El tiempo de espera puede acortarse considerablemente si se considera esta maniobra un solo movimiento de



paso. Donde hay un perfil combinado (con una intensidad de vehículos motorizados relativamente baja en las calles aledañas) se puede construir un bicicletas, o *bicibox* (menos de 500 vm/h en una sección u 800 vm/h en una intersección). Un *bicibox* debería preferentemente combinarse con islas para crear una facilidad de espera segregada para bicicletas en las calles aledañas. Otra buena solución donde haya grandes cantidades de ciclistas virando a la izquierda es tener luces en verde en todas las direcciones simultáneamente para los ciclistas.

Tiempo de espera máximo para el tráfico motorizado

Para un sistema de control de tránsito amistoso con la bicicleta, se debe considerar los criterios de flujos y los requisitos de diseño para el tráfico motorizado y las bicicletas juntos. Los requisitos de calidad para el tráfico motorizado también determinan las posibilidades de acortar los tiempos de espera para el tránsito de bicicletas. En general, se usa un tiempo de espera promedio de 60 s y un tiempo de espera máximo de 120 s para el tráfico motorizado.

Política y administración

Una de las opciones de mejoramiento más significativas para el tránsito de bicicletas en un sistema de control de tránsito semaforizado se

encuentra al nivel del desarrollo de políticas, más específicamente, en la formulación de principios básicos y claros. La experiencia ha demostrado que muchas disposiciones de semáforos son creadas por un ingeniero de control de tránsito con un alto grado de independencia. Tomando en cuenta los intereses de todos los participantes en el tráfico y basándose en su propio conocimiento y pericia, los ingenieros crean un sistema de control de tránsito que siempre es una solución ‘intermedia’ [38]. Esto significa que el ingeniero tiene un impacto significativo en la política de tránsito de la autoridad vial.



Para evitar esto, pero también para no dejar tantos dilemas al ingeniero durante el proceso de diseño, las autoridades viales responsables de los distintos sistemas de control de tránsito (SCT) debieran desarrollar una “política de SCT”. Esta establece qué prioridad se le da a las distintas categorías de participantes del tráfico en las diferentes situaciones viales. Un principio básico es que las secciones con ciclorutas principales tengan la preferencia en intersecciones en el área urbana. También se pueden indicar valores máximos para los tiempos de espera o las fases. Si estos principios básicos se establecen en los reglamentos administrativos, el ingeniero de controles tiene metas muy claras, que también se pueden controlar fácilmente.

En muchos casos, en la práctica se dan tiempos de espera innecesarios o innecesariamente largos para los ciclistas, sin que esto tenga ninguna base en las políticas. Varios estudios [37] han demostrado que en casi todas las intersecciones donde los tiempos de espera para ciclistas fueron evaluados como inaceptables, esto era el resultado de darle prioridad a otro tipo de tránsito (las llamadas ‘olas verdes’, *green waves*, que privilegien al transporte público); en la mayoría de los casos, esto no estaba basado en las políticas adoptadas.

Otra medida importante es realizar la mantenimiento del sistema de control regularmente. Una vez que el sistema de control de tránsito está funcionando, muchas veces se descuida. Realizar mantenencias regularmente y revisiones de la vía para ver si las especificaciones aún son satisfactorias, ayuda a asegurar que el sistema se ajuste de manera óptima a la situación de tránsito.

F 54 a 67, 76, 77

Opciones para medidas cicloamistosas

Las fichas para las distintas facilidades que incluimos en este Manual de Diseño contienen muchas medidas para mejorar la situación de los ciclistas en intersecciones semaforizadas. Una gran cantidad de estas medidas acortan el tiempo de espera de los ciclistas. Minimizar el tiempo de espera es esencial para un control cicloamistoso. Las distintas medidas pueden implementarse individualmente, pero muchas veces también pueden combinarse (ver cuadro 26). Los resultados de las distintas opciones pueden variar de situación en situación. En consecuencia, cada situación debe ser analizada a fondo para determinar las medidas más apropiadas.

Cuadro 26. Combinaciones posibles de medidas cicloamistosas en semáforos

No.	Medida	Puede combinarse con número(s)
1	Acortar la duración de la fase del semáforo	2-16
2	Incluir opción de luz verde adicional para ciclistas	1, 3, 4, 7-9, 11-16
3	Permitir viraje a la derecha en luz roja	1, 2, 3-11, 14, 15, 16
4	Dar luz verde a todos los movimientos de ciclistas al mismo tiempo	1, 2, 3, 10-13, 15
5	Aceptar subconflictos vehículos motorizados/ bicicletas	1, 3, 7-9, 11-13
6	Establecer un tiempo de espera favorable a ciclistas	1, 3, 4, 9, 11-13, 15, 16
7	Aumentar los sentidos de bicicletas con prioridad junto al transporte público	1, 2, 3, 5, 8, 9, 11-16
8	Aumentar los sentidos de bicicletas con prioridad junto con otros sentidos	1, 2, 3, 5, 7, 9, 11-16
9	Establecer secuencias de fases favorables a los ciclistas que viran a la izquierda	1, 2, 3, 5, 7, 8, 10-13, 15, 16
10	Establecer una ola verde para el tránsito de bicicletas	1, 3, 4, 5, 9, 11-16
11	Mantener conflictos entre vehículos de menor velocidad fuera del control	todas las medidas
12	Implementar viraje a la derecha en luz roja	todas las medidas, salvo 3
13	Introducir detección larga distancia/pre-petición para tránsito de bicicletas todas las medidas	todas las medidas, salvo 6, 7, 8,
14	Crear un punto de espera para bicicletas (bicibox)	todas las medidas, salvo 5
15	Aumentar la capacidad de flujo para el tráfico motorizado	todas las medidas, salvo 4, 5, 14
16	Establecer luz verde en dos direcciones	

F 68, 69, 70 6.3.3.3 Solución en desnivel

Las facilidades a desnivel se recomiendan o son necesarias cuando otras soluciones para las intersecciones no cumplen con los requisitos en relación a rutas seguras en términos viales y de seguridad social. Esto no solo se aplica a las ciclorutas principales, sino también a la red básica – especialmente a las partes de ésta que intersectan vías recolectoras con mucho tráfico o vías recolectoras con velocidades máximas de 70 km/h o más. Sin embargo, con frecuencia no habrá suficiente



espacio para una solución en desnivel. En ese caso, solo se puede realizar un cruce seguro si se reducen las diferencias de velocidad o si las diferencias de volumen y dirección se separan utilizando semáforos.

¿Puente o túnel?

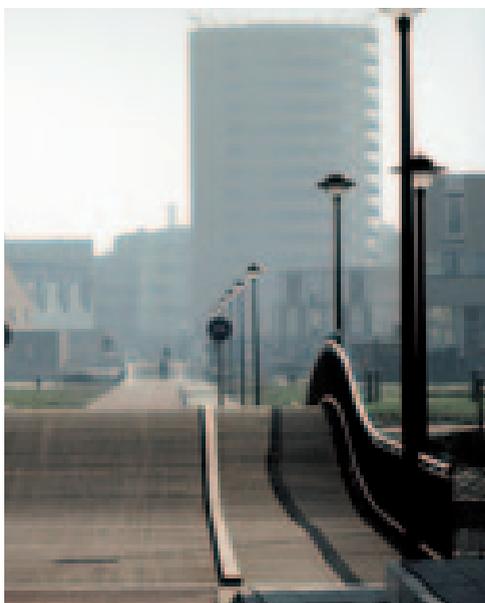
Una vez que se ha decidido construir una intersección en desnivel para el tránsito de bicicletas, existe la opción entre un túnel y un puente. Las posibles ventajas y desventajas de ambas alternativas se muestran en el cuadro 27.

Cuadro 27. Puente versus túnel

Aspecto	Puente	Túnel	Explicación
Enlace (<i>bridging</i>)		+	En los túneles, primero hay una bajada. Esta diferencia de altura hace que se acumule velocidad que ayuda al ciclista a luego andar cuesta arriba.
		+	Con un túnel la diferencia de altura a sobrepasar es menor que con un puente, ya que la altura que requieren los ciclistas es menor que la que necesitan los camiones/ automóviles.
Seguridad social	+		Un túnel muchas veces genera en los usuarios una cierta incomodidad, ya que desde los alrededores no se permite ver lo que sucede dentro del túnel. Un puente está al aire libre y por lo tanto ofrece más alternativas respecto a la supervisión y a la vista.
	+		Un túnel puede hacer que los ciclistas sientan claustrofobia, especialmente cuando es largo, con curvas y/o es angosto. Esto no es un factor con un puente.
	+		Un túnel es mucho más atractivo que un puente para el graffiti y para que los jóvenes merodeen.
Calce espacial		+	En términos del paisajismo o desarrollo urbano, un túnel puede tener muchas ventajas sobre un puente. Un túnel tiene una influencia menos drástica en los alrededores: la pendiente puede ser menor que la de un puente (por la menor diferencia de altura) y está, además, bajo el nivel de la superficie.
	+		Un puente ofrece una opción para una solución más agradable arquitectónicamente. Mucho más que un túnel, un puente puede desarrollarse como un objetivo especial y reconocible.

Cuadro 27. Puente versus túnel

Aspecto	Puente	Túnel	Explicación
Comodidad		+	En un túnel, el ciclista sufre menos molestias por el viento que en un puente y, si es necesario, pueden refugiarse allí.
		+	Un ciclo-puente angosto, alto y largo, puede causar temor a las alturas en los ciclistas. La diferencia de altura normalmente se limita (ciertamente en un lugar semi-enterrado).
Costos	+		Un puente generalmente es más barato que un túnel, ya que se deben tomar medidas relacionadas con el agua subterránea.
Otros		+	Los túneles para bicicletas y peatones en áreas rurales también pueden cumplir una función para animales pequeños. Una política de paisajismo que ayuda a reunificar áreas de bosque y reservas naturales requiere corredores para la fauna. A veces éstos pueden combinarse con túneles para el tránsito de bicicletas (recreativo). En este caso, puede ser deseable construir una pista no pavimentada en el túnel de un ancho de 2 m, aproximadamente.



La importancia que debe asignársele a las ventajas y desventajas de un túnel o puente depende principalmente de las características de los alrededores y el diseño exacto de la intersección a desnivel. El argumento de la seguridad social, por ejemplo, puede ser menos importante en un ambiente donde hay mucha actividad que en un área aislada.

La solución ideal para el ciclista es que los automóviles, y no las bicicletas, pasen por la diferencia de altura. Si los ciclistas permanecen al nivel del suelo y los vehículos motorizados pasan por el túnel, el paso de los ciclistas no se dificulta en la intersección. Si esto no es posible, una alternativa es construir la vía a ser cruzada un poco bajo la superficie. Esto también reduce la diferencia de altura que un ciclista debe sobrepasar en el caso de un

Soluciones especiales

El uso de intersecciones en desnivel para el tránsito de bicicletas muchas veces se ve limitado a un túnel o puente para cruzar una vía principal, posiblemente combinado con una intersección cercana a nivel para el tráfico motorizado. Los ciclo-puentes o ciclo-túneles generalmente no se construyen si la intersección debe servir a una multitud de movimientos de ciclistas. El hecho que intersecciones en desnivel en situaciones como estas son factibles se demuestra en el Berenkuil en la ciudad de Utrecht, por ejemplo. Esta solución consiste en una gran rotonda semi-elevada con semáforos sobre la cual fluye el tráfico motorizado, mientras que el tránsito de bicicletas pasa a través de túneles cortos, semi-enterrados bajo las secciones de la rotonda y al aire libre por el centro de la rotonda.

puente. Naturalmente la vía también puede estar un leve mente ‘elevada’ para que un ciclo-túnel no tenga que construirse tan profundo y por lo tanto sea más fácil estudiar la situación.



Ascensores, escaleras mecánicas y rampas para bicicletas

Un puente o un túnel casi siempre involucra una diferencia de altura que debe ser sobrepasada andando en bicicleta. A veces se usan ascensores o escaleras mecánicas como una “medida improvisada” para diferencias de altura muy grandes (como por ejemplo un puente sobre un río importante). Pero esto solo puede ser una medida complementaria, ya que no todos se sienten cómodos usando un ascensor o escalera mecánica. Una alternativa puede encontrarse en rampas mecánicas. La rampa en espiral también puede ser una alternativa en situaciones donde no hay espacio para una rampa ‘normal’.



Cuadro 28. Recomendaciones para el diseño de ciclo-túneles

Entorno y calce

- 1 Asumiendo que existe una necesidad de cruzar, es preferible construir un túnel en un área con mucha actividad social, donde, en consecuencia, se pueda esperar bastante gente. Si es posible y vale la pena, el ciclo-túnel debiera preferentemente combinarse con una función para peatones. En ese caso, se da un espacio a los ciclistas y otro a los peatones.
- 2 Junto con que exista supervisión, amplitud y comodidad para los ciclistas, es preferible una ubicación semi-enterrada, con la conexión con la vía a ser cruzada "elevada" en aproximadamente 2 m. La estructura puede diseñarse como un viaducto en la calle. Si, más aún, la calle a ser cruzada ha sido diseñada con pistas separadas, se crea una estructura abierta por la cual pueda pasar la luz.
- 3 La trayectoria de la cicloruta es lo más recta posible para ofrecer suficiente perspectiva. Suficiente perspectiva significa que la salida del túnel sea visible desde la entrada al túnel (ninguna curva en el túnel).
- 4 Las pendientes en cualquiera de las entradas al túnel no son demasiado empinadas (máximo 1 : 1). Esto reduce la sensación de encierro.
- 5 No se usan plantas altas en la entrada al túnel, para que posibles atacantes no tengan oportunidad de esconderse allí.

Diseño de la estructura (túnel)

- 6 Los túneles deben ser lo más cortos posible. No solo porque esto los hace más fáciles de ver, sino también porque la luz del día tiene más posibilidad de entrar en un túnel corto que en uno largo. Naturalmente, esto también significa que el tiempo del ciclista en el túnel es más corto.
- 7 El túnel no ofrece oportunidades para esconderse, por lo que no hay huecos o puntos ciegos.
- 8 Los muros del túnel llegan hasta la parte superior.
- 9 La altura mínima de un ciclo-túnel es 2.50 m.
- 10 Es deseable una relación equilibrada entre el ancho y alto. Como una guía, el ancho debiera ser al menos 1.5 veces el alto. Una entrada a un túnel donde la dimensión de altura claramente excede la del ancho da al observador la sensación de angostura y por lo tanto puede ser percibido como agobiante. A la inversa, los túneles que son demasiado anchos en relación a su altura dan a los usuarios la sensación de que pueden golpearse la cabeza.
- 11 El piso del túnel tiene una pendiente lateral de 1 a 2% para drenar rápidamente las aguas lluvia.

Mobiliario de los túneles

- 12 Los túneles deben estar bien iluminados. Tanto la seguridad vial como la seguridad social requieren que los túneles no se vean notablemente más oscuros que el exterior.

Cuadro 28. Recomendaciones para el diseño de ciclo-túneles (continúa)

- 13 En la noche, la transición desde afuera hacia adentro del túnel (y viceversa) debe ser uniforme. Esto significa que debe haber iluminación afuera del túnel también, para que el ciclista pueda ajustarse a la intensidad cambiante de la luz.
- 14 Además de la intensidad de la luz, el color de las paredes del túnel también es importante: colores luminosos y amigables tienen un efecto más favorable en la seguridad social subjetiva que los colores apagados y fríos. Un cambio de color de más oscuro en los extremos y más claro al medio resulta en una mejor seguridad social subjetiva.
- 15 Para prevenir el vandalismo se recomienda que las luminarias estén insertas en la pared o en el techo siempre que sea posible. También es importante asegurar que las luminarias dañadas puedan repararse o reemplazarse rápida y fácilmente.
- 16 El drenaje requiere ser diseñado con cuidado. Basura como hojas o papel muchas veces se acumula en la transición de la inclinación al piso del túnel. Un túnel debe entonces poder ser limpiado rápida y fácilmente.

Soluciones socialmente seguras con túneles

Las siguientes premisas básicas se usan para el diseño de túneles socialmente seguros y cicloamistosos (ver también el capítulo 7):

- visibilidad óptima de los alrededores;
- el diseño minimiza el tiempo que los ciclistas permanecen en el túnel;
- el diseño contrarresta lo más posible cualquier sensación de encierro;
- el diseño, iluminación y la combinación de colores aseguran una ‘aparición abierta’.

Estas premisas llevan a las pautas de diseño del cuadro 28.

6.3.4 Intersección calle de servicio - ciclo vía apartada

Desde que se introdujo una norma que ‘los ciclistas que vienen de la derecha siempre tienen la preferencia’, las intersecciones de ciclo vías apartadas con vías locales están sujetas a las mismas condiciones que las intersecciones entre dos vías locales (todos los conductores que vienen de la derecha tienen la preferencia). Ambos tipos de intersección pueden tra-



tarse de la misma manera. Sin embargo, el diseño de intersecciones con ciclo vías apartadas requiere de atención especial, ya que el comportamiento informal de la preferencia fácilmente se desarrolla aquí (ver recuadro en la sección 6.3.1). Más específicamente: si (sin querer) los conductores en la calle de servicio ‘no se dan cuenta’ de que hay una ciclo vía apartada, es poco probable que cedan el paso a los ciclistas que vienen cruzando. Cuando haya posibilidades reales de este tipo de comportamiento, deben tomarse medidas para

garantizar la visibilidad e igualdad. Si la ciclo-
vía apartada es una cicloruta principal, la
ciclovía debiera tener la preferencia por sobre
la calle de servicio a ser cruzada. Ver la sec-
ción 6.3.1 para las medidas a tomar en este
caso.

6.3.5 Intersección vía recolectora - ciclo- vía apartada

Las intersecciones entre ciclovías apartadas y
vías recolectoras deben tratarse de la misma
manera que las intersecciones entre vías loca-
les y vías recolectoras. En principio, el tránsito
por la vía recolectora tiene la preferencia. Ver
el cuadro 24 para las medidas aplicables.

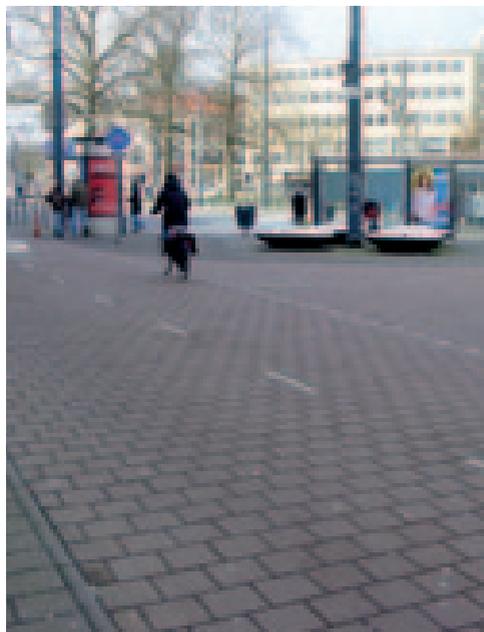
Solo hay una excepción en lo que concierne a
la preferencia. Si la ciclo-
vía apartada es una
cicloruta principal y la intersección con la vía
recolectora está *en el área urbana*, la cicloruta
principal, bajo ciertas condiciones, puede
tener la preferencia. Estas condiciones son que
el diseño debe tomar en cuenta cualquier tipo
de comportamiento informal de la preferencia
y que la seguridad de los ciclistas que cruzan
se garantice efectivamente (bajas velocidades
del tráfico motorizado). Ver sección 6.3.2 para
una explicación más detallada. Fuera del área
urbana, nunca se acepta la preferencia de una
ciclovía apartada en una intersección con una
vía recolectora; en ese caso los ciclistas que
cruzan siempre deben ceder el paso al tráfico
motorizado.

6.3.6 Intersección ciclo- vía apartada - ciclovía apartada

Una intersección entre dos ciclovías apartadas
puede considerarse como una intersección
entre dos vías locales. Una diferencia con las
vías locales ‘normales’ es que no hay grandes
diferencias de masa entre los participantes del

tráfico. Por lo tanto hay pocas razones para
reducir la velocidad y una intersección en T
normal o un cruce completo serán suficientes.
Para intersecciones con una o dos ciclovías (y
vías para ciclomotores) puede ser aconsejable
reducir la velocidad por la presencia de los
ciclomotores.

Como vimos con las vías locales, el principio
básico aquí es la igualdad de las calles que se
intersectan. Esto significa que en teoría, no se
necesita ninguna regulación de la preferencia.
Solo si una de las rutas es una cicloruta princi-
pal puede considerarse la preferencia a favor
de los ciclistas en esta conexión. El diseño de
la intersección debiera ajustarse a esto, utili-
zando pequeñas platabandas en las ciclovías
subordinadas, por ejemplo. También debe
considerarse realizar dos cruces en T en vez de
una intersección de cuatro ramas. Esto enfati-



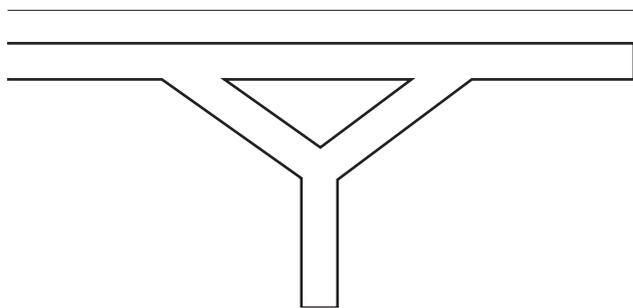


Gráfico 25. Principio de un cruce triangular

zaría la diferencia de función y la regulación de la preferencia. Dicha solución solo es aceptable, sin embargo, si no pone en riesgo los requisitos de diseño en cuanto a rutas directas.

Si la intersección involucra dos ciclorutas principales, puede considerarse una rotonda para bicicletas. Un cruce triangular (ver gráfico 25) también es una solución en este caso.

6.3.7 Intersección carril de transporte público - ciclovía apartada

En intersecciones entre una ciclovía apartada y un carril de transporte público se puede distinguir entre intersecciones con vías para buses, tranvías o trenes.

6.3.7.1 Una pista o banda solobus⁸⁾

En cuanto a las características de tránsito, una pista o banda solobus puede compararse con una vía recolectora de muy baja intensidad. Esto significa que se aplican las soluciones mencionadas en la sección 6.3.2.

Una alta concentración de cruces para el tránsito lento en una pista o banda solobus en general significa que los ciclistas viajan en una cicloruta o una cicloruta principal. En ambos casos, recomendamos una platabanda ancha en el carril de buses para los ciclistas que cru-

zan la calle, en combinación con un reductor de velocidad para el bus. Se recomienda una intersección con preferencia para las ciclorutas principales, con una platabanda ancha en la pista de buses, un reductor de velocidad y la preferencia para la cicloruta. Si el flujo de transporte público usando la vía es intenso y rápido, se pueden usar semáforos complementarios, con un control favorable al tránsito de bicicletas.



Si la preferencia para las bicicletas no es apropiada y se favorece la pista o banda solobus, una intersección en desnivel o un sistema de control semaforizado puede garantizar la seguridad y el flujo de ciclistas. En los semáforos, el método de control se transforma en

8) NdeT: Tal como hicimos en el capítulo 5, al nombrar dos tipos de infraestructura nuevos para nuestro medio, y por lo tanto, nuestro idioma, optamos por una terminología consistente con la que ya se ha desarrollado para la cicloinfraestructura, y que se entiende con relativa facilidad (fuente, "pista solobus": REDEVU, Chile), sabiendo que no necesariamente se utiliza en todo el mundo de habla hispana.



un punto de atención. Como se mencionó anteriormente, a menudo se le da prioridad al transporte público sin una buena razón para hacerlo. Sin embargo, se recomienda tomar en cuenta los intereses de ambos grupos y que el control se organice en base a eso. Una buena detección es esencial ya que puede ayudar a limitar el tiempo de espera para ambos grupos. Especialmente cuando el control de espera (*standby*) de la luz verde esté establecido para la cicloruta principal, se crea una situación de cruce favorable para el tránsito de bicicletas.

6.3.7.2 Tranvía

Para una vía separada de tranvías, el tipo de cruce (con una ciclovía apartada) depende de la velocidad del tranvía. La distancia de frenado de un tranvía es considerablemente más larga que la de un automóvil. Solo si el tranvía viaja a más de 20 km/h en los puntos de conflicto pueden usarse las mismas soluciones que en una intersección entre una ciclovía apartada y una vía recolectora ‘normal’ (cuadro 24) o una vía de buses (ver sección 6.3.7.1). Si la velocidad del tranvía es mayor, el requisito de ‘baja velocidad en puntos de conflicto’ no se puede cumplir, lo que signi-

fica que la seguridad no está adecuadamente garantizada. En ese caso el cruce debería ser controlado con semáforos.

Lo especial de los cruces con tranvías es que a menudo las vías de tranvías se ubican entre o al costado de las vías para el tráfico motorizado y los tranvías pueden aparecer desde distintas direcciones, incluyendo las que no se permiten para otro tipo de tránsito. Esto complica el diseño de una intersección, haciendo difícil cumplir con el requisito básico de un diseño claro. Se sugiere resguardo adicional del cruce en situaciones tan complejas. Se puede elegir un sistema ‘estándar’ de control con semáforos o un sistema de alerta que haya sido especialmente desarrollado para el tranvía (o pista/banda solobus). A menudo se usan ‘semáforos para tranvías’ en intersecciones con una vía rápida de tranvías. Consisten en una luz de alerta con un símbolo de tranvía; la luz empieza a destellar cuando se acerca un tranvía.



En un diseño cicloamistoso, la cicloruta tiene la preferencia en intersecciones entre ciclorutas principales y vías separadas de tranvías. Sin embargo, porque los tranvías a menudo



cumplen una importante función en la red de transporte público, los intereses de flujo de ciclistas y tranvías pueden entrar en conflicto. En ese caso, la solución preferible es una intersección en desnivel. Pero como se mencionó anteriormente, esto muchas veces no es factible. La solución apropiada en ese caso es una intersección a nivel equipada con un sistema de control de tránsito semaforzado, de preferencia con un control de espera (*standby*) de luz verde para ciclistas y una luz verde a pedido para el tranvía (y/o bus).

El ángulo entre los rieles del tranvía y la línea de recorrido de los ciclistas es importante en intersecciones entre vías de tranvías y ciclovías apartadas. Este ángulo debiera ser lo más recto posible para evitar que los ciclistas ataquen una rueda en el riel. Un ángulo mínimo de aproximadamente 45 grados puede usarse como guía, pero por supuesto se prefieren ángulos más grandes.

6.3.7.3 Cruces con vías férreas

La prioridad absoluta del tren en las vías férreas no es un tema abierto a discusión. En cada paso de un tren – sea interurbano o una locomotora individual – todos los otros usuarios del espacio vial deben ceder el paso cuando las barreras de la vía férrea se cierran. Si una cicloruta principal cruza la línea del tren, es preferible hacerlo en distintos niveles, para que los ciclistas no se vean retrasados como resultado del tránsito de trenes.

Para otras ciclorutas, si no es posible un cruce en desnivel, el cruce del tren siempre debiera estar equipado con semi-barreras automáticas (*automatic half barriers*, AHBs). Especialmente en rutas escolares, los cruces de trenes sin (semi-) barreras son puntos potencialmente peligrosos. No se recomiendan cruces de trenes sin supervisión en conexiones para bicicletas; como mínimo debieran instalarse sistemas automáticos de luz intermitente



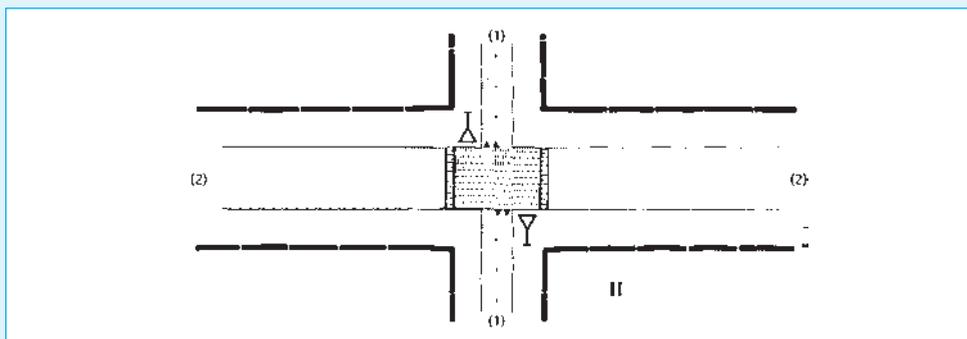
(*Automatic Flashing Light systems, AFLs*).

Esto no significa, sin embargo, que los cruces que no tengan estas facilidades deban simplemente cerrarse. Es importantísimo preservar suficientes cruces en las líneas de tren que para los ciclistas, especialmente en términos de coherencia y rutas directas.

En intersecciones entre conexiones de bicicletas y vías férreas el ángulo entre los rieles y la línea de recorrido de los ciclistas debe ser lo más recto posible para evitar que las ruedas de la bicicleta se atasquen entre el riel y el pavimento. Un ángulo mínimo de aproximadamente 45 grados puede usarse como guía.

Un punto adicional son las ciclovías bidireccionales. Se construyen reservas centrales en los cruces de trenes para que los ciclistas no esquiven a las semi-barreras cerradas cuando se están cerrando o el tren acabe de pasar. En ciclorutas (escolares) con mucho tráfico, esta reserva debiera ser tan larga como la fila promedio de ciclistas. Esto ayuda a prevenir que ciclistas o conductores de ciclomotores pasen saltándose la fila de ciclistas.

Descripción	Intersección elevada, sin preferencia para ciclistas
Función	<ul style="list-style-type: none"> • mejora la situación en los cruces para el tráfico de bicicletas • limita la velocidad de los vehículos motorizados • señala las condiciones para cruzar
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • calle de servicio • dentro y fuera del área urbana
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • no continuar el mismo color y tipo de pavimento de la cicloruta en la superficie de la intersección • no usar líneas de cuadrados (<i>block markings</i>)⁹⁾ o líneas de detención (cruce) (<i>channel marking</i>)¹⁰⁾ • de ser necesario, angostar la calle (2) justo antes de la intersección • de ser necesario, usar un reductor de velocidad en la calzada principal
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • diferencia de nivel: 0,10 a 0,12 m • L = 5,00 a 6,00 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • reducción de velocidad efectiva del tránsito que cruza (seguro) • aumento de molestias por ruido y vibraciones (especialmente por tránsito de camiones) • escaso flujo de ciclistas (sin preferencia) • puede influir en la ruta elegida • inconveniente para ciclistas en punto (2) cuando se usa una pendiente recta
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • apoyo visual • semáforos (en una intersección con mucho tráfico) • iluminación
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • rotonda • cruce específico con preferencia para las bicicletas



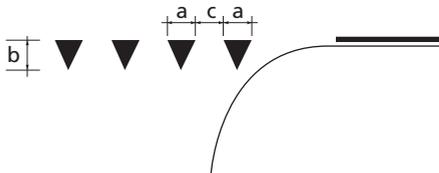
9) NdeT: Líneas segmentadas, constituidas por cuadrados blancos, típicamente de unos 50 cm de lado, y separados también por 50 cm. Ver gráfico, Ficha técnica 34. Típicamente se utiliza en Holanda para destacar una intersección donde los ciclistas tienen preferencia por sobre los automovilistas.

10) NdeT: En Holanda esta línea (channel marking) es más suave que la línea de cuadrados, y normalmente denota principalmente un cruce peatonal, sin estatus especial.

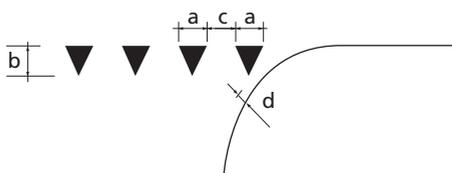
Descripción	Demarcaciones (triangulares) de ceda el paso
Función	<ul style="list-style-type: none"> • indica la preferencia
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección de una vía recolectora y una calle de servicio o ciclo vía aislada • dentro y fuera del área urbana • en calles de 30 km/h y dentro de zonas 30 km/h, la demarcación de ceda el paso en combinación con el letrero B6¹¹⁾ solo se utilizan en rotondas y en intersecciones con: <ul style="list-style-type: none"> - un carril segregado de transporte público (pista solobus) - una cicloruta principal que es reconocida como tal (ciclocalle) • el uso de la demarcación de ceda el paso sin el letrero B6 (artículo 80 del Código de Tránsito de 1990 de Holanda) se limita a: <ul style="list-style-type: none"> - ciclo vías y calles paralelas si la señalética pudiese confundir a otros conductores - la sección lateral de una intersección en T subordinada a una calle de paso, siempre y cuando el comportamiento informal de preferencia corresponda a la reglamentación
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • material termoplástico, pintura vial, material adhesivo preformado o material de pavimentación • se requiere un decreto de tránsito
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • a = 0,50 m • b = 0,60 a 0,70 m • c = aproximadamente 0,50 m • d > 0,20 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • las demarcaciones de ceda el paso pueden hacerse invisibles después de una nevada
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • letrero B6 • fuera de áreas urbanas: triángulo de preferencia como advertencia • meseta de tránsito • isla central en la calzada principal • isla en la calle lateral (donde la preferencia está reglamentada) • ciclo vía junto a la calzada principal con lomo de toro en el cruce (donde la preferencia está reglamentada)
Alternativas	salida

11) NdeT: Letrero en el sistema vial holandés que advierte que el tráfico en una vía adelante tiene la preferencia.

(1) con línea de borde

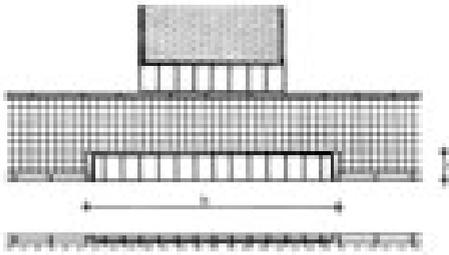


(2) sin línea de borde

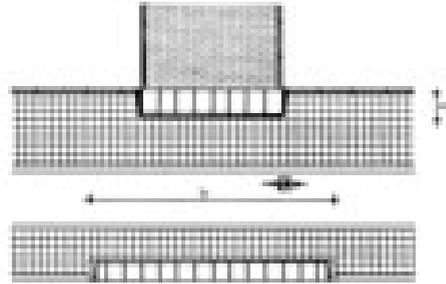


NdeT: Los triángulos, conocidos como 'dientes de tiburón' en Holanda, significan 'ceda el paso', se colocan a la entrada de una intersección y se utilizan en combinación con las líneas de cuadrados mencionadas en otras fichas.
a,b,c,d: ver Ficha 25, Dimensiones, para ver las medidas exactas para cada una.

Descripción	Salida
Función	<ul style="list-style-type: none"> • indica la preferencia • puede utilizarse para indicar la entrada a una zona residencial.
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección entre una vía recolectora y una calle de servicio • empalme con una propiedad, estacionamiento de automóviles, casas y cosas por el estilo en calles de servicio • dentro y fuera del área urbana • ancho de vereda o berma $\geq 1,50$ m • preferentemente no usarla en ciclorutas (principales)
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • donde sea posible, continuar la vereda y la ciclovía con la misma estructura y color, junto a la calzada principal, cruzando la salida • no continuar la ciclobanda o pista sugerida junto a la calzada principal, cruzando la salida • utilizar pavimento más resistente (baldosas gruesas, por ejemplo) donde haya mucho tráfico • en un empalme con una calle o propiedad, utilizar también soleras biseladas en la parte posterior (sin pavimento en pendiente) • no usar soleras en curva (<i>bend kerbs</i>)
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • a = 0,80 (0,50) m • b es variable
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • fácilmente reconocible • estatus legal claro • delimitación clara • relativamente costoso • las soleras biseladas (<i>bevelled kerbing</i>) son molestas para los ciclistas • mayor riesgo de caer cuando está resbaloso
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • isla central en la calzada principal
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • reglamentación legal (letrero B6)

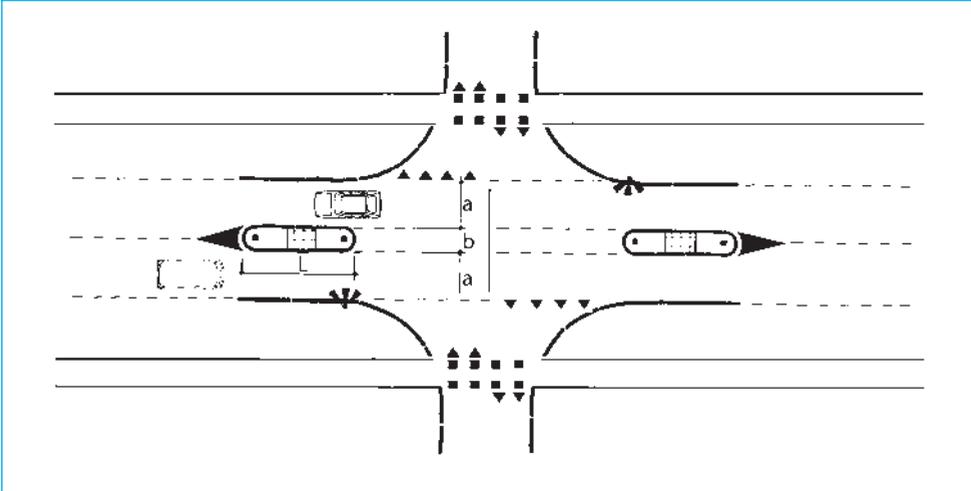


Con pista compartida
bicicletas/vehículos motorizados

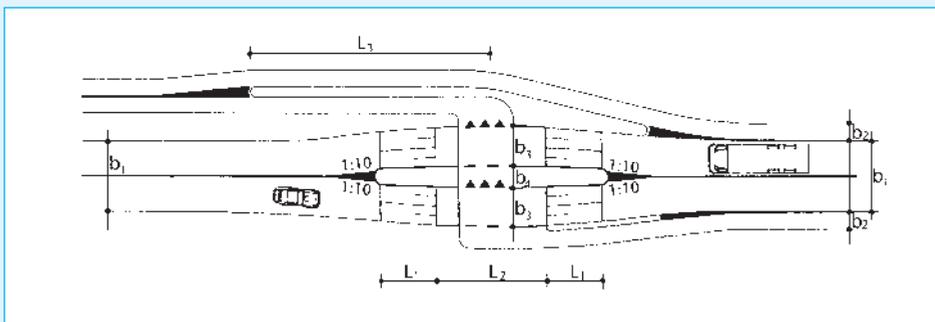


Con ciclovia segregada

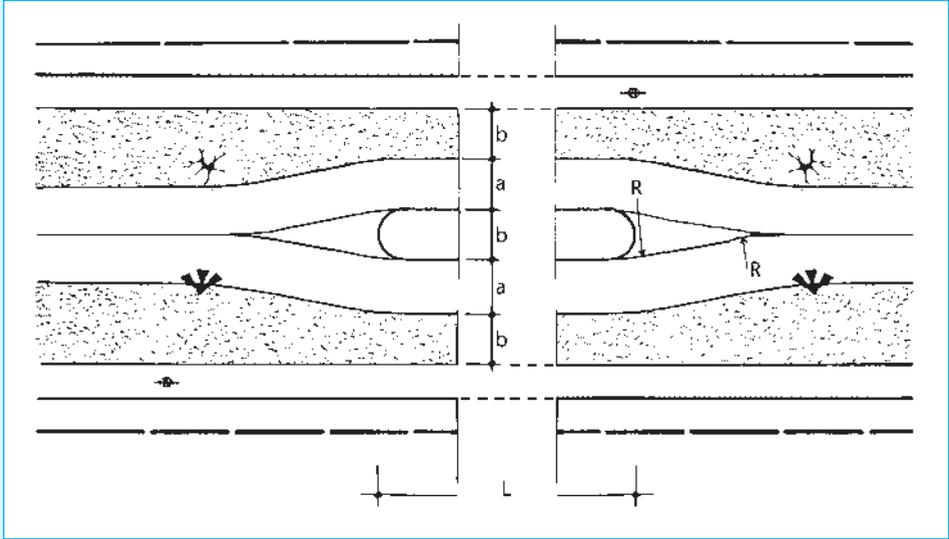
Descripción	Intersección con preferencia e isla central
Función	<ul style="list-style-type: none"> • facilita el intercambio entre flujos de tránsito • isla central: <ul style="list-style-type: none"> - mejora las condiciones para cruzar - mejora la visibilidad en una intersección - limita la velocidad del tráfico de paso
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección de vía recolectora con calle de servicio • dentro y fuera de áreas urbanas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • se atraviesa utilizando una salida o preferencia indicada con letrero (B6) • isla central, preferentemente simétrica, en la calzada • ocupar elementos verticales e iluminación para facilitar reconocimiento • isla central a nivel en cruce de bicicletas • demarcaciones de ceda el paso en la calzada y líneas de cuadrados sobre el pavimento (rojo) continuo del cruce de cualquier cicloruta principal
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de la isla central (b) dentro de áreas urbanas $\geq 2,50$ (2,10) m y fuera de áreas urbanas $\geq 3,50$ m; si también se necesita la isla central como refugio para el tráfico motorizado (b) = 7,00 m • ancho del cauce del tráfico motorizado al lado de la isla central (a) 2,75 a 3,50 m • tomar en cuenta la cuerda de remolque de los camiones • largo de la isla central (L) 5,00 a 10 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • mejora la visibilidad de la intersección • la isla central mejora las condiciones para los que cruzan (se cruza por etapa) • es posible algo de reducción de velocidad • se requieren curvas conectoras más anchas para asegurar la maniobrabilidad de camiones
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • meseta de tráfico o lomo de toro (reductor de velocidad)
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con preferencia para cicloruta principal • rotonda • intersección en desnivel



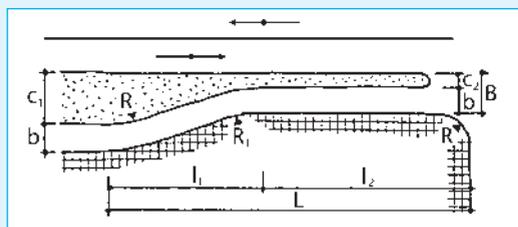
Descripción	Cruce con isla central transversal, con transición de ciclovía bidireccional a ciclovía unidireccional
Función	<ul style="list-style-type: none"> • protege a los ciclistas al cruzar • destaca el cambio de perfil
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • vía recolectora dentro y fuera de áreas urbanas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • ocupar elementos verticales e iluminación para facilitar reconocimiento • asegurar buena visibilidad del tráfico de bicicletas • ciclistas deben ceder el paso, aunque el reductor puede facilitar su cruce por la intersección • indicar situación de preferencia, sin líneas de cuadrados, sin pavimento rojo • construcción elevada preferible
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • b_2 ver ficha técnica para ciclovía segregada o ciclobanda (ficha 16) • $b_3 = 2,75$ a $3,50$ m • $b_4 \geq 2,50$ m • $L_1 =$ según la velocidad de diseño • $L_2 = 5,00$ a 10 m • $L_3 = 10$ a 20 m • $R = 5,00$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • baja velocidad para todos los vehículos en el cruce • ciclistas dentro del campo visual de otros conductores • ciclistas pueden cruzar en etapas, gracias a la isla central transversal • falta de espacio • aumentan molestias por ruido y vibraciones • ciclistas cruzan diagonalmente
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • límite del área



Descripción	Cruce con isla central
Función	<ul style="list-style-type: none"> • mejora las condiciones para cruzar • limita la velocidad del tráfico motorizado • indica las condiciones para cruzar
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • vía recolectora dentro y fuera de áreas urbanas • calle de servicio dentro y fuera de áreas urbanas • tránsito bidireccional en calzada principal
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • isla central, preferentemente simétrica, en línea central de la calzada • ocupar elementos verticales e iluminación para facilitar reconocimiento • vegetación en isla central es posible si la dimensión b es lo suficientemente grande • asegurar buen contacto visual • isla central a nivel en el cruce para bicicletas
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • $a = 2,75$ a $3,50$ m, según la función para el tráfico motorizado • ancho de isla central (b): • $a V_{\max} \leq 50 \text{ km/h} > 3,00$ (2,10) m • $a V_{\max} > 50 \text{ km/h} > 3,50$ (3,00) m • si $b = 10$ a 20 m: división de la calzada • $L = 5,00$ a 20 m = 35 a 50 m, $a > 10$ m • ángulo de curvas externas según la velocidad de diseño, pero al menos 1: 5 • $R = 30$ a 40 m, según el espacio para maniobrar del vehículo de diseño • altura de cualquier vegetación en la isla central $< 0,60$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • mayor atención • falta de visibilidad • logra una reducción de velocidad desde moderada a buena, según el ancho de isla central • cruce en etapas • el efecto de reducción de velocidad es menor al dimensionar para tráfico pesado • mala visibilidad del tráfico que se acerca en dirección contraria • riesgo de efecto obstáculo • conductores pueden concentrarse en exceso en la curva externa de la calzada
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • apoyo visual • instalación para el cruce • reductor de velocidad

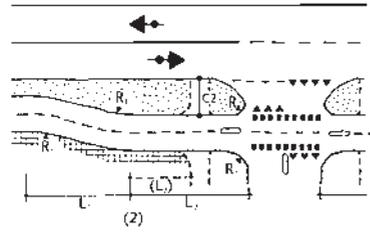
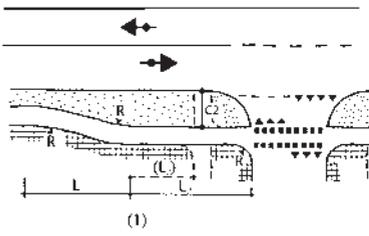


Descripción	Curvar la ciclovía hacia dentro/curvar la calzada hacia afuera
Función	<ul style="list-style-type: none"> • los ciclistas son más visibles • aumenta el campo visual de los ciclistas • destaca la preferencia
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • vía recolectora (dentro de áreas urbanas) • calle de servicio (dentro y fuera de áreas urbanas)
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • continuar el pavimento de la ciclovía que atraviesa una calle lateral • integrar demarcaciones de ceda el paso y líneas de cuadrados • sin estacionamiento o vegetación alta en L
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • b ver dimensiones para ciclovía segregada (ficha19) • $c_2 = a V_{max}$ calzada principal ≤ 60 km/h 0,35 – 2,00 m $= a V_{max}$ calzada principal > 60 km/h 6,00 m • $l_1 = 15$ m • $l_2 > 10$ m • L = 25 a 30 m • B > 2,50 m • $R \geq 5,00$ m • $R_1 > 12$ m, según la velocidad de diseño
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • maximizar visibilidad de ciclistas en el conflicto entre ciclistas que pasan derecho por la intersección y el tráfico motorizado que dobla a la derecha • maximizar visibilidad de ciclistas en la ciclovía para el tráfico (motorizado) que entra desde una calle lateral • área de la intersección es más pequeña • con control paralelo o intersección sin control: riesgo de conflicto entre bicicletas que pasan derecho por la intersección y el tráfico motorizado que dobla a la derecha y colisiones por detrás si no hay espacio de espera para virar a la derecha • poco espacio de espera para ciclistas que viran a la izquierda • a $c_2 < 6,00$ m, riesgo de que ciclistas que viajan derecho sean bloqueados por tráfico detenido en la calle lateral
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • continuar la ciclovía • curvar la ciclovía hacia afuera

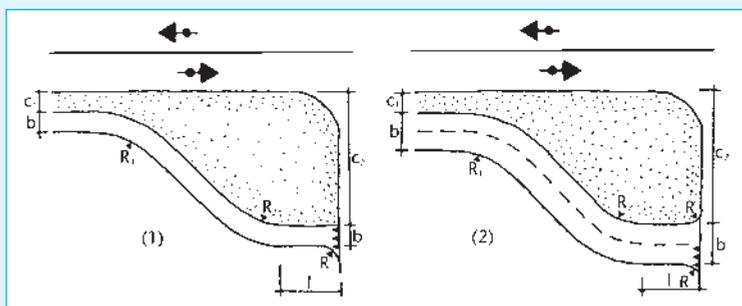


Descripción	Curvar la ciclovia levemente hacia fuera (ver gráfico)
Función	<ul style="list-style-type: none"> • mejora la visibilidad de ciclistas frente a conductores de vehículos • destaca la preferencia
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • vía recolectora (dentro de áreas urbanas) • calle de servicio (dentro y fuera de áreas urbanas)
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • continuar el pavimento al atravesar calle lateral • agregar demarcaciones de ceda el paso y líneas de cuadrados • sin vegetación alta • en ciclovia bidireccional aplicar línea de demarcación central en cualquier lado de la isla central, con señalización adicional para que los motoristas puedan reconocerlo fácilmente
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de la ciclovia, ver ciclovia segregada (ficha 19) • ancho de berma separadora (c_2) dentro de áreas urbanas 4,00 a 5,00 m; fuera de áreas urbanas 6,00 a 7,00 m • L_1 = aproximadamente 30 m • $L_2 > 5,00$ m • $R \geq 5,00$ m • $R_1 \geq 12,00$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • cómodo para ciclistas • espacio de espera para ciclistas que viran a la izquierda con ciclovias alrededor • espacio de espera para vehículos en conflicto • intersección a gran escala • desvío (viraje a la izquierda) para ciclistas en (1) • con control paralelo o sin SCT en (1) los ciclistas son vulnerables en un conflicto • si no hay conflicto y sin control en (2), conflictos continuos para ciclistas en la dirección contraria
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • ciclovia guiada (<i>streamed</i>)¹²⁾ • pista para bicicletas elevada (sobre lomo de toro o elemento parecido)
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • curvar la ciclovia hacia adentro • curvar la ciclovia bien hacia afuera

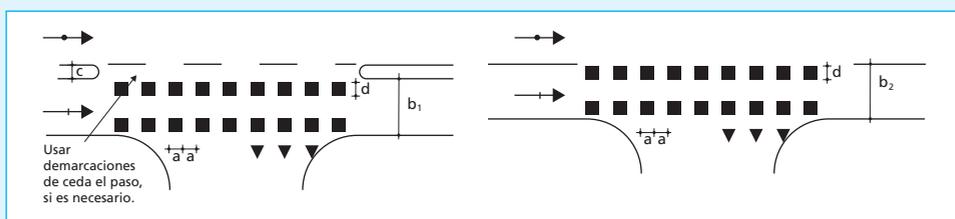
12) NdeT: La ciclovia guiada (*streamed*) es una solución típica del contexto holandés, y se refiere a una ciclista que normalmente comienza antes y termina un poco después de una intersección (ver gráfico), para darles un lugar específico en la intersección a los ciclistas, incluyendo algo de espacio donde se pueden posicionar con seguridad, cuando deben ceder el paso a los vehículos motorizados.



Descripción	Curvar la ciclovía bien hacia fuera (ver gráfico)
Función	<ul style="list-style-type: none"> • simplifica la situación en la intersección
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • vía recolectora fuera de áreas urbanas • calle de servicio en propiedades industriales (dentro y fuera de áreas urbanas) • intersección sin semáforos
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • subordinar la preferencia para la ciclovía • no continuar el pavimento de la ciclovía en la ubicación de la calle lateral • sin líneas de cuadrados o línea de detención en el cruce • demarcaciones de ceda el paso en la ciclovía
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ciclovía segregada (ficha técnica 19) para b • ver ficha para berma separadora (ficha 21) para c_1 • $c_2 > 10$ m • $R_1 =$ aproximadamente 15 m • $R_2 =$ aproximadamente 8,00 m • $R > 5,00$ m • $L > 5,00$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • no se requieren semáforos • desfavorable para ciclistas (desvío y sin preferencia) • requiere de mucho espacio
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • con (2) isla central en ciclovía
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • curvar la ciclovía hacia adentro • curvar la ciclovía un poco hacia afuera • rotonda • semáforos • túnel pequeño

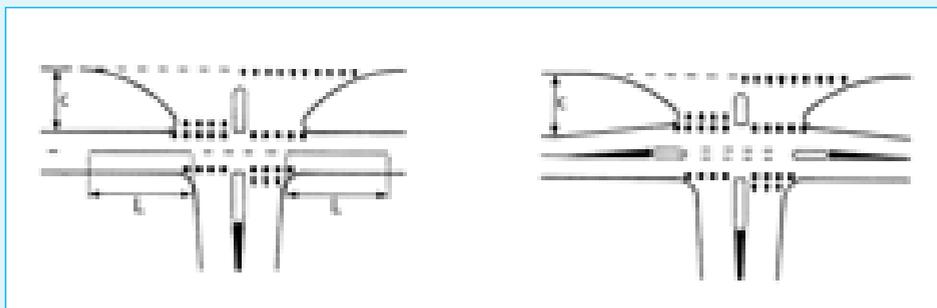


Descripción	Cruce para bicicletas que atraviesa calle lateral, con ciclovia, pista sugerida o calle con separador exterior angosto
Función	<ul style="list-style-type: none"> • mejora la visibilidad de ciclistas frente a conductores de vehículos • destaca la preferencia
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • empalme vía recolectora/calle de servicio dentro de áreas urbanas • empalme calle de servicio/calle de servicio dentro y fuera de áreas urbanas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • pavimento de ciclovia continúa a través de la calle lateral • demarcaciones en material termoplástico, pintura vial, material adhesivo preformado o material de pavimentación • letrero B6 • si $c > 0,70$ m, usar demarcación de ceda el paso en ambas direcciones de la ciclovia
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • $a = 0,50$ m • para b_1 ver dimensiones para ciclovia segregada (Ficha 19) • para b_2 ver dimensiones para ciclobanda o pista sugerida (Ficha 16) • $c = 0,00 - 2,00$ m • $d = 0,50$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • ciclistas claramente visibles • ruta directa óptima para ciclistas • cruce es inequívoco y fácilmente reconocible
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • riesgo que vehículos motorizados bloqueen la ciclovia o ciclobanda • no hay espacio de espera en la ciclovia o ciclobanda para ciclistas que viran a la izquierda • aumenta el riesgo de una colisión desde atrás (<i>nose-tail</i>) en la calzada principal
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • letrero B7¹³⁾ en vez del B6 (y con línea de detención en vez de demarcación triangular)

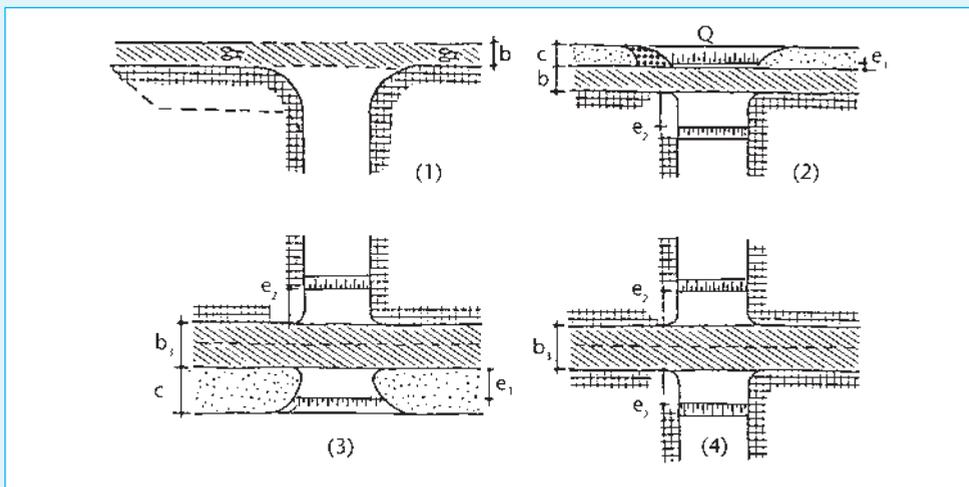


13) NdeT: El letrero B6 obliga al vehículo que llegue a una intersección a ceder el paso, mientras el B7 obliga a detenerse.

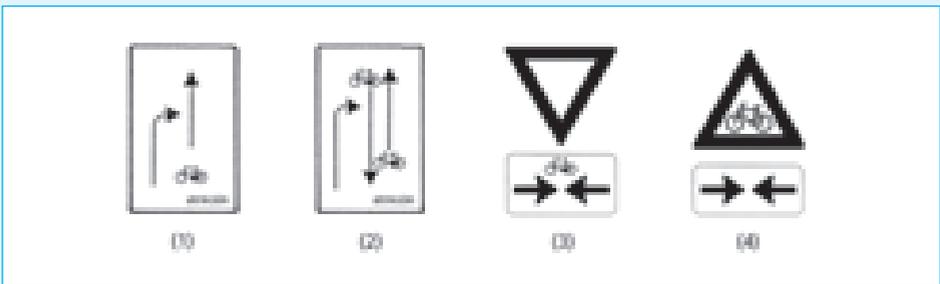
Descripción	Cruce para bicicletas (tránsito bidireccional) que atraviesa una calle lateral, en calle con berma separadora
Función	<ul style="list-style-type: none"> • mejora la visibilidad de ciclistas frente a conductores de vehículos • destaca la preferencia
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • empalme vía recolectora/calle de servicio • dentro y fuera de áreas urbanas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • pavimento de ciclovía continua al cruzar calle lateral • demarcaciones en material termoplástico, pintura vial, material adhesivo preformado o material de pavimentación • señalética suplementaria (ver ficha 'Como ocupar la señalética (<i>signposting</i>) para destacar la presencia de ciclistas') • demarcación de línea central en ciclovía • atraer la atención hacia el camino bidireccional • demarcaciones de ceda el paso en ambas direcciones de la ciclovía
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • $c = 4,00$ a $5,00$ m (dentro de áreas urbanas) • $c = 6,00$ a $7,00$ m (fuera de áreas urbanas) • $L =$ aproximadamente 10 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • visibilidad razonable de ciclistas • poco riesgo de que vehículos motorizados bloqueen la ciclovía • amplio espacio de espera para ciclistas que viran a la izquierda • isla central en (2) enfatiza el tránsito en ambos sentidos • motoristas a veces no esperan el tráfico de bicicletas desde la dirección 'equivocada', lo que aumenta el riesgo de accidentes de ciclistas viniendo de esta dirección
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • flechas en la superficie vial para ilustrar el tránsito en ambos sentidos • símbolos B7 en vez de B6; con línea de detención en vez de la línea delantera de demarcaciones triangulares • cruce en desnivel (elevado) para bicicletas en una elevación



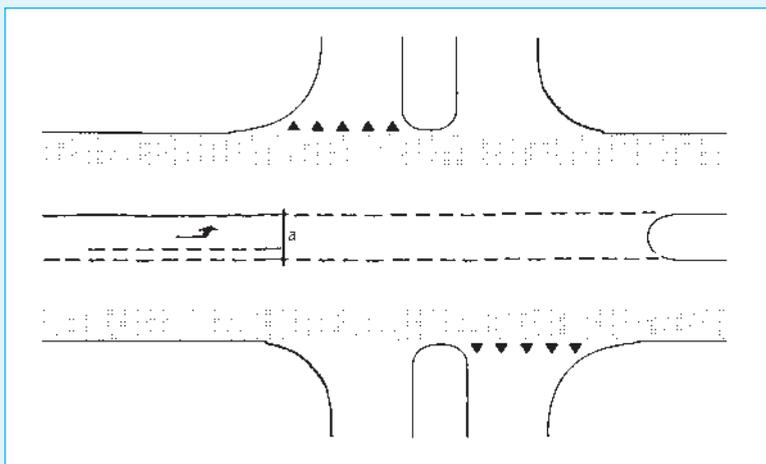
Descripción	Pavimento continuo para bicicletas al pasar por una calle lateral
Función	<ul style="list-style-type: none"> • mejora la visibilidad de ciclistas frente a conductores de vehículos • destaca la preferencia
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • vía recolectora y calle de servicio con ciclofacilidades • (2), (3) y (4) sin sistema de control de tránsito semaforizado
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • continuar (color del) pavimento de la ciclofacilidad al cruzar la calle lateral (si la instalación tiene el mismo color y textura que la calle lateral, darle un color distinto a una sección pequeña de la ciclofacilidad) • igual estatus de preferencia para la ciclovía y la calzada • para demarcación, ver fichas técnicas 4 y 17
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • para ancho de la ciclofacilidad, ver fichas 16 y 19 • $c = 0,00 - 2,00$ m (dentro de áreas urbanas) • $c = 6,00 - 7,00$ m (fuera de áreas urbanas) • $e_1 \leq c$ y $\leq 5,00$ m • $e_2 = 5,00$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • continuidad del paisaje vial • buena visibilidad de la ciclofacilidad • refuerza la regulación de preferencia • (2), (3) y (4) reducción de velocidad del tráfico motorizado
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • curvar ciclovía un poco hacia afuera • islas centrales transversales • pavimento parcialmente diferente del berma separadora en (2): pavimento arrugado (<i>rumble strip</i>, Q)



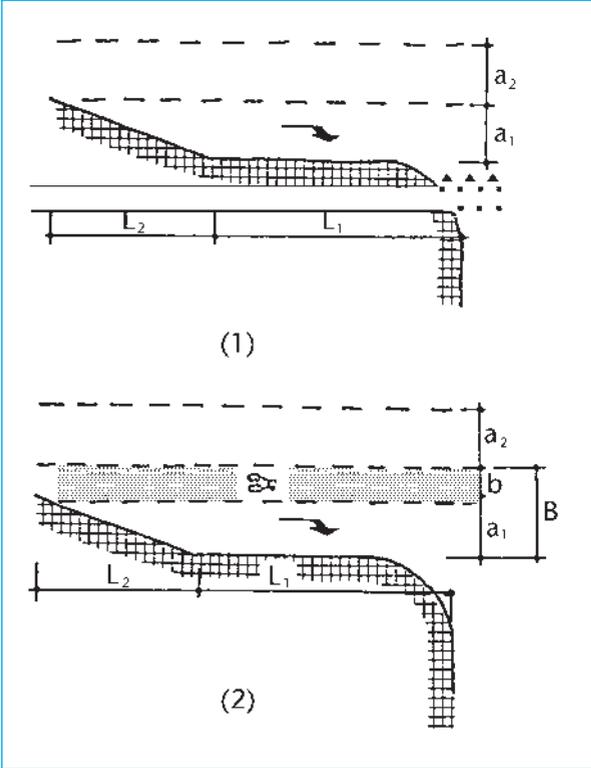
Descripción	Señalética vertical (poste con letrero) en el cruce para bicicletas
Función	<ul style="list-style-type: none"> • destaca la presencia de ciclistas
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con ciclovía segregada • dentro y fuera de áreas urbanas • (3) y (4): en una ciclovía bidireccional es obligatorio un letrero secundario anunciando el tráfico bidireccional (Código de Tránsito, BABW). • (1) ciclovía unidireccional a $\leq 8,00$ m de la calzada y sin control o con control paralelo de conflictos entre ciclistas que siguen derecho y automóviles que viran a la derecha • (2) lo mismo para ciclovía bidireccional y tráfico motorizado que vira a la izquierda • (2) conflicto ciclista que sigue derecho y automóvil que vira a la izquierda y ciclista que sigue derecho y automóvil que vira a la derecha desde el otro lado • (3) ciclovía bidireccional o ciclovía solitaria con preferencia • (4) ciclovía bidireccional o ciclovía solitaria sin preferencia
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • (1) y (2) blanco (y rojo, tráfico que viran) sobre azul • (3) y (4) negro sobre blanco (símbolo secundario) • (1), (2) y (3): continuar el pavimento de la ciclovía, líneas de cuadrados y demarcación de ceda el paso en el área de la intersección
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • aumenta la atención, lo que es beneficioso para la seguridad de los ciclistas • la señalética por sí sola tiene poca efectividad
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • islas centrales transversales • apoyo visual • cruce para bicicletas en meseta



Descripción	Entrecruzamiento de ciclistas que viran a la izquierda
Función	<ul style="list-style-type: none"> • permite a los ciclistas cruzar con seguridad entre vehículos motorizados
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección en vía recolectora dentro de áreas urbanas • intersección en calle de servicio dentro y fuera de áreas urbanas • ciclobanda • máximo de una pista para tráfico motorizado que sigue derecho
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • preferentemente incluir también ciclobanda en área de viraje a la izquierda
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de pista de viraje a la izquierda (a) 2,75 - 3,25 m • para ancho de ciclobanda ver ficha técnica de ciclobanda • longitud de ciclobanda en pista de viraje a la izquierda depende de la longitud de la pista de viraje a la izquierda, pero al menos aproximadamente 15 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • no hay conflicto en la intersección • personas mayores y niños perciben la situación del cruce como insegura • con intensidades altas de tráfico motorizado es difícil llegar a la pista de viraje a la izquierda • conflicto entre ciclistas entrando a la pista y el tráfico que viene detrás
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • meseta de tráfico
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • sin ciclobanda en pista de viraje para el tráfico que vira a la izquierda (la posición de la bicicleta no es clara) • convertir intersección en rotonda



Descripción	Entrecruzamiento de ciclistas y tráfico motorizado que vira a la derecha con pista de viraje a la derecha
Función	<ul style="list-style-type: none"> • permite a los ciclistas cruzar con seguridad entre vehículos motorizados
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección en vía recolectora • (1) dentro y fuera de áreas urbanas • (2) dentro de áreas urbanas • ciclobanda o cicloavía segregada • situación que produce muchos conflictos entre ciclistas que siguen derecho y tráfico motorizado que vira a la derecha
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • continuar pavimento y demarcación de la cicloavía al cruzar la calle lateral • (1) con cicloavía segregada • (2) con ciclobanda • cuando hay muchos ciclistas que viran a la derecha, puede incluirse una ciclobanda en la pista de viraje a la derecha • en (1) distancia cicloavía - costado de pista de viraje a la derecha $\leq 2,00$ m
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • $a_1 \geq 3,00$ (2,75) m • $a_2 = 3,00 - 3,25$ m • ver ciclobanda o pista sugerida para b • ver cicloavía segregada para ancho de cicloavía (b) • L_1 es variable • $L_2 = 5$ a 7 veces a_1
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • no hay conflicto en la intersección
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • el entrecruzamiento se percibe como desagradable e inseguro • en (1): lomo de toro 'La Haya' (lomo de toro oblicuo entre la pista de viraje a la derecha y la cicloavía)
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • convertir intersección en rotonda



Descripción	Intersección con preferencia para la cicloruta
Función	<ul style="list-style-type: none"> • optimiza rutas directas para el tráfico de bicicletas. • mejora la seguridad de ciclistas • limita la velocidad del tráfico motorizado • indica las condiciones para cruzar
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección de vía recolectora/calle de servicio dentro de áreas urbanas • intersección de calle de servicio/calle de servicio dentro y fuera de áreas urbanas • cicloruta principal
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • continuar el color y tipo de pavimento de la cicloruta en la superficie de la intersección • líneas de cuadrados, demarcaciones ceda el paso y señalética refuerzan la preferencia de la cicloruta • si el volumen en la calzada principal > 5,000 mv/día y $V_{max} \geq 50$ km/h, preferentemente con semáforos (con control favorable para la cicloruta) • si es necesario, angostar calzada principal (2) justo antes de la intersección • (2) superar diferencias de altura usando forma de medio seno • (1) superar la diferencia de altura gradualmente
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • $L \geq 3,00$ m • $a = 0,50$ m • $b =$ aproximadamente 0,50 m • $c \geq 0,5 \times a$ • $d = 0,50 (> 0,30)$ m • $f < 1,50$ m • $g \geq 1,50$ m • demarcación de línea central y lateral 1 – 1
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • cicloruta de alta calidad (sin retrasos al cruzar la calzada principal) • buena reducción de velocidad del tráfico que cruza • aumenta la molestia por ruido y vibraciones (especialmente del tráfico de camiones) • posible influencia en elección de ruta del tráfico motorizado • molestia para ciclistas en (2) cuando se usa la rampa

Descripción

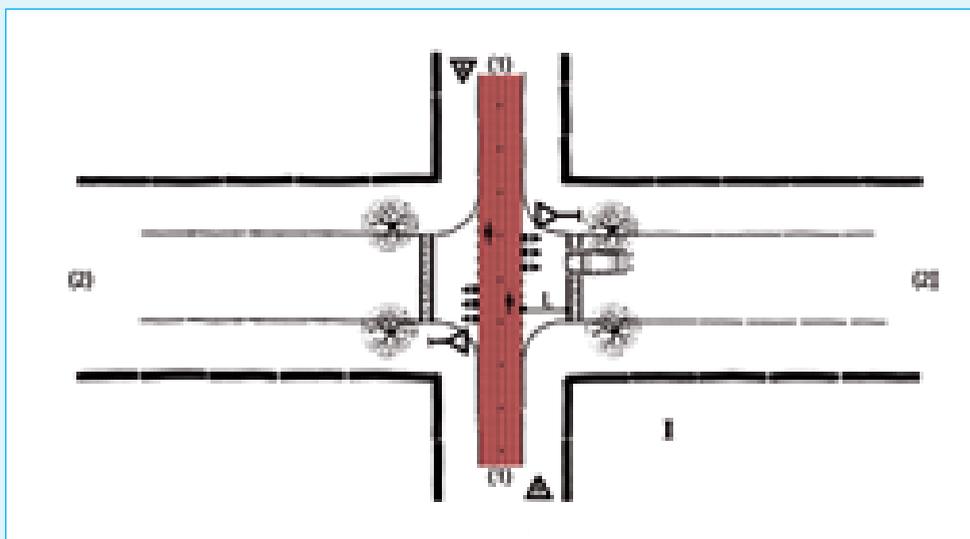
Intersección con preferencia para la cicloruta (contiúa)

Combinación de opciones

- apoyo visual de elementos espaciales
- islas o islas centrales en calzada principal
- flechas en ciclovías en el cruce (llamar atención adicional de motoristas)
- semáforos
- iluminación

Alternativas

- rotonda
- cruce a desnivel



Descripción	Demarcación vial de cruce de bicicletas en sección, con preferencia para ciclorutas
Función	<ul style="list-style-type: none"> • destaca la preferencia
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • vía recolectora dentro de áreas urbanas • calle de servicio dentro y fuera de áreas urbanas • cicloruta principal • cuando el tráfico que cruza debe ceder el paso a ciclistas que cruzan
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • letrero B6 en el cruce en la dirección en que se viaja • continuar el pavimento de la cicloruta en la calzada (si es posible) • líneas de cuadrados de material termoplástico, pintura vial, material adhesivo preformado o material de pavimentación • demarcaciones de ceda el paso en la calzada en ambas direcciones al llegar al punto de cruce • preferentemente medidas físicas para reducir la velocidad del tráfico motorizado • paralelogramos cuando los lados van (más o menos) paralelos a la línea central de la calzada o la línea central del cruce • atención adicional al cruce si hay una ciclovía solitaria involucrada (junto con comportamiento informal de preferencia en la calzada principal) • <i>sin</i> líneas de cuadrados cuando los ciclistas que cruzan no tienen preferencia • con vía bidireccional, poner flechas en la superficie en el lugar del cruce para enfatizar el tránsito bidireccional
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • $L > 1,50$ m (para tránsito unidireccional) • $L \geq 3,00$ m (para tránsito bidireccional) • $a = 0,50$ m • $b =$ aproximadamente $0,50$ m • $c \geq 0,5 \times a$ • $d = 0,50 (> 0,30)$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • énfasis en el punto para cruzar • reducción de la velocidad lleva a mayor seguridad (solo si también se aplica reductor) • cuando se usa líneas de cuadrados en situaciones donde el ciclista no tiene preferencia, esto puede crear la impresión de que el tráfico de bicicletas sí tiene la preferencia

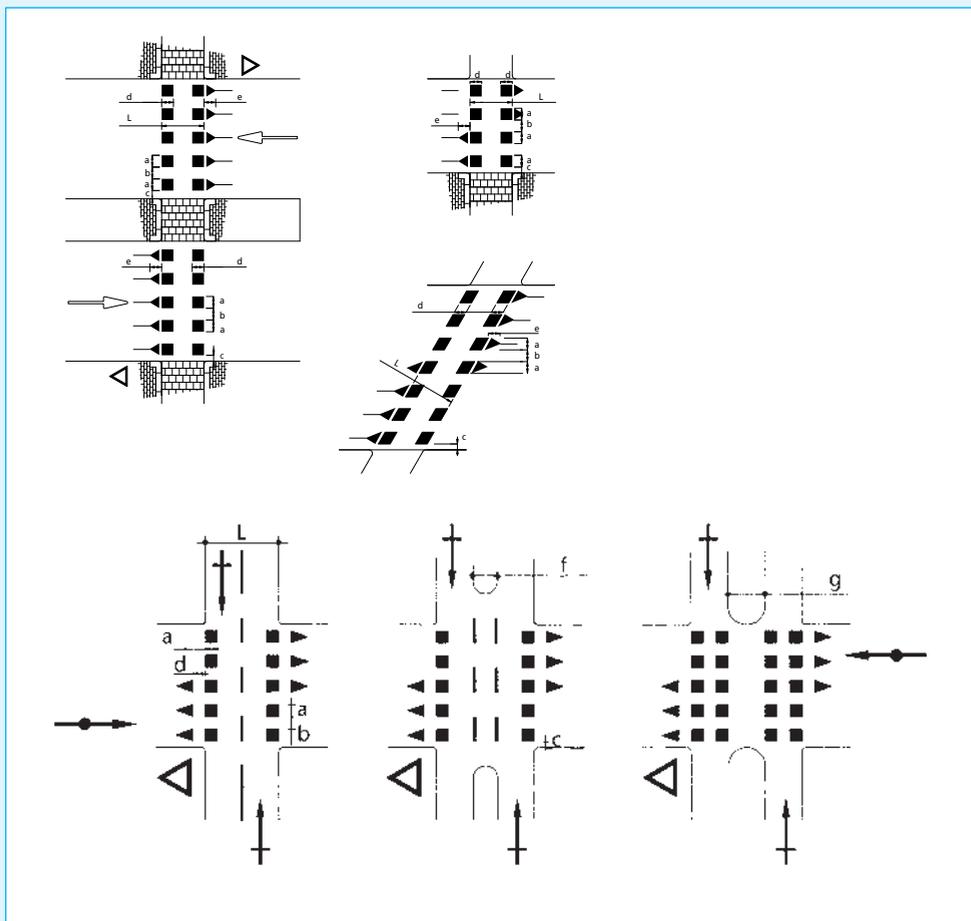
Descripción Demarcación vial de cruce de bicicletas en sección, con preferencia para ciclorutas (continúa)

Combinación de opciones

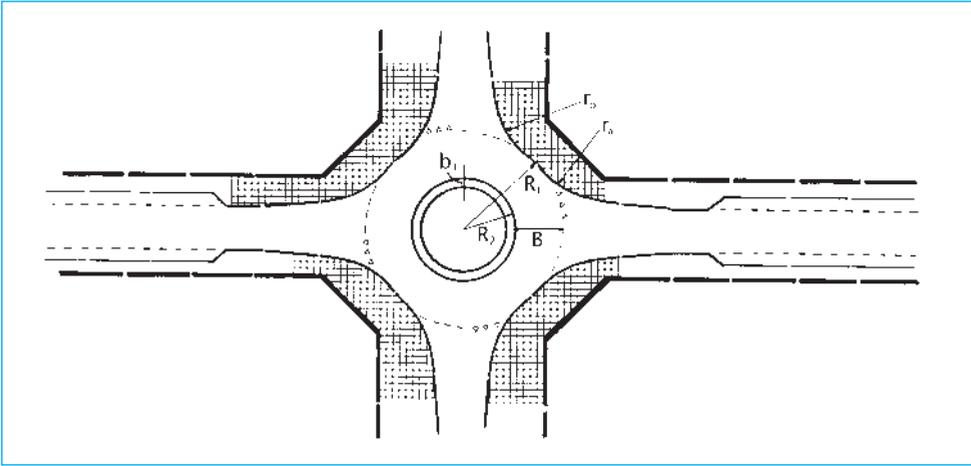
- apoyo visual
- elevar el lugar para cruzar
- incluir reductores de velocidad
- reducir el largo del cruce
- semáforos

Alternativas

- rotonda
- intersección en desnivel

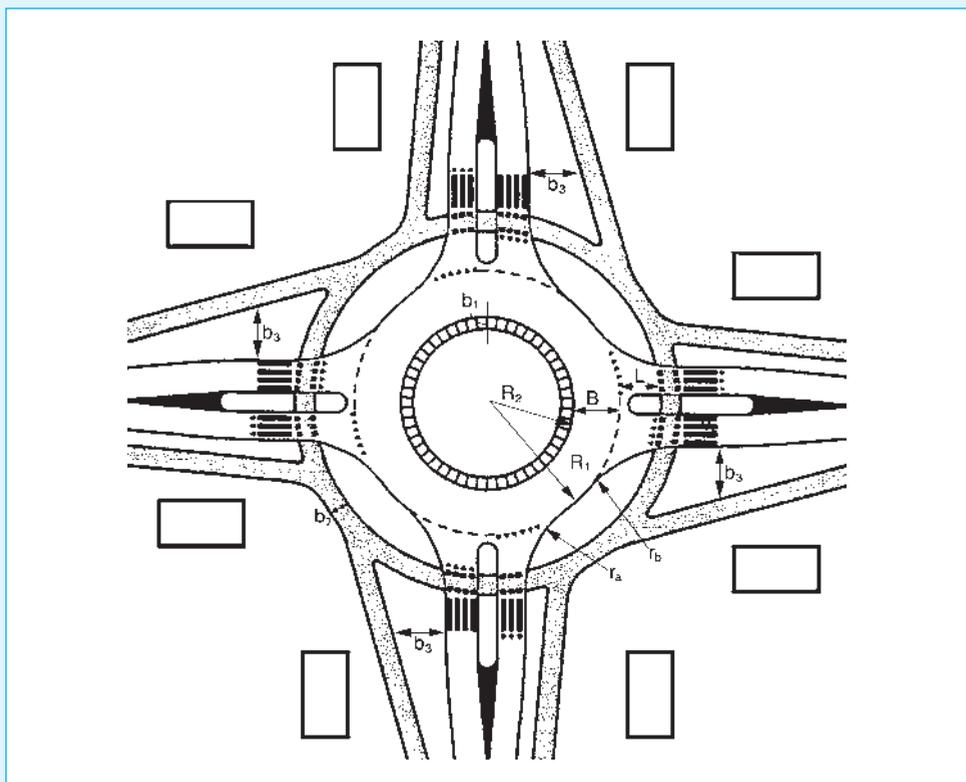


Descripción	Rotonda para tráfico mixto
Función	<ul style="list-style-type: none"> • permite un intercambio seguro y rápido entre los diferentes flujos de tráfico
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección de calle de servicio/calle de servicio • dentro y fuera de áreas urbanas • intersecciones con volúmenes de hasta aproximadamente 6,000 mv/día
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • ciclistas en la calzada (no en pista) • curvar hacia adentro/truncar cualquier ciclofacilidad a lo largo de las secciones de las calles de aproximación, 20 a 30 m antes de la rotonda • elementos verticales en isla central, si es necesario • se requiere iluminación
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • $R_{afuera} (R_1) = 12,50$ a $20,00$ m • $R_{adentro} (R_2) = 6,50$ a $15,00$ m • ancho de pavimento corrugado (b_1) $1,00$ a $1,50$ m • $B = 5,00$ a $6,00$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • ciclistas permanecen en el campo visual de los motoristas • baja velocidad del tráfico motorizado • buen flujo de ciclistas • posibilidad de que los ciclistas sean encajonados • posibilidad de que los ciclistas acorten las curvas • puede causar retrasos al transporte público
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • islas en calles conectoras, paso elevado (<i>drive-over</i>) si es necesario • instalación para cruzar en las secciones de calles de aproximación
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con meseta • rotonda con cicloavía • intersección con islas centrales

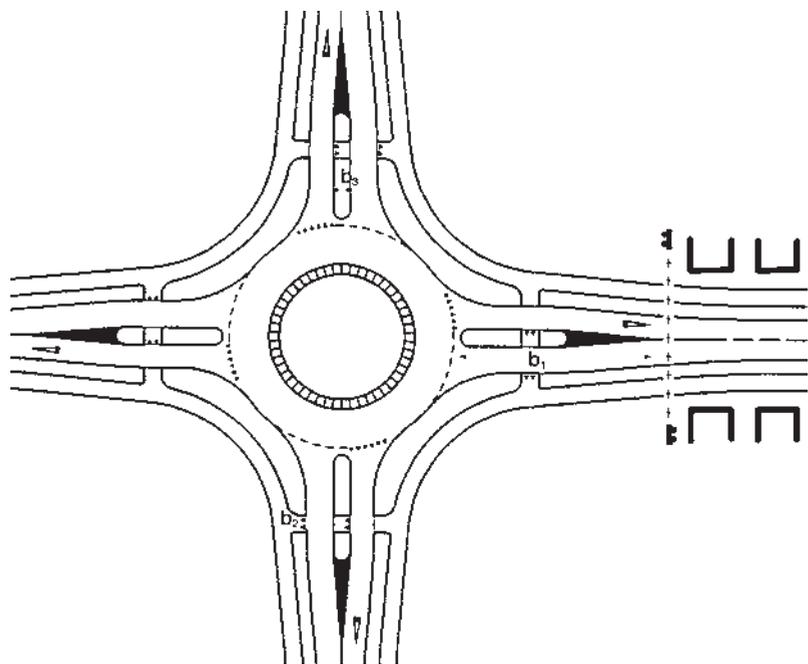


Descripción	Rotonda de una pista con ciclovía segregada y preferencia para ciclistas
Función	<ul style="list-style-type: none"> • permite un intercambio seguro y rápido entre diferentes flujos de tráfico
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • empalme de vía recolectora con otra vía recolectora o calle de servicio • dentro de áreas urbanas • suma de flujos de tráfico que se aproximan < aproximadamente 25,000 mv/día (carga de conflicto aproximadamente 1,500 ce/h)
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • cruce para bicicletas marcado con líneas de cuadrados y demarcaciones de ceda el paso, incluyendo para el tráfico que sale de la rotonda • continuar la ciclovía en un color diferente al cruzar la rotonda, y seguir con la ciclovial en paralelo a la calzada de la rotonda • si es necesario, levemente elevado (mejor visibilidad) • asegurar que los ciclistas que dejan la rotonda salgan lo antes posible; ver dimensión b_3 • igual régimen de preferencia para ciclistas y peatones (paso de cebra) • elementos verticales en isla central elevada • garantizar que sea reconocible mediante iluminación pública • es posible sin isla(s) central(es) en secciones con poco tráfico
Dimensiones (ver gráfico para detalles)	<ul style="list-style-type: none"> • $R_1 = 12,50$ a 20 m • $R_2 = 6,50$ a 15 m • $r_a = 12$ m, con isla central = $8,00$ m, sin isla central • $r_b = 15$ m, con isla central = 12 m, sin isla central • $B = 5,00$ a $6,00$ m (según R_1 y R_2) • $b_1 = 1,50$ ($1,00$) m • $b_2 = 2,00$ a $2,50$ m • $b_3 =$ lo más grande posible. • $L = 5,00$ m • $C = 2,00$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • más seguro: menos puntos de conflicto que una intersección tradicional • relativamente alta capacidad • mejora visibilidad en la intersección • reducción considerable de la velocidad • buen flujo del tráfico de bicicletas • si la medida R_1 y R_2 es demasiado pequeña, será difícil para los camiones, así que en el caso de una facilidad con mayor tráfico de estos vehículos se debe ocupar una medida más cercana al máximo

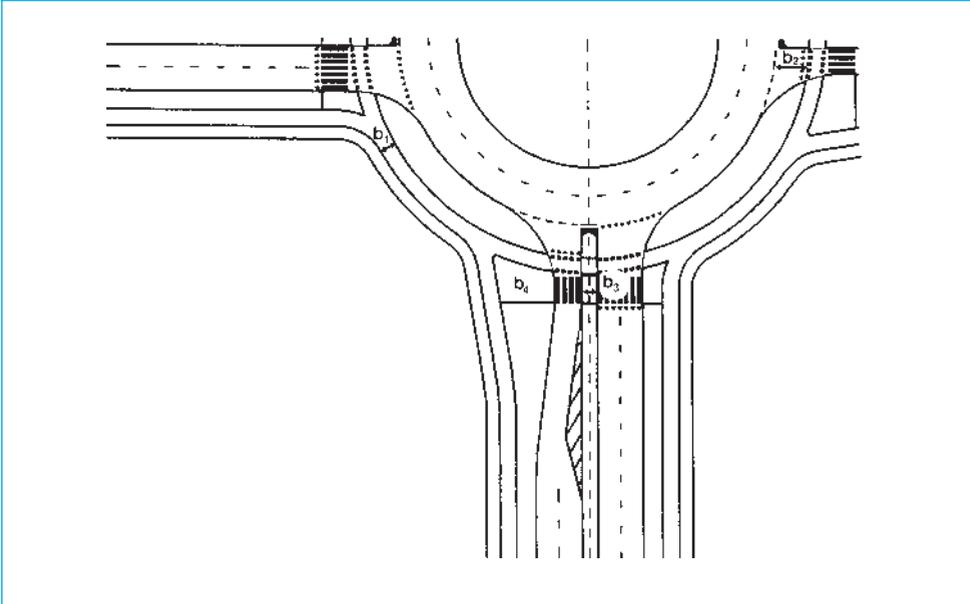
Descripción	Rotonda de una pista con ciclovía segregada y preferencia para ciclistas (continúa)
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • instalación para cruzar • ciclovía bidireccional • pista para buses en sección que se aproxima
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con preferencia e isla central



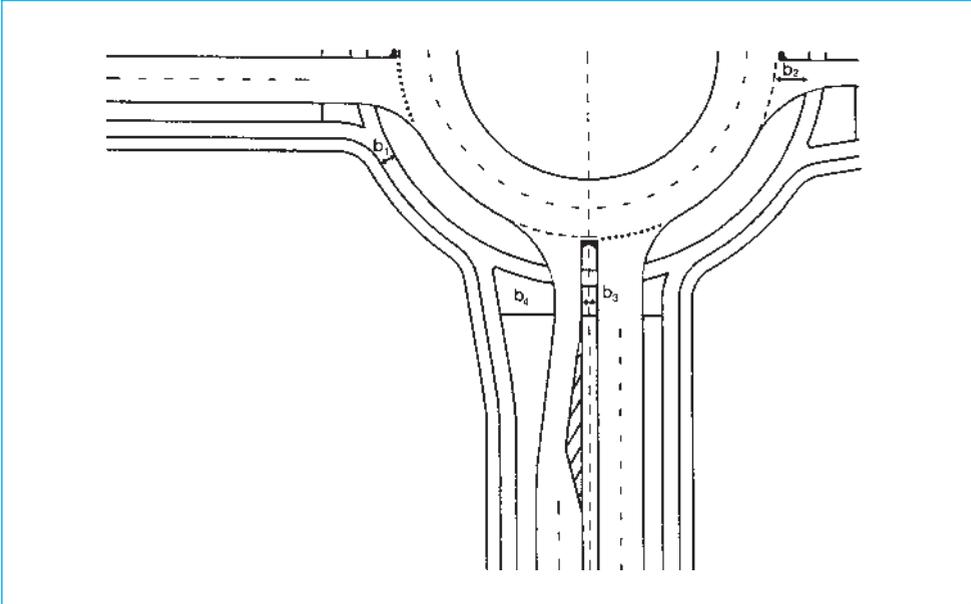
Descripción	Rotonda de una pista con ciclovía segregada y sin preferencia para ciclistas
Función	<ul style="list-style-type: none"> • permite un intercambio seguro y rápido entre diferentes flujos de tráfico
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección de vía recolectora con calle de servicio u otra vía recolectora • fuera de áreas urbanas • suma de flujos de tráfico que se aproximan < aproximadamente 25,000 mv/día (carga de conflicto aproximadamente 1,500 ce/h)
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • sin líneas de cuadrados en el cruce para bicicletas • sin acera continua en la ciclovía • islas centrales lo suficientemente anchas en conexión con el espacio de espera para ciclistas • igual régimen de preferencia para ciclistas y peatones • elementos verticales en isla central elevada • garantizar que sea reconocible mediante iluminación pública
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • $R_1 = 12,50$ a 20 m • $R_2 = 6,50$ a 15 m • $r_a = 12$ m, con isla central = $8,00$ m, sin isla central • $r_b = 15$ m, con isla central = 12 m, sin isla central • $B = 5,00$ a $6,00$ m (según R_1 y R_2) • $b_1 = 1,50$ ($1,00$) m • $b_2 = 2,00$ a $2,50$ m • $b_3 =$ lo más grande posible. • $L = 5,00$ m • $C = 2,00$ m • longitud de isla central (b_1) $\geq 6,00$ m • espacio de espera en ciclovía (b_2) $2,10$ a $3,0$ m • ancho de islas centrales (b_3) $2,50$ a $3,00$ m ($2,10$ m)
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • aumenta positivamente la atención • reducción efectiva de la velocidad • aumenta la seguridad, pocos accidentes con lesiones • el tráfico de bicicletas no fluye bien
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • aperturas para ciclomotores (ciclomotor en la calzada) si la rotonda está en un lugar donde cambia el régimen de velocidad • vegetación
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • sistema de control de tránsito



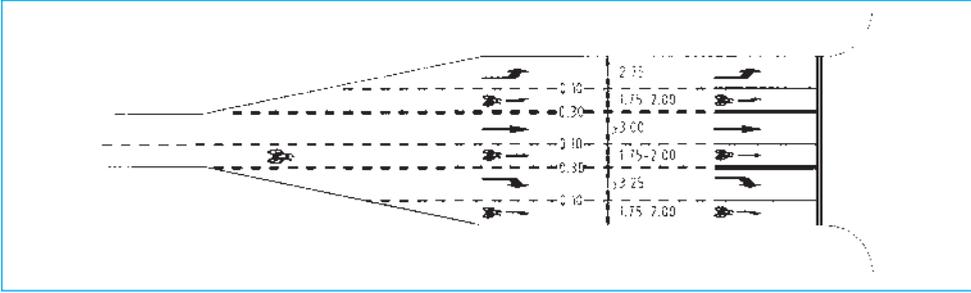
Descripción	Rotonda de dos pistas con ciclovia segregada y preferencia para ciclistas
Función	<ul style="list-style-type: none"> • permite un intercambio seguro y rápido entre diferentes flujos de tráfico
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección de vías recolectoras • dentro de áreas urbanas • con una sola pista en la salida (no usar con salidas de dos pistas) • si no hay paso a nivel • hasta aproximadamente 25,000 mv/día en la rotonda • intensidad en la salida < 1,200 mv/h
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • continuar pavimento de ciclovia en el lugar donde se cruza la calzada • aplicar líneas de cuadrados y demarcaciones de ceda el paso en el cruce para bicicletas, incluso para el tráfico que sale de la rotonda • igual régimen de preferencia para ciclistas y peatones; aplicar demarcación de cruce de cebra para peatones (si los hay) • elementos verticales en isla central elevada • garantizar que sea reconocible mediante iluminación pública
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ver ficha técnica para ciclovia segregada para b_1 • $b_2 = 5,00$ a $7,00$ m • $b_3 \geq 2,50$ m • $R \geq 5,00$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • buen flujo de ciclistas • alta capacidad • mejora visibilidad en la intersección • reducción (limitada) de la velocidad • ciclistas no son encajonados • relativamente seguro • fácil de usar para camiones y transporte público • cruce peatonal (paso de cebra) lleva a una mejor visibilidad del cruce (solo si hay acera) • usa mucho espacio • peligro de que los ciclistas se oculten • riesgo de que se entrecruen accidentes de tráfico motorizado • velocidades relativamente altas con poco tráfico
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • instalación para cruzar • túnel para bicicletas/peatones (en cicloruta principal) • cruce para bicicletas con rampa de velocidad
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • rotonda con paso a nivel



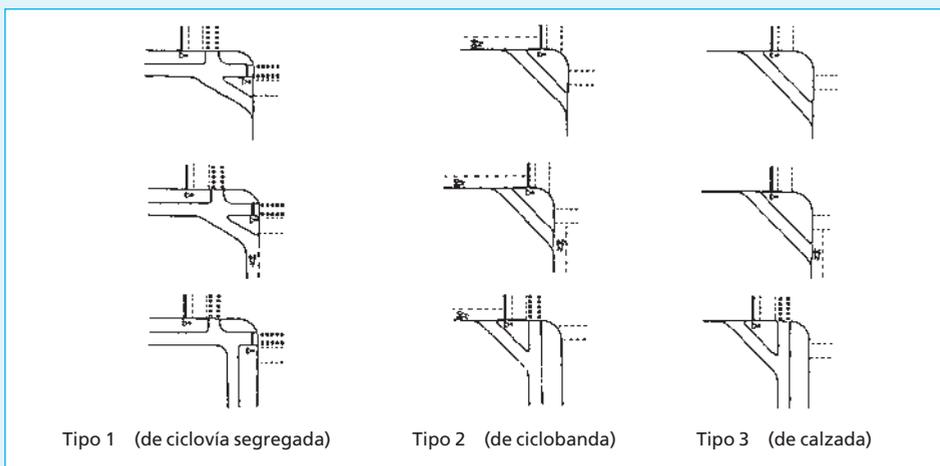
Descripción	Rotonda de dos pistas con ciclovía segregada y sin preferencia para ciclistas
Función	<ul style="list-style-type: none"> • permite un intercambio seguro y rápido entre diferentes flujos de tráfico
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección de vías recolectoras • dentro de áreas urbanas • con una sola pista en la salida (no usar con salidas de dos pistas) • si no hay paso a nivel • hasta aproximadamente 25,000 mv/día en la rotonda • intensidad en la salida < 1,200 mv/h
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • no continuar el pavimento de la ciclovía al cruzar la calzada • sin líneas de cuadrados ni demarcaciones de ceda el paso en la rampa o salida • demarcaciones de ceda el paso y letrero B6 en la ciclovía • mismo régimen de preferencia para ciclistas y peatones (por lo tanto sin demarcación de cruce de cebra) • elementos verticales en isla central elevada • garantizar que sea reconocible mediante iluminación pública
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ver ficha técnica para ciclovía segregada para b_1 • $b_2 = 5,00$ a $7,00$ m • $b_3 \geq 2,50$ m • $b_4 \geq 2,50$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • alta capacidad • mejora visibilidad en la intersección • reducción (limitada) de la velocidad • ciclistas no son encajonados • fácil de usar para camiones y transporte público • usa mucho espacio • peligro de que los ciclistas no se ven • riesgo de accidentes de entrecruzamiento • velocidades relativamente altas con poco tráfico
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • instalación para cruzar • túnel para bicicletas/peatones • cruce para bicicletas con rampa reductora de velocidad
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • rotonda con paso a nivel



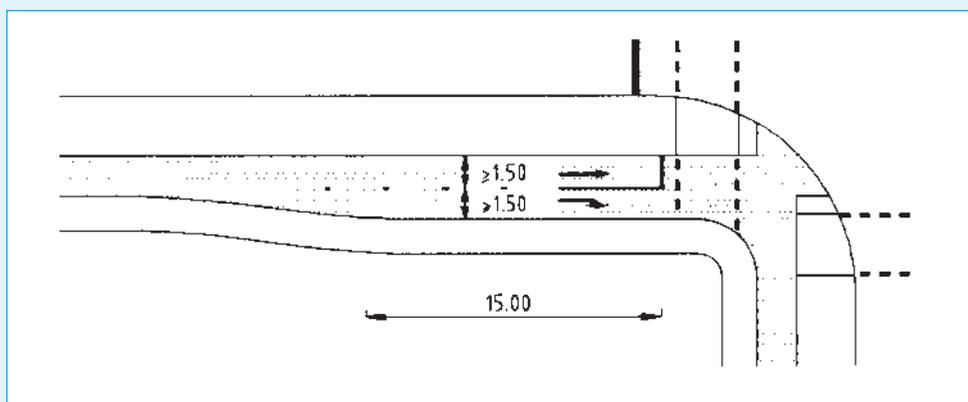
Descripción	Ciclistas que viran a la derecha en sistema de control de tránsito - con tráfico mixto, ciclobandas o pistas sugeridas
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • en la calzada, al acercarse a intersecciones con un sistema de control de tránsito • dentro de áreas urbanas • $V_{max} = 50 \text{ km/h}$
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • donde haya una pista de viraje a la derecha, los ciclistas que viren a la izquierda también usan esta pista • la pista de viraje a la derecha debe incluir ciclobanda o ciclopista de espera para enfatizar la presencia de ciclistas • demarcaciones en material termoplástico, pintura vial, material adhesivo reformado o material de pavimentación • aplicar línea de detención en pista de espera 2,00 a 3,00 m frente de la línea de detención del tráfico motorizado • si es posible, los ciclistas pueden virar para evitar luz roja (ver gráfico 24, ficha 48, considerar área protegida detrás de ciclistas)
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de la pista de viraje a la derecha para vehículos motorizados: > 3,25 m sin ciclobanda o ciclopista de espera; > 2,75 m con ciclobanda o ciclopista de espera • ancho de pista de espera $\geq 1,50 \text{ (1,00) m}$ • largo de pista de espera (1) $\geq 10 \text{ m}$ • m = línea de demarcación de pista 1-1, ancho 0,10 m, en transición a línea continua • n = línea de demarcación de pista 1-1, ancho 0,30 m, en transición a línea continua doble (3 x 0,10 m)
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • pista de espera propia para ciclistas • mejora la visibilidad • es posible un flujo más rápido (menos molestias de otro tráfico) • mover hacia adelante la línea de detención de la pista de espera lleva a una mejor visión de los ciclistas (limita el 'punto ciego') • viraje a la derecha para evitar luz roja (ver gráfico 24, ficha 48) ofrece una óptima ruta directa • mejor capacidad de flujo
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • viraje a la derecha para evitar luz roja (ver gráfico 24, ficha 48) • viraje a la derecha en luz roja para ciclistas
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • ciclo vía guiada • ciclo vía segregada



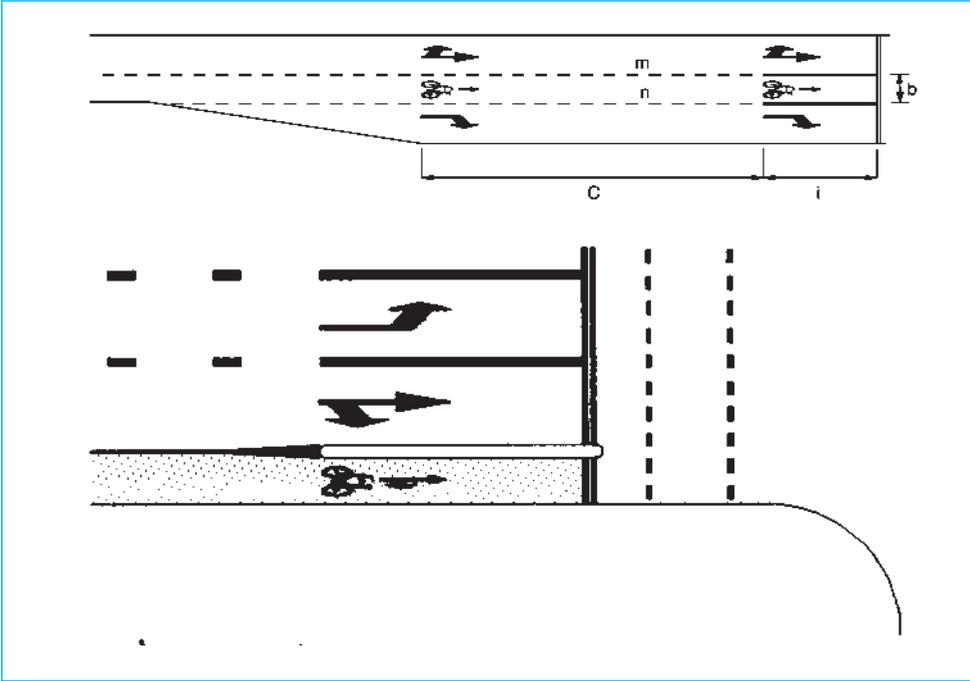
Descripción	Ciclistas pueden virar a la derecha para evitar luz roja
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro y fuera de áreas urbanas • todo tipo de medidas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • se crea una mini-vía que permite a los ciclistas cortar camino y evitar el sistema de control de tránsito • mezcla fluida • ciclistas que viran a la derecha llegan directamente a la ciclo vía, ciclobanda o tienen una área protegida adecuada detrás de ellos • donde haya gran cantidad de peatones, apuntar al mayor espacio posible entre el cruce no controlado y el controlado • no se requiere modificación del sistema de control de tránsito • regular preferencia con direcciones de bicicletas en conflicto
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de la pista de viraje a la derecha según volumen (ver ficha 19), pero al menos 1,50 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • buen flujo de ciclistas que viran a la derecha (sin tiempo de espera) • menos tendencia a pasar con luz roja • mal uso de pista de viraje a la derecha por otros ciclistas • ocupación de espacio adicional • puede producir molestias para los peatones
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • puede combinarse con cualquier medida (excepto viraje a la derecha libre para ciclistas)
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • viraje a la derecha que permite evitar la luz roja



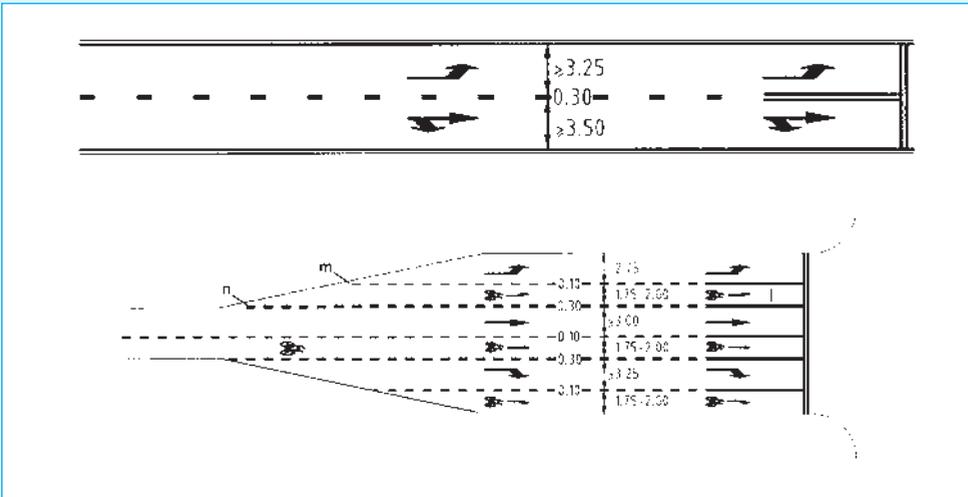
Descripción	Pista de espera para ciclistas en ciclovía frente a sistema de control de tránsito
Función	<ul style="list-style-type: none"> • define un lugar de espera para ciclistas en sistema de control de tránsito
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito y ciclovías separadas • dentro y fuera de áreas urbanas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • área indicada mediante demarcación (longitudinal y de entrada a la pista) • demarcaciones en material termoplástico, pintura vial, material adhesivo preformado o material de pavimentación • ciclistas detenidos no deben bloquear a ciclistas que siguen derecho; esto se aplica tanto a ciclistas que cruzan como a los que quieren virar a la derecha (para evitar luz roja o fuera de la medida)
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • largo del área según volumen y el control de tránsito, pero al menos 5,00 m: con detección anticipada $\geq 15,00$ m • ancho $\geq 1,50$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • inequívoco para ciclistas • más oportunidades para medidas adicionales (menor tiempo de espera)
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • viraje a la derecha para evitar luz roja • viraje a la derecha en luz roja para ciclistas



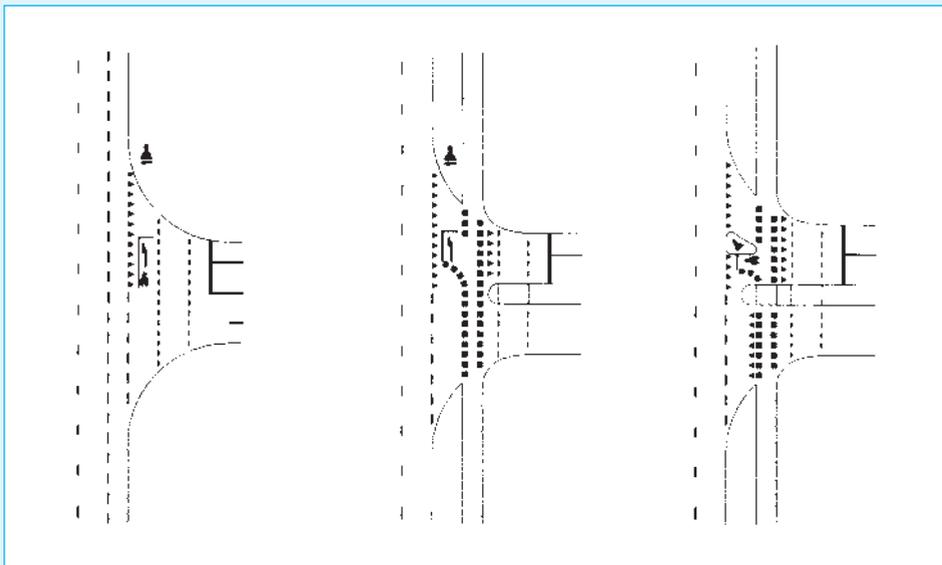
Descripción	Ciclistas que siguen derecho en intersección semaforizada - con tráfico mixto, ciclobandas o pistas sugeridas
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • en la calzada, al acercarse a intersecciones con un sistema de control de tránsito • dentro de áreas urbanas • V_{max} calzada principal 50 km/h
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • máximo una pista por dirección • preferentemente con bicibox en la línea de detención, si no hay ciclobanda o pista sugerida en la calzada (largo aproximado 10 m) • demarcaciones en material termoplástico, pintura vial, material adhesivo preformado o material de pavimentación • preferentemente con pequeño delineador físico justo frente a la línea de detención (ancho aproximado 0,50 m, largo $\geq 5,00$ m, ver detalle) • en caso de conflicto entre ciclistas que siguen derecho y un vehículo motorizado que vira a la derecha, aplicar la línea de detención del área de espera 2,00 a 3,00 delante de la línea de detención para el tráfico motorizado
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de pista de vehículos motorizados: $> 3,25$ (3,00) m, sin pista de espera; $> 2,50$ m con pista de espera • ancho de bicibox (b) $\geq 1,50$ (1,00) m • largo de pista de espera (i) ≥ 10 m • m = línea de demarcación de pista 1-1, ancho 0,10 m, en transición a línea continua • n = línea de demarcación de pista 1-1, ancho 0,30 m, en transición a línea doble continua (3 x 0,10 m)
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • bicibox destaca posición de ciclistas • delineador físico otorga protección física (previniendo el bloqueo del paso) • adelantar la línea de detención de la pista de espera mejora la visibilidad de los ciclistas (reduce el 'punto ciego') • bicibox aumenta la capacidad de flujo • la falta de bicibox es desagradable para los ciclistas • inseguro para ciclistas: con más pistas y tráfico el motorista va concentrado en el sistema de control de tránsito y puede pasar por alto al ciclistas
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • ciclista de espera ampliada (bicibox)
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • ciclovía guiada (ver ficha 23, capítulo 5) • ciclovía segregada



Descripción	Ciclistas que viran a la izquierda en intersección semaforizada - con tráfico mixto, ciclobandas o pistas sugeridas
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • en la calzada, al acercarse a intersecciones con un sistema de control de tránsito • dentro de áreas urbanas • $V_{max} = 50 \text{ km/h}$
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • donde hay una pista de viraje a la izquierda para el tráfico motorizado, los ciclistas también entran en ella • la pista de viraje a la izquierda debe ser proporcionada con ciclobanda o bicibox para enfatizar la presencia de ciclistas • máximo una pista por dirección (para que los ciclistas no tengan que cruzar más de una pista) • con una pista para todas las direcciones mantener a ciclistas al lado derecho de la pista • demarcaciones en material termoplástico, pintura vial, material adhesivo preformado o material de pavimentación
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • ancho de pista de viraje a la izquierda para vehículos motorizados: $> 3,25 \text{ m}$ sin ciclobanda o ciclopista de viraje; $> 2,75 \text{ m}$ con ciclobanda o ciclopista de viraje • ancho de ciclopista de viraje $\geq 1,50 (1,00) \text{ m}$ • largo de ciclopista de viraje $(l) \geq 10 \text{ m}$ • $m =$ línea de demarcación de pista 1-1, ancho $0,10 \text{ m}$, en transición a línea continua • $n =$ línea de demarcación de pista 1-1, ancho $0,30 \text{ m}$, en transición a línea doble continua ($3 \times 0,10 \text{ m}$)
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • pista de espera propia para ciclistas • mejora la visibilidad • flujo más rápido de tráfico de bicicletas (menos molestias de otro tráfico), lo que resulta en mayor capacidad de flujo • personas mayores y niños perciben esta situación como menos cómoda • el entrecruzamiento de ciclistas y vehículos motorizados puede ser peligroso
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • ciclopista de espera ampliada (bicibox)
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • ciclo vía guiada • ciclo vía segregada (donde los ciclistas que viran a la izquierda lo hacen en dos etapas: seguir derecho - izquierda)



Descripción	Ciclopista de espera ampliada (<i>bicibox</i>) para ciclistas que viran a la izquierda en sistema de control de tránsito
Función	<ul style="list-style-type: none"> • se crea una ciclopista de espera ampliada (<i>bicibox</i>) para ciclistas en semáforos
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro y fuera de áreas urbanas (V_{max} fuera de áreas urbanas 60 km/h)
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • área de espera demarcada; si todos los ciclistas que viran a la izquierda deben esperar en esta área se requiere una 'luz de intervalo'
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • según el volumen; ancho del área de espera > 1,20 m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • ciclistas esperan en un lugar anti-intuitivo • sensación de inseguridad • inseguro sin refugio físico de fallar el sistema de control de tránsito
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • luz verde para todas las direcciones • ciclopista de espera ampliada (<i>bicibox</i>, con un máximo de dos pistas por sección)



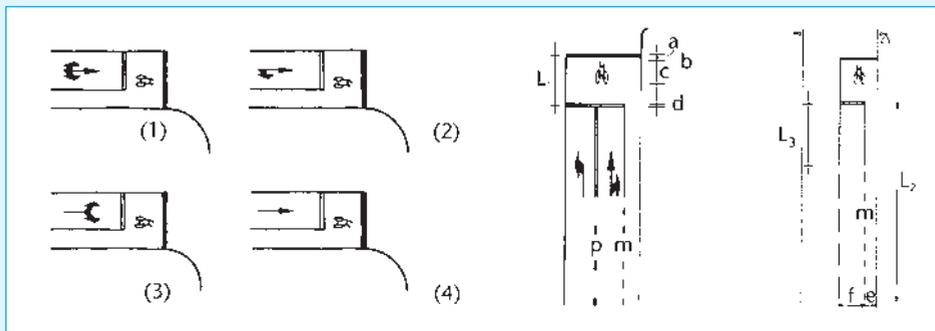
Descripción	Ciclista de espera ampliada (CPEA) o bicibox
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro de áreas urbanas • con cantidad relativamente alta de ciclistas que viran a la izquierda • en intersección bien organizada • con tráfico mixto o ciclobanda en la calzada • máximo de dos pistas/áreas de espera por calle de aproximación
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • área de espera para ciclistas detrás de la línea de detención para el tráfico motorizado • símbolo de bicicleta en área de espera • delineador central a la izquierda al lado del área de espera • con pista de viraje a la izquierda para tráfico motorizado, preferentemente separar bicibox con su propia ciclobanda de acceso (requerido si hay fase verde propia para el tráfico que viran a la izquierda) • área de espera y ciclobanda introductoria preferentemente en color rojo • demarcación vial preferentemente en material termoplástico
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • largo de área de espera 4,00 a 5,00 m • ancho de área de espera para ciclistas = ancho de pista para tráfico motorizado (más el ancho de ciclobanda, si la hay) • ciclobanda de acceso ≥ 25 m • ancho de línea de detención (a) 0,30 m • espacio entre línea de detención y símbolo de bicicleta (b) 0,50 m • alto de símbolo de bicicleta (c) 2,75 m • línea de demarcación de pista (m) 1-1, 0,10 m ancho • línea de demarcación de pista (p) 1-3, 0,30 m ancho
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • flujo rápido de tráfico de bicicletas (que vira a la izquierda) • máxima visibilidad de ciclistas (seguro) • amplio lugar de espera en luz roja • menos molestias por gases de combustión mientras se espera • menos conflictos entre vehículos motorizados y bicicletas en la intersección • menos molestias al aproximarse a la línea de detención • limitación de la capacidad de tráfico motorizado, especialmente con mucho tráfico motorizado que vira a la derecha • motoristas no siempre respetan bicibox • sensación de inseguridad (automóviles adelantan por la derecha mientras ciclistas doblan a la izquierda) • posibilidad de que luz roja sea ignorada por ciclistas (porque es más fácil llegar a la línea de detención) • no es posible una fase separada para bicicletas que viran a la izquierda, esto puede llevar a mayores tiempos de espera

Descripción

Ciclista de espera ampliada (CPEA) o bicibox (continúa)

Combinación de opciones

- ciclobanda o pista sugerida
- viraje a la derecha libre para evitar luz roja
- ciclistas libres para virar a la derecha



Descripción	Reducir tiempo de espera de ciclistas – Acortar fases de espera
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro y fuera de áreas urbanas • con tráfico mixto, ciclobanda en calzada o ciclovías separadas • con todo tipo de controles
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • máximo tiempo del ciclo 90 s • consideración crítica de fase de luz verde y tiempos de despeje • mientras más compacta la intersección, más fácil es realizar un ciclo más corto
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • ciclos cortos llevan a menor tiempo de espera (máximo) • flujo rápido de todo el tráfico, incluidos ciclistas • ciclo corto con cambios de fase rápidos se siente más dinámico • doble posibilidad de detención en direcciones con más tráfico

F 55a

Descripción	Reducir tiempo de espera de ciclistas - con ampliación simultánea de prioridad para transporte público
Aplicación	<ul style="list-style-type: none">• intersección con sistema de control de tránsito• dentro y fuera de áreas urbanas• control de tránsito con prioridad para el transporte público
Implementación	<ul style="list-style-type: none">• cuando el transporte público está registrado, también están registradas direcciones paralelas (sin conflictos) de tráfico de bicicletas, para que puedan tener luz verde simultáneamente• incorporar en controles como estándar
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none">• opción adicional para ciclistas, que reduce el tiempo de espera• sin efecto negativo en otras direcciones • posibilidad adicional de pasar con luz roja debido a la luz verde y tiempo de despeje, a menudo muy corto, para sistemas de transporte público

F 55b

Descripción	Reducir tiempo de espera de ciclistas - con aumento de capacidad de flujo de tráfico motorizado
Aplicación	<ul style="list-style-type: none">• intersección con mucho tráfico y sistema de control de tránsito• dentro y fuera de áreas urbanas• con ciclobanda y ciclovías separadas• con instalaciones libres de conflictos
Implementación	<ul style="list-style-type: none">• al aumentar la capacidad de flujo del tráfico motorizado (más pistas de espera y flujo), se puede reducir la fase del semáforo (preferentemente a un máximo de 90 s)• es crítico considerar la fase de luz verde y la demora en partir• a pesar de pistas adicionales, mantener intersección lo más compacta posible
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none">• fases más cortas reducen el tiempo (máximo) de espera• flujo rápido de todo el tráfico, incluyendo ciclistas• ciclo corto con cambios de fase rápidos se siente más dinámico • la mayor capacidad de flujo aumenta el tamaño de la intersección, reduciendo su seguridad

Descripción	Reducir tiempo de espera de ciclistas - con ampliación simultánea de fase verde para direcciones de bicicletas junto con otras direcciones
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro y fuera de áreas urbanas • ciclovías separadas • con todo tipo de instalaciones
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • ampliando simultáneamente la fase verde con direcciones de vehículos motorizados que no entren en conflicto, área de ciclistas tiene mayor tiempo de luz verde, lo que reduce el tiempo de espera • incorporar en controles como estándar • es crítico considerar la fase de luz verde y la demora en partir
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • opción adicional para ciclistas, que reduce el tiempo de espera • sin efecto negativo en otras direcciones • aumenta el riesgo de que ciclistas pasen con luz roja, cuando la fase de luz verde es más corta

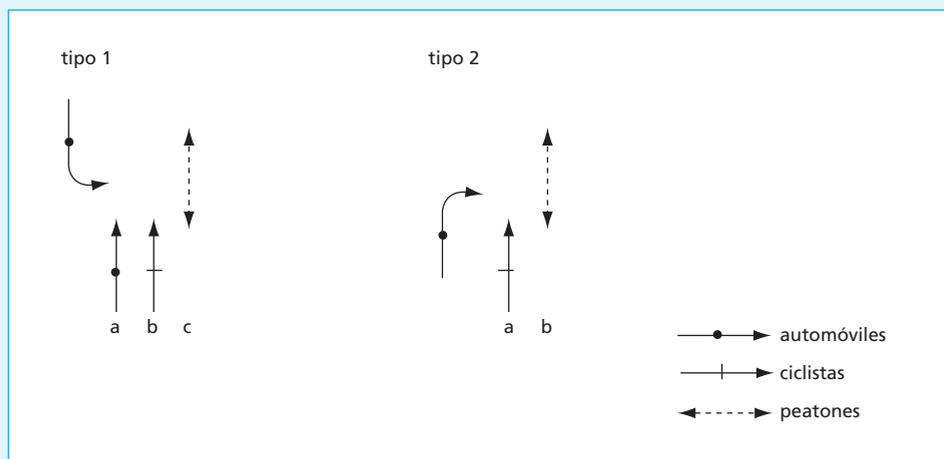
<p>Descripción</p>	<p>Reducir tiempo de espera de ciclistas - con secuencia de fase favorable para ciclistas que viran a la izquierda</p>
<p>Aplicación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro y fuera de áreas urbanas • con cantidad relativamente alta de ciclistas que viran a la izquierda al menos en una sección • con ciclovías separadas • con todo tipo de controles
<p>Implementación</p>	<ul style="list-style-type: none"> • considerando todos los flujos que viran a la izquierda como uno solo (en vez de un flujo que avanza y otro que vira a la izquierda) para el sistema de control, los ciclistas que viran a la izquierda pueden seguir sin parar. • es crítico considerar la fase de luz verde y la demora en partir
<p>Consideraciones</p>	<ul style="list-style-type: none"> • las bicicletas pueden virar a la izquierda con mayor fluidez, sin detenerse • puede aumentar el tiempo de espera para los flujos en otras direcciones y por lo tanto alarga la fase del semáforo

Descripción	Reducir tiempo de espera de ciclistas - usando cruces para bicicletas en dos direcciones
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro y fuera de áreas urbanas • con cantidad relativamente alta de ciclistas que viran a la izquierda al menos en una sección • con ciclovías separadas (bidireccionales) • con control libre de conflictos
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • si se permite a las bicicletas cruzar en dos direcciones, se puede reducir el tiempo de espera para los ciclistas que viran a la izquierda • el cruce para bicicletas es lo suficientemente ancho • es crítico considerar la fase de luz verde y la demora en partir
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • opción adicional para ciclistas que viran a la izquierda • ciclistas aparecen desde una dirección inesperada, por lo tanto se permiten instalaciones libres de conflicto; esto puede llevar a una fase más larga • posibilidad que ciclistas continúen usando ciclovía unidireccional en la dirección equivocada, después del cruce

Descripción	Reducir tiempo de espera de ciclistas - 'ola verde' para bicicletas
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersecciones con sistema de control de tránsito ubicadas a corta distancia (máximo 100 metros entre ellas, ver observaciones abajo) • dentro y fuera de áreas urbanas • con tráfico de paso de bicicletas • con ciclovías, ciclocalles y ciclobandas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • al entrelazar las provisiones para el tráfico (fases de semáforos), el flujo de paso de bicicletas (que siguen derecho, viran a la izquierda o derecha) puede seguir sin detenerse. • la señal para que empiece o se extienda la luz verde del segundo semáforo es dada por el detector ubicado delante del primer semáforo • tomar en cuenta la velocidad promedio en bicicleta o la velocidad de diseño • de ser necesario, introducir detectores adicionales entre ambos semáforos de bicicletas; si no se recibe señal, la ola verde se interrumpe • es crítico considerar la fase de luz verde y la demora en partir
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • cuando los flujos de ciclistas que pasen por la intersección son rápidas, se permite avanzar sin detenerse • ciclistas menos inclinados a ignorar semáforos • no es posible servir a bicicletas y motonetas ligeras con una sola ola • puede aumento el tiempo de espera para otras direcciones y por lo tanto fases más largas • cuando la distancia entre las intersecciones es mayor o hay diferencias de velocidad entre los ciclistas la ola se "disipa" (el grupo de ciclistas se separa)
Observaciones	<p>En la ciudad danesa Odense, se usa una ola verde en intersecciones que están más distanciadas entre sí. A los ciclistas se les recuerda la velocidad necesaria a través de luces LED que 'acompañan'. Andando a la misma velocidad que la velocidad a la que se mueven las luces, los ciclistas pueden seguir sin detenerse en el próximo semáforo (ver www.fietsberaad.nl)</p>

Descripción	Reducir tiempo de espera de ciclistas - detección de alto alcance/pedido anticipado
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro y fuera de áreas urbanas • con ciclobanda o ciclovías separadas • control de tráfico o control vehículo-dependiente
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • al ubicar el sistema de detección a una buena distancia antes de la línea de detención, el control de tráfico puede reaccionar mejor cuando los ciclistas se aproximan; la distancia entre la detección y la línea de detención depende del control, 40 a 50 metros, por ejemplo • con vías de doble sentido implementar detectores dirección-dependientes o separar flujos de bicicleta usando isla central • análisis crítico de la luz verde y tiempo de despeje
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • se les puede dar luz verde a los ciclistas con anterioridad y la luz verde puede extenderse si es necesario • posibilidad limitada de dejar fuera una dirección de bicicletas • mantener luz verde para ciclistas en área de detección (mayor posibilidad de seguir derecho en bicicleta) • menos molestias que con un botón de contacto • puede llevar a tiempo de espera adicional para otras direcciones y por lo tanto a un ciclo más largo

Descripción	Reducir tiempo de espera de ciclistas - permitiendo sub-conflictos
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro y fuera de áreas urbanas • no en el caso de conflictos de cruce con tráfico motorizado • solo si hay poco tráfico motorizado que vira • no con ciclovía bidireccional • (1) no con dos pistas de viraje a la izquierda • (1) no con ciclovía segregada
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • al permitir sub-conflictos (según matriz de conflictos) en el control, se puede reducir la fase del semáforo (preferentemente a un máximo de 90 s) • no ocupar luces flecha (<i>arrow lights</i>) con flujos contrarios (así que ocupar lente pleno, <i>full lens</i>); con advertencia, de ser necesario • se pueden mantener los conflictos con el tráfico lento que cruce fuera del sector de control • es crítico considerar la fase de luz verde y la demora en partir
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • una fase más corta reduce el tiempo (máximo) de espera • todo el tráfico fluye más rápido, incluyendo ciclistas • posiblemente menos seguro (ciclistas no están libres de conflicto)



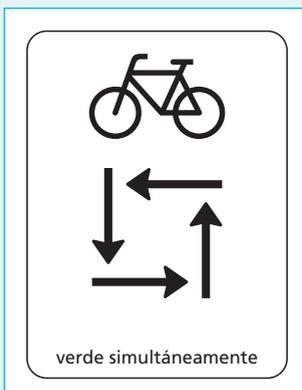
F 62a

Descripción	Reducir tiempo de espera de ciclistas - al desarrollar direcciones adicionales para la bicicleta (dos fases de luz verde por ciclo)
Aplicación	<ul style="list-style-type: none">• intersección con sistema de control de tránsito• dentro y fuera de áreas urbanas• con ciclobandas o ciclovías separadas
Implementación	<ul style="list-style-type: none">• al agregar direcciones adicionales a las fases, se puede reducir el tiempo de espera para los ciclistas en las direcciones correspondientes• es crítico considerar la fase de luz verde y la demora en partir
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none">• se acorta el tiempo de espera para ciclistas (aumenta la posibilidad de seguir sin detenerse)• riesgo de tiempos de espera más largos para el tráfico motorizado

F 62b

Descripción	Reducir tiempo de espera de ciclistas - al mantener conflictos entre distintos tipos de tráfico lento fuera del área de control
Aplicación	<ul style="list-style-type: none">• intersección con sistema de control de tránsito• dentro y fuera de áreas urbanas• ciclovías separadas• todo tipo de controles
Implementación	<ul style="list-style-type: none">• al ocupar ciclovías separadas, se puede controlar los conflictos entre ciclistas y entre ciclistas y peatones• es crítico considerar la fase de luz verde y la demora en partir
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none">• la rapidez de los flujos de bicicletas• menos tendencia entre ciclistas de pasar con luz roja• se disminuyen los retrasos y por lo tanto la duración de la fase, lo que es beneficioso para todas las direcciones • mayor riesgo de conflictos mutuos entre ciclistas y entre ciclistas y peatones

Descripción	Reducir tiempo de espera de ciclistas - al usar luz verde para todas las direcciones
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro de áreas urbanas • ciclobandas o ciclovías situadas cerca de la calzada principal • situación de intersección mejor organizada, más compacta • control de tráfico motorizado de dos o tres fases • cuando un número relativamente alto de ciclistas vira a la izquierda (> 10%)
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • se le da luz verde simultáneamente a todas las direcciones para bicicletas • hay dos luces verdes por fase • es crítico considerar la fase de luz verde y la demora en partir (especialmente el tiempo que demora el tráfico motorizado en despejarse: al inicio de la luz verde para ciclistas, no debe quedar ningún vehículo motorizado en la intersección). • de ser necesario, introducir una separación física angosta entre el tráfico motorizado y el de bicicletas en las calles antes de llegar a la intersección • indicación usando el símbolo VKL04 (según el decreto relevante acerca de administración del tráfico vial)
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • favorable para ciclistas que viran a la izquierda (cruce en diagonal sin detención adicional) • ningún sub-conflicto para el tráfico motorizado: seguro para ciclistas • a los y las ciclistas se les puede dar luz verde con anterioridad • direcciones de bicicleta en conflictos cruzados 'severos'; posibilidad de accidentes bicicleta/bicicleta • aumenta el tiempo de espera para el tráfico motorizado • difícil integrar a peatones en la 'luz verde para todos los ciclistas'



Descripción	Reducir tiempo de espera de ciclistas - al mantener luz verde que favorece a ciclistas
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito o en cicloruta principal cruzando una calle con mucho tráfico • dentro y fuera de áreas urbanas • en ciclovías separadas o en una cicloruta principal • control fijo o vehículo-dependiente • (1) en un cruce controlado, de dos sistemas unidos a mitad de camino; a los ciclistas se les da luz verde tan pronto como hay un intervalo en el flujo de tráfico motorizado • (2) si los ciclistas cruzan en grupo (ruta escolar o algo similar) o con flujo regular de tráfico de bicicletas, donde disminuiría demasiado la capacidad para otro tráfico, se requiere la detección de ciclistas para aplicar este sistema.
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • tipo 1: mantener la luz verde en la ciclovía: el control depende de los flujos de vehículos motorizados; si no hay, se les da luz verde a los principales flujos de bicicletas; la luz para bicicletas se mantiene verde a no ser que el sistema perciba otro tráfico; se requiere la detección efectiva del tráfico motorizado para que pueda continuar sin detenerse si no hay ciclistas • tipo 2: mantener la luz verde en la calzada para el tráfico motorizado: el control depende de la bicicleta (se requiere sistema de detección de largo alcance); si no hay bicicletas se le da luz verde a los flujos de vehículos motorizados; se requiere detección efectiva para que los ciclistas puedan continuar sin detenerse si no hay vehículos motorizados • tipo 3: mantener la luz roja: influencia directa; el control depende de los vehículos motorizados y de las bicicletas • es crítico considerar la fase de luz verde y la demora en partir
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • aumenta la posibilidad de que los ciclistas sigan sin detenerse • hay señales de que mantener luz roja ofrece un mayor grado de seguridad vial que mantener la verde • con tipo 3, la luz verde se da inmediatamente después de la señal (sin despeje en direcciones en conflicto) • con tipo 1, aumenta el tiempo de espera para el tráfico motorizado en momentos con poco tráfico (debido al tiempo de despeje para los flujos) • con tipo 1, existe un riesgo de que el tráfico motorizado ignore la luz roja (el conductor espera que la luz cambie a verde, lo que, de hecho, no siempre sucede; peligro potencial por este motivo)

Este semáforo indica el tiempo de espera máximo para los ciclistas, antes de que luz se ponga verde



Descripción	Señal de cuenta regresiva
Función	<ul style="list-style-type: none"> • mejora la facilidad de uso de ciclistas
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro y fuera de áreas urbanas • con ciclobandas o ciclovías separadas • control fijo y vehículo-dependiente • especialmente en lugares donde los ciclistas tienden a ignorar las luces rojas • en intersecciones donde el tiempo de espera para ciclistas concuerda con recomendaciones
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • la señal de cuenta regresiva indica a ciclistas el tiempo de espera restante • la velocidad con la que se apagan las luces en la barra de tiempo (time-bar) indica a ciclistas el tiempo de espera • se puede instalar un indicador del tiempo de espera al lado de la luz verde (para ciclistas) o incorporarlo en el botón de contacto • la señal no puede contar hacia arriba (count up) • es crítico considerar la fase de luz verde y la demora en partir
Dimensiones	no aplica
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • mejora en el servicio: la sensación del tiempo de espera debe reducirse • menos tendencia de que ciclistas pasen con luz roja • sin efectos negativos en otro tráfico • en control vehículo-dependiente, cuesta predecir el tiempo de espera, lo que significa que la cuenta regresiva puede ser muy irregular • costos de instalación adicionales • susceptible a descomponerse • aún hay poca experiencia

Descripción

Partida anticipada

Función

- mejora la visibilidad (seguridad) de ciclistas

Aplicación

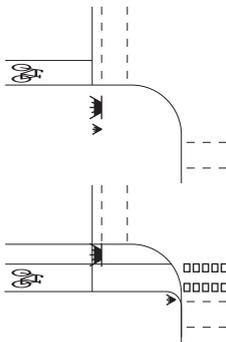
- intersección con sistema de control de tránsito
- dentro y fuera de áreas urbanas
- con ciclobandas o ciclovías separadas
- control fijo y vehículo-dependiente
- (2) solo si la distancia hasta el punto del conflicto mutuo es corta; de otra forma el vehículo motorizado llegará antes, por la diferencia de velocidad
- si es mala la visibilidad del ciclista
- con mucho tráfico motorizado que vira a la derecha (ciclistas no tienen posibilidad de seguir derecho)
- cuando es deseable, pero imposible, un control libre de conflictos (espacio insuficiente para pista de viraje a la derecha)

Implementación

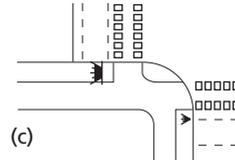
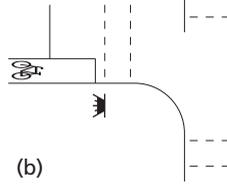
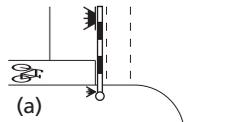
- partida anticipada permite que ciclistas lleguen al punto de conflicto antes del tráfico motorizado que vira a la derecha
- partida anticipada no demasiado larga, ya que si no, se puede producir un conflicto entre ciclistas que quieren virar a la izquierda y vehículos que aceleran desde la dirección opuesta
- tipo 1: se le da luz verde al flujo de bicicletas antes de darla para el resto
- tipo 2: partida anticipada al mover la línea de detención, luz verde simultánea para ciclistas y otro tráfico
- implementar preferentemente tipos 2a y 2b con bicibox o con separación física
- análisis crítico de luz verde y tiempo de despeje

Consideraciones

- ciclistas más visibles para motoristas, mejorando la seguridad vial de ciclistas (al reducir punto ciego)
- tipo 1 significa que luz verde para el tráfico motorizado dura menos o alarga la fase como un todo
- no hay beneficio para ciclistas que no parten de inmediato cuando se cambia a luz verde

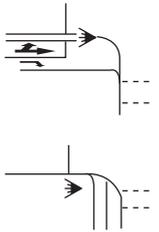
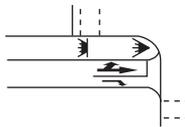
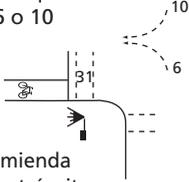
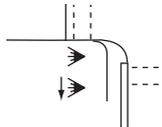


tipo 1: partida anticipada, controlada por semáforos separados



tipo 2: partida anticipada, al mover la línea de detención

Descripción	Para ciclistas, permitido doblar a la derecha con luz roja
Función	<ul style="list-style-type: none"> • mejora el flujo de ciclistas que vira a la derecha
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro y fuera de áreas urbanas • con ciclobandas o ciclovías separadas • control fijo y vehículo-dependiente • (1) si no hay cruce peatonal • (2) si los peatones pueden cruzar la ciclovía sin un control • (3) si se puede usar una fase dentro de un control multi-fase durante el cual los peatones no estén cruzando • (4) con control peatonal a pedido, en puntos con pocos peatones y muchos ciclistas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • donde hay suficiente espacio para ciclistas en la calle lateral • modificar la demarcación vial con (1) y (2); si es posible sin línea de detención para ciclistas que viran a la derecha; ubicar letrero “para ciclistas, permitido doblar a la derecha con luz roja” al lado del semáforo; posicionar el semáforo para bicicletas preferentemente a la izquierda • con (3) y (4) se usa un semáforo separado de tres colores; (4) solo si los ciclistas y peatones a la vuelta de la esquina pueden cruzar sin conflicto o sin control; se sugiere una señal de tráfico luminosa (3), si surge un conflicto relativamente inofensivo con los peatones en la esquina, o con el tráfico que viene de otras direcciones, siempre y cuando no se ilumine al mismo tiempo que la luz verde para bicicletas • se requiere análisis crítico de luz verde y tiempo para partida
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • sin tiempo de espera para ciclistas que viran a la derecha • la disposición encaja mejor con el comportamiento vial real • no hay problemas de aplicación • problemático para peatones que cruzan (especialmente personas con discapacidad visual) • (3) y (4): no siempre es posible agregar nuevos faroles al sistema existente • (1), (3) y (4): su uso se ve limitado en la práctica

 <p>tipo 1</p>	 <p>tipo 2</p>	<p>peatones hacia 31 están libres de conflictos con el tráfico que vira hacia 6 o 10</p>  <p>se recomienda señal de tránsito luminosa dado el conflicto relativamente inofensivo</p> <p>tipo 3</p>	<p>peatones, a pedido</p>  <p>señal con flecha puesto que hay un conflicto sin control con peatones, a la vuelta de la esquina</p> <p>tipo 4</p>
---	---	---	--

Descripción	Ciclo-túnel
Función	<ul style="list-style-type: none"> • se crea cruce libre de conflictos para el tráfico de bicicletas y el motorizado
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección entre vía recolectora y cicloruta principal • dentro y fuera de áreas urbanas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • los ciclistas preferentemente al nivel del suelo. Si esto no es posible elevar la calzada para el tráfico motorizado aproximadamente 2.00 m para disminuir la diferencia de altura que los ciclistas deben sortear • maximizar el uso de la luz de día: separación de pistas abre la posibilidad de apertura central con incidencia adicional de luz • viaducto en la calle o estructura de caja abierta para peatones • sin vegetación alta cerca de la entrada del túnel • iluminación a prueba de vandalismo (hundida) en el túnel • sin curvas/huecos • paredes llegan hasta arriba • camino derecho; la salida debe ser visible desde la entrada al túnel • pendientes frente al túnel no deben dar la oportunidad de esconderse a individuos con intenciones maliciosas (sin vegetación, curvas, etc.) • de ser necesario en combinación con senda peatonal • podría combinarse con instalación para fauna, fuera de áreas urbanas
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • donde haya senda peatonal $b_1 > 1,00$ m • ancho de ciclovia (b_2) si no hay senda peatonal: $2 \times 0,625$ m (distancia del obstáculo a pared cerrada) + ancho de ciclovia de aproximación, con 3.50 como mínimo • ancho de ciclovia (b_2) si hay senda peatonal (a un lado): $0,625$ m (distancia del obstáculo a pared cerrada) + ancho de ciclovia de aproximación, con 3.00 como mínimo • $h > 2,50$ m • pendiente $< 1 : 20$ • piso de túnel 2% (drenaje)
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • cruce libre de conflictos (seguro) • múltiples rutas de aproximación posibles • vista despejada a través del túnel • buena iluminación • pendientes más cortas que con un puente (por la menor diferencia de altura) • cuando la calle está elevada, generalmente no hay problemas con aguas subterráneas • si ya existe el lugar, se debe construir en fases • inseguridad social • propenso a vandalismo

Descripción

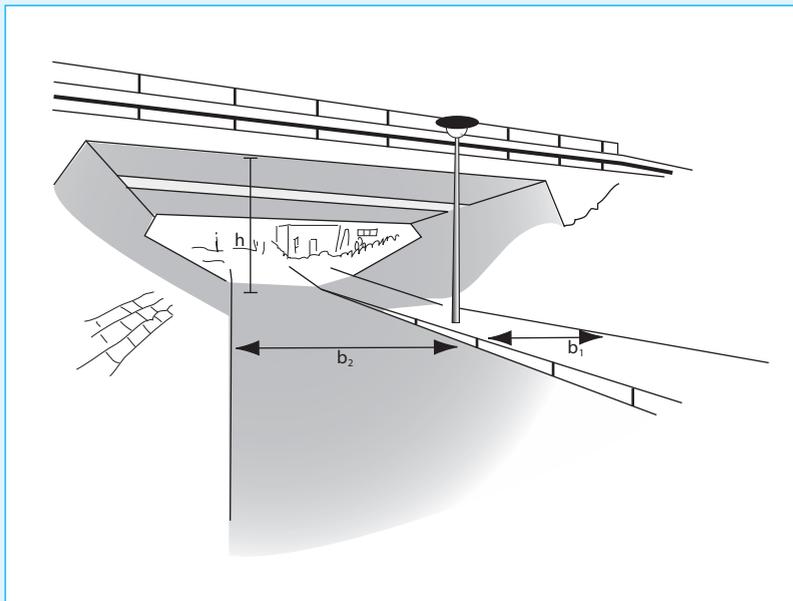
Ciclo-túnel (continúa)

Combinaciones posibles

- escaleras (con canaleta para bicicletas en ambos lados)
- pendiente escalonada

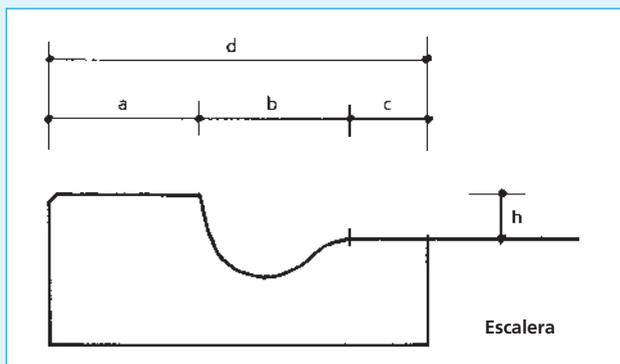
Alternativas

- ciclo-puente (menos favorable para ciclistas que un túnel)
- cruce controlado por semáforos

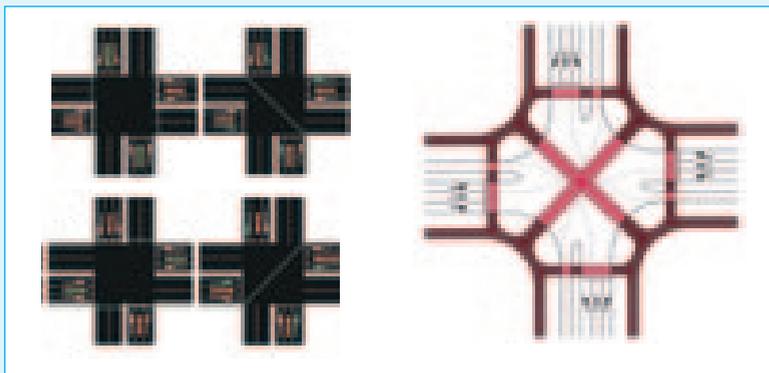


Descripción	Ciclo-puente
Función	<ul style="list-style-type: none"> • crea un cruce libre de conflictos para tráfico de bicicletas y de motorizados
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección entre vía recolectora y cicloruta principal • dentro y fuera de áreas urbanas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • mantener lo más pequeña posible la diferencia de altura a ser superada por ciclistas • con un puente a través de la calle: si es necesario rebajar la calle • puede combinarse con una senda peatonal en un lado
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • altura $\geq 4,50$ m • ancho de senda peatonal (si la hay) $> 1,00$ m • ancho de ciclovia si no hay senda peatonal: $2 \times 0,325$ m (distancia del obstáculo a la barandal) + ancho de la ciclovia de aproximación, con 3,50 como mínimo • ancho de ciclovia (b_2) con senda peatonal en un lado: $0,325$ m (distancia del obstáculo a la barandal) + ancho de la ciclovia de aproximación, con 3,00 como mínimo • ancho de ciclovia con senda peatonal a ambos lados = ancho de vía de aproximación, con 3,00 como mínimo • inclinación $< 1 : 20$ • altura de baranda del túnel $\geq 1,20$ m
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • cruce libre de conflictos • muchas veces es más barato que un túnel • posibilidades de una solución arquitectónica agradable • sin inseguridad social (es posible una visión panorámica desde la calle) • muchas veces pendientes más largas que en un túnel (por la mayor diferencia de altura) • posibilidad de miedo a las alturas con un puente muy alto • molestias por viento
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • escaleras (con canaleta para bicicletas a ambos lados) • rampa en fases • escalera mecánica • rampa mecánica en la pendiente • biombo para el viento
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • ciclo-túnel (muchas veces más favorable a los ciclistas que un puente) • cruce controlado por semáforos

Descripción	Canaleta para bicicletas junto a escaleras
Función	<ul style="list-style-type: none"> • mejora la accesibilidad de los ciclistas a un puente o túnel
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • en combinación con escaleras • si no es posible una rampa • en instalaciones para estacionamiento de bicicletas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • canaletas en ambos lados de la escalera • preferentemente hecho de concreto • parte superior de la canaleta nivelada con el peldaño superior de la escalera • si es necesario con la baranda cerca de la muralla, para evitar que el manubrio entre en contacto con la baranda; la baranda no se curva hacia el suelo en los extremos • pendiente de escalera menor al 25%; con pendientes mayores, usar 'arco de transición'
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • $a \geq 0,20$ m • $b = 0,08$ a $0,12$ m = $0,10$ m (con canaleta de metal) • $c = 0,03$ a $0,05$ m • $h = 0,03$ m = $0,04$ m (con canaleta de metal)
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • preferentemente solo usar como medida adicional a una rampa • requiere de mucho esfuerzo por parte de los ciclistas
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • escaleras
Alternativas	<ul style="list-style-type: none"> • rampa en fases • escalera mecánica • rampa mecánica en la pendiente



Descripción	Reducir tiempo de espera para ciclistas al permitirles cruce diagonal
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • dentro de áreas urbanas • ciclovías separadas • con un número relativamente alto de ciclistas que vira a la izquierda • sin direcciones combinadas en la intersección • espacio suficiente en el área de intersección • espacio suficiente al lado de la calzada para dos áreas de espera para ciclistas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • al guiar a los ciclistas a cruzar en diagonal, simultáneamente con el tráfico motorizado, no se requiere provisiones específicas separadas para bicicletas • el esquema de control funciona como sigue (ver también la figura): • fase 1: ciclistas y vehículos motorizados avanzan en una dirección recta • fase 2: vehículos motorizados doblan a la izquierda y derecha, mientras ciclistas cruzan por una diagonal • fase 3: vehículos motorizados y ciclistas avanzan en otra dirección recta • fase 4: vehículos motorizados doblan a la derecha e izquierda, mientras ciclistas cruzan por la otra diagonal • ciclistas en dos direcciones cruzan el área de la intersección
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • se reduce el tiempo de espera para ciclistas que viran a la izquierda (máximo una detención al virar a la izquierda) • siempre se puede atravesar la intersección en una sola fase (tiempo de espera corto) • tiempos de partida más largos para el tráfico motorizado • ciclistas pueden sentirse inseguros, en un lugar 'ilógico' (en medio de la intersección o en medio del tráfico que avanza desde el sentido contrario para doblar a la izquierda)
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • instalación experimental; aún no hay estudios de esta solución



Descripción	Espejo que cubre el punto ciego debajo del semáforo
Función	<ul style="list-style-type: none"> • mejora la visibilidad (y por lo tanto seguridad) de ciclistas en intersección con semáforos
Aplicación	<ul style="list-style-type: none"> • intersección con sistema de control de tránsito • control fijo y vehículo-dependiente • con tráfico mixto o ciclistas en ciclobanda o pista sugerida • con un volumen relativamente alto de tráfico de camiones o buses que viran a la derecha
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • se instala un espejo (curvo) debajo de la luz verde, para mejorar la visibilidad (desde un camión) de ciclistas detenidos al lado o al frente del vehículo • preferentemente, se utiliza para complementar otra infraestructura
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • el espejo muestra lo que está sucediendo justo delante del camión • el espejo reduce el punto ciego • un espejo es susceptible al vandalismo y requiere de mantención
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> • instalación experimental: algunas autoridades municipales usan el espejo (incluyendo Ámsterdam y Rotterdam) pero aún no se conocen en detalle su efectividad





**Diseño, mantención e
infraestructura**

7 Diseño, mantención e infraestructura

F 66, 67 Cada capítulo termina con algunas fichas técnicas. Este símbolo indica la ficha técnica correspondiente a las referencias del texto.

7.1 La superficie de la calle y el pavimento

7.1.1 Requisitos de los usuarios

Los y las ciclistas tienen cinco requisitos principales en términos de infraestructura. Dentro de lo que es superficie de caminos y pavimentación, estos requisitos se traducen en:

- uniformidad de la superficie pavimentada (desigualdad y textura);
- resistencia de arrastre;
- drenaje.

Un diseñador debe comprender que estos requisitos no son sólo para ciclovías, sino que también para ciclobandas y calles de tráfico mixto. Cuando este tipo de calle cumpla una

función importante dentro del sistema de tráfico de bicicletas, la calidad de la superficie es particularmente significativa.

Uniformidad

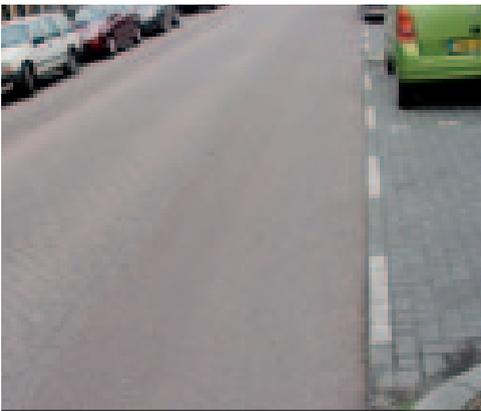
La uniformidad del pavimento determina las vibraciones horizontales y verticales experimentadas por los y las ciclistas, y como tal, es un elemento vital para asegurar que una infraestructura sea cómoda para la bicicleta. La uniformidad también determina la resistencia experimentada por los y las ciclistas al andar, y consecuentemente, su nivel de consumo de energía.

Resistencia de arrastre

La resistencia de arrastre es determinada en gran parte por la textura de la superficie. La textura, entonces, no es solo importante para la comodidad y el grado de pérdida de energía del usuario, sino también para la seguridad de ciclistas y del tráfico en general. La macro-



textura debe tener espacio suficiente para absorber aguas (lluvias) y polvo, permitiendo así un contacto apropiado entre la superficie del camino y el neumático de la bicicleta. La micro-textura determina la dureza de las partículas individuales de la mezcla del pavimento.



Drenaje

Ya que los ciclistas andan a la intemperie, sin protección del tiempo, se debe considerar cuidadosamente como lograr un drenaje apropiado. Es incómodo tener que atravesar grandes pozas. También es peligroso, puesto que los ciclistas no pueden ver su profundidad o si hay grietas aún más profundas en el pavimento. Esto puede causar incómodas maniobras evasivas o incluso caídas.

7.1.2 Tipos de pavimento

Generalmente, un diseñador puede elegir entre cuatro tipos de pavimento. Estudios en este tema demuestran que los ciclistas prefieren éstos (y en este orden): asfalto, hormigón, losas, paviosos. Al calificarlas, el asfalto logra un 8,5; hormigón y tratamiento de superficie, ambos un 7,5; bloques de hormigón 6+; y paviosos 6-. Los números del informe son

valores medios: el valor por el cual el 50% de los valores medidos es mejor y el 50% es peor. En el cuadro 29 se da una breve descripción de las características más importantes de los cuatro tipos de pavimentación mencionados.

F71 Los ciclistas tienen una clara preferencia para las superficies cerradas, como el asfalto y el hormigón, pues estas logran una mayor uniformidad, menos resistencia y consecuentemente una mayor comodidad. Una pavimentación modular, como adoquines, ladrillos recocidos, paviosos o losas de hormigón, generalmente son de buena textura y ofrecen una buena resistencia de arrastre, pero son claramente menos uniformes y planos que las superficies de pavimentación cerrada. Los ladrillos recocidos (*clinker bricks*) tienen una aceptación aun más baja que otros pavimentos modulares. El pavimento modular solo es recomendado si se implementa con soleras.



Cuadro 29. Características del pavimento (parte 1)

Asfalto

El asfalto es el tipo de pavimentación más apreciada por ciclistas, ya que consiste de una sola superficie, garantizando así una uniformidad óptima.

En relación a la resistencia de arrastre y de rodamiento, el grosor de la superficie es particularmente importante en pavimentos de asfalto. Preferimos una gradación de 0/6 o 0/8 (o 0/11) para esta capa (la gradación 0/8 indica que se usan partículas con un diámetro entre 0 a 8mm). La superficie del asfalto puede ser tratada con una capa de bitumen, la cual luego se mezcla con agregado molido o gravilla (pea gravel). Una capa selladora o de desgaste como ésta aumenta levemente la resistencia experimentada por el ciclista, por lo cual no es recomendada, sobretodo en cicloconexiones de uso intenso. Si se llega a usar una capa de desgaste, hay que recordar que el bitumen se ablanda bajo altas temperaturas y puede adherirse a los neumáticos de la bicicleta. En estas situaciones, pequeñas piedras sueltas también pueden ser problemáticas. Se minimizan estos problemas logrando una correcta aplicación (con material de partículas apropiado y de la correcta gradación, y con una sólida unión entre el bitumen y las partículas, retirando todo el material excedente). Aún así, las partículas pueden desprenderse con el tiempo.

Normalmente, el drenaje no es un problema con un pavimento de asfalto. Es importante, sin embargo, que tenga las fundaciones apropiadas, para que no sucedan pozas o grietas (por ejemplo, donde hay un uso compartido con tráfico pesado; ver también sección 7.1.3).

Hormigón

Tal como el asfalto, el hormigón es de una superficie cerrada (no porosa) y ofrece un alto nivel de uniformidad y comodidad. Es importante, sin embargo, prestarle mucha atención a las uniones, ya sean de contracción, de terminación o de construcción. La resistencia de rodamiento del hormigón es algo mayor que la del asfalto, y en consecuencia, el hormigón es menos favorecido por ciclistas.

En general, las ciclovías de hormigón no causan problemas en términos de la resistencia de arrastre. Se prefiere una terminación de cepillado fino.

En principio, el drenaje no es un problema con el hormigón. Gracias a la durabilidad de este material, la eventualidad de una poza o rupturas son mínimas, así que en este respecto el hormigón es superior al asfalto.

Más allá de lo relativamente adecuado que es el hormigón para la bicicleta, y su durabilidad, otra ventaja de las ciclovías de hormigón es que requieren una mantención muy mínima. En comparación con otros tipos de pavimento, rara vez las raíces de los árboles afectan al hormigón, aunque con el tiempo esto puede ocurrir.

Una desventaja del hormigón es el alto costo de instalación.

Cuadro 29. Características del pavimento (parte 2)

Losas de hormigón (concrete tiles)

Las losas de hormigón se pueden usar en subrasantes con una buena resistencia al peso. Gracias a la gran cantidad de uniones, sin embargo, este tipo de pavimento es menos liso que las de superficie cerrada, y por lo tanto menos cicloamistoso. Las losas usadas en las conexiones para bicicletas son de aproximadamente 6,0 cm de grosor. Una losa menor a 6,0 cm se mueve fácilmente y tiene más probabilidad de fracturas durante trabajos de mantenimiento. Para evitar daños en los bordes y en las uniones longitudinales siempre debieran instalarse soleras. Las losas deben instalarse transversalmente para evitar uniones longitudinales inconvenientes. En términos generales la textura de las losas es buena, asegurando una resistencia suficiente de arrastre.

Con las losas de hormigón, se debe prestar una atención especial para lograr un drenaje apropiado. A falta de un buen drenaje, el agua de lluvia compenetrará entre las uniones, lavará la arena bajo las losas y las soltará. Esto facilita que el agua se meta bajo las losas y como resultado, la calidad del la cicloví se deteriorará rápidamente.

En vez de las losas, también se pueden usar elementos más extensos. Si se usan bloques de hormigón con el ancho de toda la cicloví, habrá menos juntas y uniones, que cuando se usan losas. Mantenciones de cables y cañerías pueden hacerse retirando y remplazando bloques individuales, asegurando una buena unión de transición con los otros bloques.

Paviosos (pavioours)¹⁾

La uniformidad (y, consecuentemente, la comodidad) de los ladrillos recocidos (*clinkers*) y paviosos, es casi la misma que la de las losas, pero recibe una calificación menos favorable de los usuarios. Tal como los bloques de cemento, estos materiales solo debieran usarse en circunstancias excepcionales. Generalmente se ocupan los ladrillos recocidos en calles de tráfico mixto. Cuando una calle forma parte de un sistema de conexión para la bicicleta, el asfalto es el material preferido desde el punto de vista del ciclista.

Normalmente, la resistencia de arrastre de los paviosos es muy buena. Cuando se usan ladrillos recocidos en calles de tráfico mixto, sin embargo, el diseñador debe estar conciente que pueden ser muy resbalosos en condiciones de lluvia o heladas. Este problema no es tan grave cuando se usan paviosos.

También es importante que los paviosos y ladrillos sean instalados 'juntitos', para que las uniones no sean demasiadas anchas. Al igual que con las losas, se debe utilizar soleras para evitar el daño en los extremos y evitar que el pavimento se mueva y las uniones se agranden.

1) NdeT: Es un pavimento continuo, texturado y coloreado, con el fin de imitar a otro tipo de piedra, losa, adoquín, et cetera



7.1.3 Elegir el tipo de pavimento

Aunque en términos relativos a la bicicleta hay una marcada preferencia para usar pavimentación de superficie cerrada o no porosa, también se usan otros tipos de pavimento. Entre los factores que influyen en estas decisiones se incluyen [39]:

- a la calidad espacial y consideraciones relacionadas al tráfico;
- b las dimensiones del pavimento;
- c las fundaciones;
- d los riesgos de daño;
- e los cables y cañerías;
- f el drenaje de aguas lluvias;
- g la apariencia del pavimento;
- h los requisitos en cuanto a los materiales que se pueden usar;
- i los costos.

A continuación, examinaremos los aspectos más relevantes para el diseño.

a Calidad espacial y consideración relacionadas al tráfico

La calidad espacial y consideraciones relacionadas al tráfico pueden motivar la elección del

pavimento. Por ejemplo, en el contexto de la iniciativa para la seguridad sustentable (*Sustainable Safety initiative*), en general preferimos un pavimento modular para las calles de servicio. Sin embargo, si una calle de servicio forma parte de una cicloruta (principal), recomendamos usar una pavimentación de superficie cerrada.

b Las dimensiones del pavimento

A la hora de decidir las dimensiones del pavimento de ciclovías, raramente se ocupa la carga por volumen de ciclistas. Esto significa que – para evitar daños producto de una sobrecarga – se debe considerar la posibilidad de su (mal) uso por tráfico pesado. Muchas veces este tráfico es inevitable (como por ejemplo, camiones de mantenimiento para la nieve, parques, pavimento, áreas verdes). Basado en su resistencia al tráfico pesado, en general preferimos el asfalto o el hormigón, cumpliendo así también con los requisitos para la comodidad de los y las ciclistas a lo largo de la ruta.

c Las fundaciones

Cuando se consideran las fundaciones para cualquier tipo de infraestructura para la bicicleta, se debe pensar en el volumen de tráfico como indicador de la carga a sostener. En general, aconsejamos utilizar fundaciones bajo el pavimento, reduciendo así la posibilidad de que el pavimento ceda y el riesgo de daños en sus bordes. Naturalmente, es esencial que estén bien puestas las fundaciones, lo que significa que deben ser suficientemente anchas. Las fundaciones más anchas que el pavimento ayudan a controlar el daño de los bordes y reducen el riesgo de accidentes, puesto que los ciclistas tienen un margen adicional en caso de maniobras evasivas, o movimientos incorrectos del manubrio.



Donde las subrasantes tienen una capacidad de carga muy limitada, sólo se considera el uso de losas (incluso como fundaciones) cuando se sabe con seguridad que no se tendrá que soportar cargas pesadas. Se puede ir mejorando continuamente los pavimentos de superficie cerrada (asfalto y hormigón), para reforzar la capacidad de carga de la subrasante.

d Los riesgos de daño

Los árboles en particular son un factor de daño. Los tipos de árboles que causan el mayor daño con sus raíces son álamos, sauces, abedules, robinias y pinos albares. Consecuentemente, estos árboles no debieran ser usado a lo largo de ciclovías. Los fresnos y los árboles de lima son los que menos dañan la infraestructura.

Debido a la fina capa de pavimento que generalmente se usa en las ciclovías, son particularmente sensibles al crecimiento de las raíces de los árboles. La humedad condensada bajo el pavimento las atrae y con el paso del tiempo, el pavimento se levanta. Esto produce montículos y grietas, que afectan negativamente la seguridad y la comodidad.

Va más allá del objetivo de este Manual de Diseño explorar este problema en mayor profundidad. Es suficiente decir que la medida más efectiva en este caso es el uso de fundaciones granulares inmediatamente bajo el pavimento (por ejemplo con un grado de 5/40). El uso de rejillas y sistemas anti-raíces han dado resultados variables.

F72 Es un mito que es imposible controlar el crecimiento de las raíces. Una pavimentación de superficie cerrada (asfalto) sobre las raíces de los árboles es una protección efectiva, siempre y cuando tenga una buena fundación en forma de una capa de piedras o ripio de aproximadamente 25 cm de grueso.

e Los cables y las cañerías

En general, no se deben instalar cables y cañerías debajo de ciclovías. En áreas urbanas, éstas debieran ir preferiblemente bajo las vere-

das o senderos peatonales. Fuera de las áreas urbanas, se pueden instalar en las bermas (donde no se hayan plantado árboles o arbustos). Aconsejamos vías y sistemas especializados para cables y cañerías, pero no siempre son posibles.

Casi sin excepción, los instaladores de cables y cañerías prefieren usar un pavimento modular, sin fundaciones, para que la infraestructura del subsuelo pueda ser trabajada de forma rápida, fácil y económica. En principio, esto no les concierne a las autoridades viales. Por otro lado, la autoridad vial es la responsable de la reparación adecuada del pavimento después de los trabajos de excavación y de cualquier deterioro en la superficie que resulte de algún trabajo de excavación. Sin embargo, ambos están al servicio del bien común, por lo que la optimización es alta-

mente deseable. También se debe considerar el bien de los usuarios (incluyendo la comodidad de ciclistas).

En general, la autoridad vial es libre de escoger el tipo de pavimento. Si un instalador de cables y cañerías no desea instalar la infraestructura de subsuelo bajo cierto pavimento, usualmente no podrá usar ningún otro, aunque sí podrá decidir si instalar los cables y cañerías ahí o en otra parte. Los acuerdos y reglamentos correspondientes determinan quien es responsable de los costos correspondientes (o como se comparten). Estos pueden variar considerablemente, por municipalidad o por instalador. En principio, sin embargo, las autoridades viales pueden instalar un pavimento u hormigón sobre cables y cañerías. Se determinan los costos de traslado, si existen, según el caso.



Tema aparte son las cañerías de gas. Desde el punto de vista de la seguridad, no es aconsejable ocupar un pavimento cerrado sobre cañerías de gas (el gas puede acumularse), y en algunas partes incluso se prohíbe. Este requisito de seguridad, por lo tanto, se contradice con el deseo de contar con ciclovías de superficie cerrada. Sin embargo, las excepciones son posibles, en consulta con los instaladores. Por ejemplo, cuando el ancho de la superficie cerrada (como para una ciclovía) es de una medida menor. Los cables y cañerías que no son para el traslado de gas, sin embargo, se pueden instalar bajo el asfalto sin peligro alguno.



No es práctico ni económico abrir superficies cerradas. Por lo tanto, las autoridades viales siempre tendrán que equilibrar el costo de la administración de cables y cañerías por un lado y la comodidad de los ciclistas por el otro.

f El drenaje de aguas lluvia

Los distintos tipos de pavimento tienen diferentes características en cuanto al drenaje de

aguas lluvia. Los pavimentos modulares preferiblemente no debieran ser usados en subrasantes con poca capacidad de carga, debido al alto riesgo de una caída; y, en consecuencia, insuficiente drenaje de aguas lluvias. Un pavimento cerrado, especialmente el hormigón, dura más, y también funciona mejor en cuanto al drenaje de aguas lluvia.

g La apariencia del pavimento

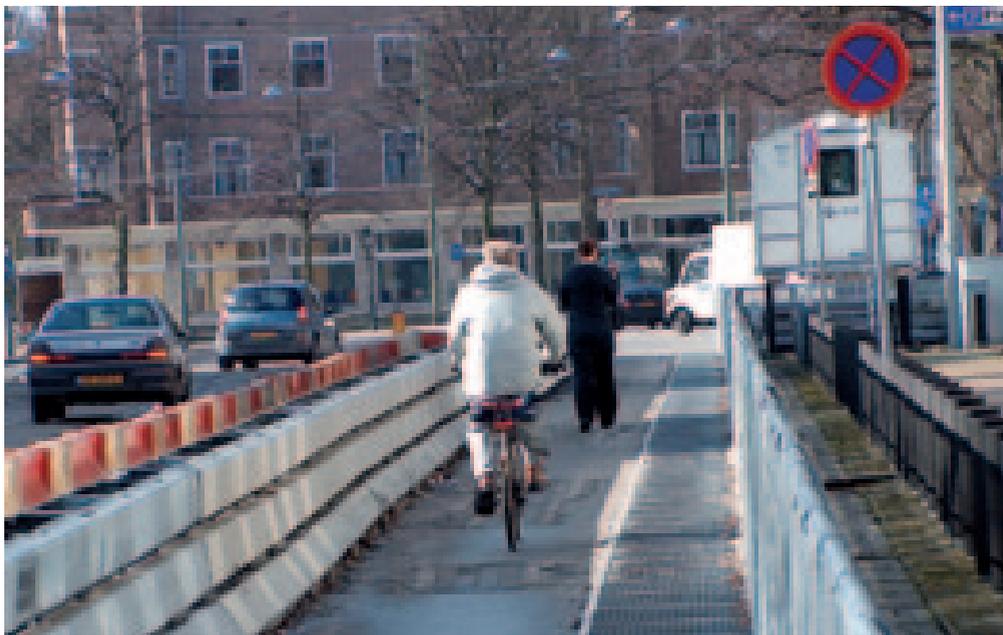
El área donde se sitúa la calle puede imponer requisitos especiales en cuanto al pavimento. En antiguos centros ciudadanos, puede ser más deseable usar ladrillos recocidos, dándole menor prioridad a la comodidad de ciclistas. En este tipo de situación, sin embargo, se debe prestar especial atención a la subrasante, instalando el pavimento lo más apretado posible, particularmente donde pasan las ciclorutas (principales).

h Los requisitos para materiales

Fuera de lo ya indicado, la autoridad vial también impone requisitos en términos de la durabilidad, la administración, y la mantención. Esto puede ser una razón para no usar materiales caros de mantener.

i Los costos

En lo general e injustamente, las comparaciones consideran sólo los costos de inversión. Una comparación de costos acertada, sin embargo, requiere examinar todos los costos del ciclo de vida de la obra, lo cual significa no solo los costos de la construcción, sino también los costos de mantenciones mayores y menores, la administración anual (incluyendo remover hielo, nieve y maleza según sea el caso) y el valor residual o de costos de demolición al final de la vida del planeado servicio.



Cuando se considera los costos de instalación y mantenimiento de los distintos tipos de pavimento para ciclovías, el costo de las soleras juega un importante papel. Un pavimento modular bien instalado (incluyendo soleras) es más caro que la pavimentación en asfalto u hormigón. Cuando no es necesaria una instalación extra de soleras, los paviosos constituyen una opción competitiva.

Cuando solo se consideran los costos de construcción, la pavimentación con asfalto es más económica que la pavimentación con hormigón. Sin embargo, cuando se considera también la mantenimiento, el hormigón es más ventajoso gracias a sus bajos costos de mantenimiento y su larga vida de servicio (se asume que será así). Sin embargo, estas comparaciones de costos dependen de la cantidad de tráfico y de la subrasante, ya que ambos son decisivos en cuanto al grosor, y por ende cantidad, de los varios materiales.

En cuanto a la limpieza de malezas, las superficies cerradas son claramente preferibles a un pavimento modular. No hay una clara diferencia entre éstos, en términos de nieve y hielo. Cuando se rompe el pavimento, se pueden reutilizar algunos elementos nuevamente, a un bajo costo adicional. El pavimento modular, entonces, tiene un buen valor residual. Las superficies cerradas se pueden convertir en granulados, los que se utilizan como un material secundario bruto, de alta calidad. Para el dueño, sin embargo, el valor residual de este tipo de pavimento es casi cero.

Cuando se consideran solo los costos de la instalación, no hay mucha diferencia entre asfalto, hormigón, losas, y paviosos. A veces, el pavimento modular (losas, paviosos) es más económico, otras veces es el asfalto. Depende principalmente si se hace necesario usar soleras. Las losas bien instaladas (incluyendo soleras) son más caras que un pavimento de asfalto

u hormigón. En principio, por lo tanto, las diferencias en los costos de instalación no son necesariamente un obstáculo para ofrecer comodidad a ciclistas (con asfalto u hormigón).

Cuadro de comparación

Claramente hay un gran número de factores diversos que influyen en la decisión del tipo de pavimentación apropiado. Varían considerablemente y por lo tanto es imposible medirlos con los mismos criterios. Para lograr cierta consistencia, sin embargo, el consejo holandés para la bicicleta (*Dutch Bicycle Council*) evaluó el grado de cicloamistad de los diferentes tipos de pavimento [39], resumiendo los distintos factores en un cuadro, y dando evaluaciones relativas (++ , + , 0 , - , --) a los



distintos tipos, para ser distinguidos por factor, y por su grado de influencia (ver cuadro 30). Se puede utilizar este cuadro como una guía inicial para seleccionar el pavimento.



Cuadro 30. Balance de características del pavimento y su relación con el uso de la bicicleta [39]

	Sin fundación				Fundación sin molde				Fundación con molde				
	fe	AS	H	LH	PA	AS	H	LH	PA	AS	H	LH	PA
Capacidad de carga ¹⁾	+	+	--	-	++	++	-	0	++	++	-	0/+	
Comodidad al andar	+	+	-	-	++	+	-	-	++ ⁴⁾	+	-	-	
Acceso a cables y cañerías ¹⁾	-	-	++	++	-	-	+	+	--	--	-	-	
Estética después de reparaciones	0	--	+	+	0	--	+	+	0	--	+	+	
Posibilidad de daños producto de las raíces de árboles ²⁾	--	-	--	--	++	++	0	0	++	++	0	0	
Posibilidad de daños producto de sobrecarga ^{1,2)}	0	--	--	-	++	+	-	-	++	+	-	-	
Posibilidad de daños producto de las fundaciones ^{1,2)}					0	0	0	0	+	+	+	+	
Posibilidades de daños indirectos ^{1,2)}	0	-	--	--	+	0	-	-	+	0	-	-	
Posibilidades de maleza	+ ³⁾	+	--	--	++ ³⁾	++	-	-	++ ³⁾	++	-	-	
Facilidad para mantenimientos menores (arreglos locales, mismo material)	-	--	+	+	--	--	0	0	--	--	0	0	
Facilidad de mantenimientos mayores	++	0	0	0	+	-	-	-	0	--	--	--	
Costos de instalación ^{1,5,6)}	+	-	0	0	0	--	-	-	0	--	-	-	
Costos de administración y mantención	+	+	-	-	+	+	-	-	+	+	-	-	
Costos de demolición menos valor residual de materiales	+	+	++	++	-	-	0	0	--	--	-	-	
Retiro de hielo y nieve	solo pistas con fricción porosa son las menos favorables												
Estética del pavimento	depende fuertemente de la situación local y sus preferencias												

fe = factor de evaluación

AS = asfalto (con y sin tratamiento de la superficie)

H = hormigón

LH = losas de hormigón

PA = pavimentos (ladrillos recocidos o piedra natural)

1) depende del grosor de la capa usada

2) ++ = la más favorable, pocas posibilidades de daños

3) con la excepción de cauces con fricción porosa

4) si se previenen los riesgos de daños respecto a montículos y baches de forma apropiada

5) depende fuertemente de la necesidad de usar soleras

6) ++ = la más favorable y la más económica



7.1.4 Temas estéticos

Aunque tratándose de la comodidad de ciclistas existe una preferencia evidente para las superficies cerradas, una sensibilidad cultural e histórica, el deseo de lograr una mayor armonía con el paisaje o la calidad urbana puede llevar a escoger un pavimento que no sea óptimo (como ladrillos recocidos, adoquines de piedra, piedra natural, lozas barnizadas, o conchas) desde el punto de vista de la seguridad y comodidad de los y las ciclistas.

La uniformidad y resistencia de arrastre de estos materiales puede estar bajo el estándar, haciendo peligrar la seguridad y comodidad. No recomendamos estos materiales, por lo tanto, en las ciclorutas principales. Sólo deberían usarse en áreas específicas y de alto valor, como zonas urbanas protegidas. De todas maneras, en estas situaciones recomendamos buscar alternativas más amistosas para la bicicleta, tales como asfalto con una capa de desgaste de gravilla o de un color apropiado.

Las rutas recreativas

Típicamente, las rutas recreativas pasan por áreas de conservación natural y áreas agrícolas. En estos casos, normalmente es la vulnerabilidad del área la que determina que tipo de pavimento es posible. Teniendo en cuenta la comodidad del ciclista, ocupar un pavimento de superficie cerrada sigue siendo la mejor opción y, dada la posibilidad de daño por las raíces de los árboles, puede ser aún más apropiado que en otras situaciones.



Si no se puede instalar este tipo de superficie en áreas muy vulnerables, se puede ocupar una pavimentación de relleno suelto y permeable o un pavimento menos ancho en las huellas existentes. La pavimentación de relleno suelto, sin embargo, es sensible al co-uso por tráfico motorizado y/o agrícola, requiriendo una mantención continua. Pavimentar las huellas tiene varias ventajas, ya que permite que el área mantenga su carácter rural, que los ciclistas anden por una vía nivelada, y que dure. Una desventaja es el ancho limitado; particularmente en viajes recreativos, cuando los y las ciclistas prefieren viajar uno al lado del otro (vale decir, que esta tendencia es la misma en el caso de huellas no pavimentadas).

7.1.5 El color del pavimento

El color permitir que el diseño comunique algo importante a los usuarios. El rojo es ahora el ‘estándar’ nacional para ciclovías y ciclobandas, aunque no esté basado en ninguna ley. En la práctica, cualquier color es posible. Al usar un solo color (rojo), la infraestructura para la bicicleta se hace más reconocible y más visible. Se cree que esto influye favorablemente en la comodidad (facilidad de uso) y en la seguridad vial. El uso de colores también puede apoyar la continuidad de una cicloruta a través de una ruta de tráfico motorizado.

Vale decir que el uso de color para la seguridad vial no es totalmente obvio, según las estadísticas de accidentes. Estudios hechos durante los 1980s mostraron que las ciclobandas rojas sí mejoraban entre los motoristas el reconocimiento del espacio vial de ciclistas, y que mantuvieron una distancia levemente mayor al pasarlos. Sin embargo, la velocidad del automóvil también aumentaba levemente. De hecho, se encontró mínimo el valor agre-

gado del color. Un estudio más reciente en Dinamarca arrojó otras conclusiones [78]. En Copenhague, se estudiaron los efectos de ciclobandas de diferentes colores en las intersecciones. Se ocuparon cuatro colores, y en su conjunto redujeron en un 36% los accidentes de ciclistas. Las ciclobandas azules tuvieron los mejores resultados.



Desventajas

También existen algunas desventajas en relación al uso de colores. Más allá del aumento en velocidad ya mencionado, un espacio que ha sido canalizado a través de marcas y colores puede también dar la impresión que los espacios no coloreados son de uso exclusivo de los automóviles, lo cual por definición no es cierto.

Los lugares de aplicación

Lo siguiente es recomendado para el uso de pavimento de color (normalmente rojo):

- Se ocupa un color rojo para ciclovías y ciclobandas a lo largo de las calles; este color es menos esencial en casos de ciclovías separadas; no se ocupa el rojo para las bandas sugeridas²⁾.
- Para enfatizar quien tenga la preferencia, se continúa el pavimento rojo de ciclobandas y

2) NdeT: Para una mayor descripción de los tipos de secciones mencionadas en este capítulo, ver el Capítulo 5.

ciclovías a través de las intersecciones. Si los ciclistas no tienen la preferencia, no es apropiado seguir con el color.

- Se puede utilizar el asfalto rojo en todo el ancho del camino si los automóviles tienen un rol subordinado. Este puede ser el caso, por ejemplo, donde solo se permite la carga y descarga en un centro comercial o en una ciclocalle.
- En situaciones donde dos ciclorutas principales se cruzan, se podría utilizar el rojo para la intersección entera (creando una platabanda 'tejida', o *weaving plateau*).

En otras situaciones el uso del asfalto rojo es confuso y, por lo tanto, no es aconsejable.

7.1.6 Transiciones entre pavimentos

La uniformidad del pavimento es muy importante para ciclistas. Por esto, se debe prestar una atención especial a las transiciones entre distintos tipos de pavimento. Éstas incluyen intersecciones, salidas, reductores de velocidad, y lugares donde las conexiones de bicicleta se fusionan con calles de tráfico mixto. Obviamente la unión entre los dos tipos de pavimento debe ser lo más suave posible, con una transición imperceptible (≤ 5 mm). Las transiciones dispares son incómodas y a veces inseguras.



En las intersecciones, es común que el pavimento de la calle principal continúe, mientras que aquel de los caminos secundarios sea interrumpido. Sin embargo, en situaciones donde los ciclistas cruzan con preferencia, la superficie del camino secundario (la cicloruta principal) debe continuar a través de la intersección, como manera de reforzar el régimen de preferencia.

Por sobre todo, las salidas tienden a ser dispares, porque la fundación de la ciclovía no está creada para tráfico pesado. Por esto, es recomendable que las salidas de ciclovías tengan fundaciones adecuadas, y cuando sea necesario, elementos adicionales.

Se debe analizar la transición entre distintos tipos de pavimento, también, cuando hay un sistema de drenaje de canaletas, un separador de pavimento en la ciclobanda, o una vía sugerida. Usualmente, se opta por limitar la diferencia en altura, para mejorar el drenaje mejor o visibilizar más la separación entre calzada y cuneta. Esta diferencia de altura no debiera exceder algunos centímetros para minimizar el riesgo de desliz o caída.

Atención adicional a drenajes

Muy a menudo es un sistema de drenaje el que produce una superficie dispareja: es difícil instalar un pavimento uniforme alrededor del sistema y a veces es la superficie del camino el que se hunde y no la alcantarilla. Para evitar una superficie dispareja, maniobras evasivas y peligrosas, y deslizamientos sobre tapas de alcantarillado, el diseñador debe considerar los siguientes puntos:

- No instalar drenaje en curvas.
- Las alcantarillas no deben quedar en la calzada, la ciclo vía o ciclobanda, sino que en la cuneta, en espacios de estacionamientos de la calle, o en el borde más cercano.
- Otros componentes de los sistemas de drenaje, como la alcantarilla o los pozos de inspección, no deben ubicarse en áreas usadas por ciclistas, o sea, las ciclo vías, ciclobandas, y la pista derecha de la calzada. Si por algún motivo es imposible de evitar, se deben aplicar transiciones entre los diferentes niveles. Se puede reducir la incomodidad, por ejemplo, si usa una tapa de alcantarillado pareja.



7.1.7 Material de señalética

La señalética es una ayuda para el usuario cuya intención es guiar, indicar o clarificar una situación de tráfico. Como tal, la visibilidad y posibilidad de reconocer los diferentes

elementos es esencial. Esto es aún más evidente cuando se trate de la señalética relacionada con la infraestructura cicloamistosa, ya que comunica:

- donde otros usuarios pueden esperar la presencia de ciclistas;
- donde existe protección (visual) para ciclistas y, consecuentemente, el área donde los ciclistas gozan de protección.



La señalética hecha de material termoplástico dura más. Se mantiene visible y resistente al desliz, aún cuando las calles estén mojadas, retiene el color, y no se destruye con el uso. El material termoplástico es más caro de instalar, pero su mantención es más económica. Una desventaja es que es más resbaladizo que la pintura vial y tiene un volumen de varios milímetros, que interrumpe la uniformidad de la superficie. La pintura vial, por lo tanto, se prefiere en las ciclo vías/bandas aisladas, ya que estas tienen menor disposición a deteriorarse con el uso, que en caminos para tráfico mixto.

En el caso de un pavimento modular, se pueden emplear pavimentos blancos como señalética. Tienen buena visibilidad y un costo menor de mantención.

Se ocupan algunos materiales para destacar la división entre la ciclobanda y la calzada y para introducir bolardos en la ciclovía. Algunas posibilidades incluyen una viga de separación, reflectores en la superficie del camino, losas blancas corrugadas, o franjas corrugadas reflectantes. Se puede ocupar una viga de separación en curvas cerradas, para separar una pista de la calzada de una ciclobanda. Sin embargo, en estas situaciones, la ciclobanda debe ser de al menos 2 metros de ancho para prevenir que los ciclistas golpeen la viga y pierdan control de la bicicleta. Golpes de pedales con cunetas y otros obstáculos es una de las causas más importantes de accidentes que involucran solo al ciclista.



Por varias razones, no recomendamos el uso de reflectores en la superficie del camino como una señalética permanente de la cicloinfraestructura. Esto, además, porque los reflectores reaccionan mayormente a la luz emitida por automóviles, y no por las luces provenientes de las bicicletas.

Las losas blancas corrugadas pueden anunciar un bolido en la superficie de una ciclovía de losas. Vale destacar que en las ciclovías los



bolardos producen muchos accidentes. Esto es particularmente cierto cuando son ciclovías de alto tráfico, o cuando los ciclistas tienden a andar en grupos: en estas situaciones, solo los ciclistas más adelante ven a tiempo los bolardos. En ciclovías de asfalto, se pueden ocupar franjas corrugadas reflectantes, para el mismo propósito. Esta consiste en una línea de termoplástico con material corrugado en el lado superior.

7.2 Espacios verdes y bandejones

En general, el propósito de los espacios verdes es reforzar el paisajismo y la calidad residencial de un lugar. En relación a los y las ciclistas, puede cumplir las siguientes funciones adicionales:

- Enriquecer la experiencia ciclista y la calidad residencial;
- Proteger de las molestias del viento;
- Reducir el brillo de la luz proveniente del tráfico en dirección contraria y proveer protección visual del tráfico de autos (cuando una ciclovía va a lo largo de la calzada).

Estos efectos positivos son acompañados también por algunos efectos negativos, específicamente en la esfera de la delincuencia y la seguridad. Sin un diseño cuidadoso, las áreas verdes alrededor de una conexión de bicicleta pueden:

- Impedir la supervisión/visión desde el área o desde el camino;
- Limitar o bloquear la visibilidad del área por parte del ciclista;
- Servir como lugar de escondite para gente malintencionada.

Para cada situación, las distintas ventajas y desventajas dependerán del tipo de uso de la cicloconexión y su ubicación. Las conexiones que se utilizan parcial o completamente para fines utilitarios deben ser seguras en toda circunstancia. Para las conexiones de uso recreativo solamente, crear un ambiente agradable (durante el día) es la mayor prioridad.

Plantas

Una buena vista puede prevenir un sentimiento de encierro y una visibilidad panorámica es lo más deseable. Los arbustos de follajes densos deben mantenerse a una buena distancia (> 3 m) de la cicloconexión. Ya que los arbustos eventualmente crecen hasta una altura de 2 m desde el tallo, se deben plantar los arbustos jóvenes a una distancia de no menos de 5 metros de la cicloconexión. Si no hay espacio, no se deben plantar arbustos, optando en cambio por una vegetación que no impida una buena visibilidad, como árboles o vegetación a ras de la superficie. Recomendamos además escoger plantas cuyas raíces no dañen las ciclovías (ver también sección 5.2.4).

Una supervisión informal desde las casas o desde la calzada principal puede disuadir a potenciales atacantes y dar una mayor seguri-





dad a ciclistas. Por lo mismo, se debe evitar situaciones donde los arbustos oculten a ciclistas de la calzada principal o de las casas cercanas a la ciclovía.

Líneas de visión

Más allá de la seguridad social, la seguridad vial también juega un rol. La vegetación no debe interrumpir las líneas de visión, particularmente en las curvas, las intersecciones y las cruces. No recomendamos arbustos cerca de las intersecciones. Crecen tan rápido que a menudo resulta muy difícil podarlos a tiempo. Son más apropiados los árboles individuales y una vegetación a ras de suelo.

Bermas

Las bermas a lo largo de una ciclovía no deberían ser problemáticas. Por esta razón, se debe mantener un área de al menos 1 metro sin obstáculos. Dentro de este espacio no debe haber ninguna rama o sección de tronco que pueda impedir el tráfico de ciclistas. Se debe podar la vegetación a una distancia de al menos 0.50 m del borde de la pavimentación para mantener el espacio libre. Por supuesto, la vía debe tener un ancho suficiente también.

En cuanto a las bermas en sí, la sección inmediatamente adyacente a la ciclovía debe ser plana y fuerte, particularmente si la ciclovía es

de menos de 2.00 metros de ancho. Una berma reforzada reducirá la posibilidad de un accidente si el ciclista se sale de la ciclovía como resultado de una maniobra evasiva. Esta es una de las razones por las cuales las fundaciones debieran ser más anchas que el pavimento.

7.3 Iluminación

7.3.1 Iluminación según la función

Las principales funciones de la iluminación son las siguientes:

- aumentar la seguridad vial;
- mejorar el flujo vial;
- aumentar la comodidad del ciclista;
- mejorar la seguridad social;
- hacer el área visible.

Ciclorutas (principales)

Se utilizan las ciclorutas (principales) más intensamente en la red de conexiones entre pueblos, distritos, barrios y distritos urbanos. Por esto, requieren del mayor respeto por los requisitos, en términos de seguridad vial y social, y por ende, la iluminación. Recomendamos, por lo tanto, que siempre haya buena iluminación en las ciclorutas principales. Mientras mayor la velocidad de diseño, mayor la distancia que debe ser visible, y aquí la gran importancia de la iluminación.

Redes básicas

El estándar general de iluminación vial suele ser suficiente para una red básica. La función primaria de este tipo de iluminación es la orientación. Tomando en cuenta la seguridad social, se debe prestar especial atención a atajos y caminos fuera de la vista de residentes locales u otro tráfico.

Redes recreativos

Normalmente se realizan los viajes recreativos en bicicleta durante el día, lo cual significa que las pistas exclusivamente recreativas no requieren iluminación. En áreas de conservación de la naturaleza, la iluminación artificial



no es deseable. Puede ocuparse si ciclistas utilitarios también ocupan secciones de la red recreativa. En este caso, sin embargo, se debe minimizar la contaminación visual, usando luces bajas. También se pueden apagar las luces completamente durante la noche.

7.3.2 Las premisas básicas

En las cicloconexiones de redes básicas se ocupa normalmente una iluminación vial estándar. No tenemos requisitos adicionales.

Se puede ocupar faroles para iluminar a las ciclovías segregadas que están a no más de 2 m de la calzada principal, siempre y cuando se ubiquen en las bermas de separación. Cuando sea posible en términos de tecnología luminaria, es factible iluminar a la calzada y la ciclovías ambas con los mismos faroles, preferentemente con dos salidas de luz. Solo se requiere de una iluminación específica cuando la ciclovías se aleje de la calzada principal.

Si una ciclovía está a más de 2 m de distancia de la calzada principal, o si los faroles no están en las bermas de separación, puede que la ciclovía no reciba suficiente luz. En este caso, se requiere una iluminación especial para la ciclovía, particularmente si la berma de separación se ensanchó, o la ciclovía está más alejada de la calzada principal.

Al considerar una iluminación especial para ciclovías, una preocupación es asegurar que no sea confusa para otros usuarios. Donde una ciclovía y una calzada principal siguen diferentes rutas, la iluminación de la ciclovía puede confundir a los usuarios de la calzada principal.

Una ciclovía con un uso considerable (> 1.500 de ciclistas al día) puede requerir iluminación. Donde las ciclovías se ubican a hasta 2 m de la calzada principal, recomendamos que la calzada esté iluminada; si la distancia es mayor a 2 m, recomendamos que la ciclovía tenga su propia iluminación.

Seguridad contra la delincuencia

Para que la iluminación aportara a la seguridad contra la delincuencia, la provincia de Noord-Holland aprovecha varios factores. Existe un estándar que requiere la instalación de iluminación en las ciclovías con un tráfico diario de 1.500 ciclomotores/ciclistas en vías dobles, y 2.000 ciclomotores/ciclistas en aquellas de una sola vía. Se ajusta este estándar general con un factor reductor de entre 0,8 (cuando hay evidencia clara de un grado de seguridad social promedio) y 0,4 (cuando, basado en información objetiva, hay un alto nivel de inseguridad social). En este último caso, se instala la iluminación en ciclovías con un tráfico de solo 600 (doble vía) y hasta 800 (de una vía) de ciclomotores/ciclistas al día [40].

Túneles

Los túneles deben recibir la mayor cantidad de luz solar posible. Hay varias formas de lograr esto, por ejemplo creando dos túneles cortos con una sección abierta en el medio, en vez de uno largo, bajo la calzada superior. También se recomienda el uso de la iluminación para promover la seguridad social. La diferencia entre el nivel de iluminación dentro y fuera del túnel no puede ser excesiva. La sociedad holandesa de tecnología para la iluminación (*Nederlandís Stichting door Verlichtingskunde (NSvV)*) [76] ha desarrollado recomendaciones específicas para túneles.

El área a lo largo de las ciclovías

No se ha estudiado la necesidad de iluminación en las áreas a lo largo de ciclovías. Para la mayoría de los sistemas, cuando las ciclovías estén bien iluminadas, también existe suficiente luz para las áreas aledañas. No obstante, este punto merece especial atención en el caso de luces que se concentran directamente en la ciclovía.

Luminosidad

La visibilidad del trazado de una ciclovía está determinada no tanto por la cantidad de luz que cae en ella, sino por la cantidad que se ve reflejada por la superficie del camino (luminosidad). Su nivel de visibilidad en la oscuridad, por lo tanto, depende mayormente del nivel de brillo de su superficie. Desde el punto de vista de una buena luminosidad, el pavimento de hormigón es preferible.

Intensidad de la iluminación

Desde la perspectiva de la seguridad social, la iluminación vial debe generar suficiente luz para reconocer a gente y objetos ubicados en la calzada o a un costado. Se sabe que los peatones se sienten inseguros al no poder ver la cara de alguien a una distancia de 4 m. No hay cifras similares para ciclistas. El NSvV recomienda una intensidad promedio de luz horizontal (la cantidad promedio de luz que cae sobre la superficie vial) de 7 lux.

En el caso de rutas para las cuales no es factible lograr un buen nivel de seguridad social, se puede optar por seguir las indicaciones menores referidas a la seguridad vial. Dependiendo del brillo proveniente de automóviles, la presencia de motocicletas, y la direccionalidad de los flujos (uni-, bi-direccional o más), el NSvV recomienda un promedio de intensidad de luz horizontal de entre 2 y 5 lux.

Incidentalmente, el promedio de intensidad de luz horizontal no determina la visibilidad de un área, sino la cantidad de luz que la superficie de la calle refleja (luminosidad). La luminosidad depende de varios factores, incluyendo la intensidad de la luz, el color de la luz, y las características reflectantes de la superficie del camino. La iluminación a los lados de las ciclovías debe proveer un buen nivel de reconocimiento de colores (ampolletas HPLN y TLD).

La uniformidad y el color

Por razones de seguridad social, es importante que la luz contenga diferentes colores del espectro de colores, para que las caras puedan ser reconocidas a una distancia mayor. Desde esta perspectiva, la luz blanca es la mejor.

El nivel de luz bajo un farol no debe variar mucho del nivel de luz entre dos faroles. Cuando este sea el caso, habrá una menor visibilidad de la superficie del camino y un mayor cansancio de parte de ciclistas, pues sus ojos tendrán que ajustarse continuamente a los niveles cambiantes de luz. Las diferencias están determinadas por varios factores, incluyendo la altura y la distancia entre los faroles, la calidad de las ampolletas, y el sistema óptico de la ampolleta. En el caso de la distancia estándar, de 30 m, entre faroles, se puede lograr suficiente uniformidad de luz. El NSvV indica que, desde el punto de vista de seguridad social, el nivel más bajo de intensidad de luz en la superficie de un camino debe ser de al menos un 30% del nivel más alto.





Encandilamiento

Cuando los ciclistas se encandilan con las luces del tráfico motorizado (incluyendo motocicletas), la intensidad de luz es relativamente alta. En estos casos, se debe reducir las diferencias de intensidad entre la iluminación vial y la iluminación de los focos de los automóviles, para que los ojos de los ciclistas no tengan que ajustarse tanto. La misma iluminación vial también puede encandilar, así que esto se debe evitar con faroles de altura y de calidad suficientes.

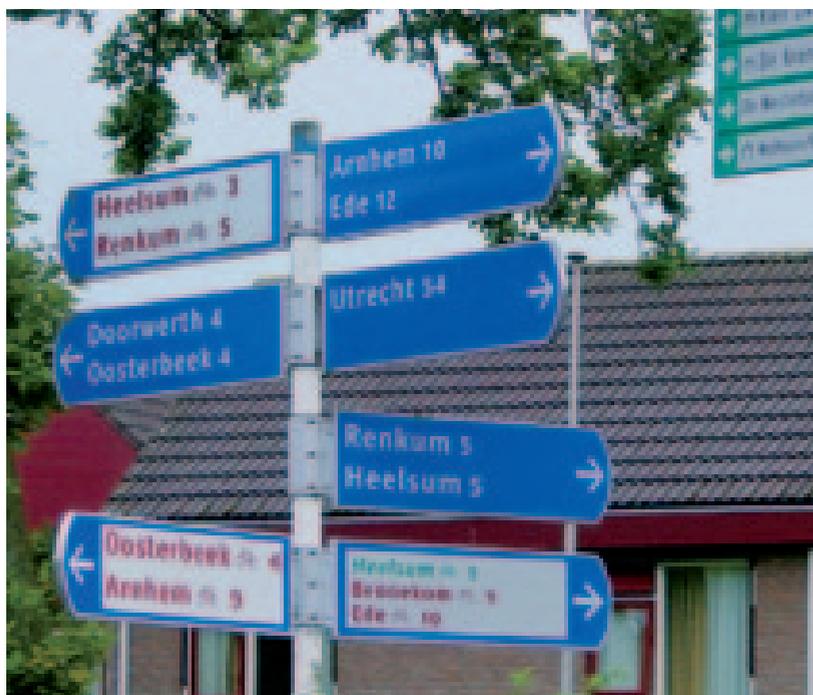
Uso intensivo de las ciclorutas

Cuando la gente anda muy poco por rutas oscuras, no es aconsejable, desde el punto de vista de la eficiencia y consideración ambien-

tal, iluminar intensivamente. Sin embargo, la ausencia de iluminación puede ser la causa de este fenómeno. Por lo tanto, corresponde evaluar no solo el uso actual de la ruta, sino también su uso potencial.

Solo se puede omitir una iluminación intensiva en las siguientes condiciones:

- La cicloconexión se ubica fuera del área urbana y no conecta ningún área residencial a menos de 5 km;
- La cicloconexión no se ubica en una ruta hogar-escuela u hogar-trabajo;
- La cicloconexión no se ubica en una ruta de destinos nocturnos, como centros deportivos o de entretención.



En rutas que cumplan las tres condiciones anteriores, es suficiente una iluminación que indica el rumbo de la cicloconexión (luces de orientación). Este tipo de luz es importante para la seguridad del ciclista. En todo caso, se debe incorporar una iluminación apropiada en las curvas, las intersecciones y los obstáculos a una distancia de 0,50 m del camino o cicloavía. En el caso de una cicloavía segregada, su conexión con el camino principal también es importante: si están iluminados los componentes de la cicloavía, la sección vial correspondiente también debiera estarlo.

Si sólo hay luces de orientación, puede ser importante incorporar marcas en el borde de la vía. Tomando en cuenta el poder limitado de

un foco de bicicleta, sin estas marcas será innecesariamente difícil (y a veces imposible para ciclistas mayores o con problemas de visión) mantener su rumbo en la oscuridad.

7.4 La señalética vertical

La más importante función de los letreros es indicar el destino para aquellos ciclistas que no conocen el camino. Una función secundaria es ayudar a aquellos que lo conocen a entender la coherencia de la ruta dentro de la red.

Holanda tiene un extenso sistema, compuesto por sus conocidos letreros azules. Estos letreros ‘generales’ se dirigen a todo tipo de tráfico, pero particularmente el tráfico motorizado. Desde el punto de vista del

ciclista, esto no es la situación ideal ya que:

- Los letreros generales no siempre indican el camino más corto para ciclistas;
- A veces los letreros están en lugares poco ideales para ciclistas en ciclovías;
- Normalmente falta información específica para ciclistas. Los y las ciclistas necesitan otros letreros pues viajan a velocidades menores y a distancias más cortas.

Letreros para ciclistas

Para resolver las limitaciones mencionadas de los letreros generales en cuanto a usuarios viales en bicicleta, se requiere un sistema adicional de letreros para la bicicleta, relacionado con la red de ciclorutas. Una pregunta esencial para esto es *cuando* es aconsejable este sistema de letreros. Las premisas básicas son simples:

- Fuera de las zonas urbanas, siempre es aconsejable incluir letreros para los usuarios de la bicicleta, que indican las ciudades y centros residenciales. También se debe indicar la infraestructura y los lugares de interés, como áreas recreativas, atracciones turísticas y lugares de camping.

F 73, 74, 75 Dentro de las zonas urbanas, recomendamos usar letreros cuando los distritos en general y los distritos urbanos son unidades espaciales fáciles de reconocer. En estas situaciones, los letreros indican barrios y distritos urbanos, pero también estaciones, facilidades de recreación y deportivas, el centro del pueblo o ciudad, museos, información para turistas y otras facilidades que atraen gran número de ciclistas.



Cuadro 31. Plan paso-a-paso para diseñar un sistema de señalética vertical (signposting)

1 Identificar puntos importantes de partida y destino

Se parte identificando las áreas a ser incluidas en el sistema de señalética vertical. Fuera de las áreas urbanas, estas son todas las ciudades, pueblos y villas relevantes, además de facilidades que atraen a ciclistas como áreas recreativas, atracciones turísticas, y sitios de camping. Dentro de las zonas urbanas, se deben hacer referencia a los barrios, los distritos urbanos o comunas, las estaciones, los centros recreativos y deportivos, el centro de la ciudad, los museos, la información para turistas y otras facilidades que atraen gran número de ciclistas.

2 Letreros en puntos de toma de decisión

Se deben instalar letreros en todos los puntos donde se debe optar entre un camino y otro, para permitir al ciclista seguir su ruta escogida. El sistema debe ser consistente: una vez que se haya señalado un destino, se debe repetir en letreros subsiguientes hasta que el ciclista haya llegado a su destino. Los destinos ya indicados en letreros anteriores deben tener prioridad frente a otros destinos, en los letreros subsiguientes. Se debe ver a las rutas desde la periferia de un área urbana hasta su centro como el tramo final de una ciudad, pueblo o villa. Entonces, los letreros indicando la ruta al 'centro' deben mantenerse hasta llegar a su destino.

3 Donde existan rutas distintas, optar por la más directa

Donde existan distintas rutas desde un punto origen hasta un destino particular, se debe señalar la ruta más directa. Puede haber excepciones donde la ruta más larga es la más atractiva, pero la distancia adicional no puede exceder un 10%, aproximadamente. Si la ruta es más larga por más de un 10%, los letreros deben indicar la ruta más directa, sin importar el menor atractivo. En estos casos, se puede destacar la ruta más atractiva con letras verdes en vez de rojas. A menudo estas rutas son menos directas y menos apropiadas para su uso nocturno. Por razones económicas, a veces se combina las rutas (reduciendo los letreros). Aquí también rige la regla de que la ruta indicada no puede exceder la ruta más directa en más de un 10%.

4 En las ciudades más grandes, también indicar el centro

Todos los letreros deben decir la distancia al destino indicado. Esto se refiere a la distancia entre la periferia del área urbana en cuestión y el centro. A partir de una distancia de 5 km de la periferia, se comienza a indicar siempre la distancia al centro.

5 Numeración de rutas (opcional)

Particularmente en ciudades, donde hay mucho más opciones de ruta que en lugares más pequeños, numerar las rutas puede facilitar mucho su seguimiento. La numeración de rutas puede considerar la instalación de 'letreros recordatorios', entre un punto de decisión y otro, usando letreros más extensos e informativos.

Cuadro 31. Plan paso-a-paso para diseñar un sistema de señalética vertical (signposting) (continúa)

6 Un mapa en la periferia de una zona urbana

Los motoristas ya están acostumbrados a paneles de información y mapas en los bordes de un pueblo, ciudad, o distrito. Es común que los ciclistas tengan que usar estos mismos mapas. Es importante, entonces, que los ciclistas puedan desmontar de forma segura y que el mapa sea visible y accesible desde la ciclovía también.

Se puede incluso ocupar un mapa dedicado solo a ciclistas, particularmente en las entradas más importantes de la ciudad o pueblo. Además del centro y la infraestructura importante, estos mapas también podrían indicar ciclorutas y lugares de interés.

7 Los letreros en las esquinas e intersecciones

Aunque los nombres de las calles no forman parte del sistema de letreros para ciclistas, es vital que se puedan leer claramente en cada esquina e intersección, para poder llegar a su destino lo más rápido posible.

El sistema de letreros

Si se decide incorporar un sistema de letreros, el plan paso-a-paso que ofrece el cuadro 31 puede ser muy útil.

Los letreros deben contener, al menos, la siguiente información:

- el (o los) destino(s) próximo(s) y posiblemente el nombre de un lugar más grande, más allá del destino;
- la distancia correspondiente en kilómetros.

Cerca de las ciudades más grandes, se debe incorporar el destino “centro” a los letreros (y la distancia correspondiente), a partir de 5 km antes de la periferia de la zona urbana.

Ciclorutas recreativas

Hemos desarrollado una red nacional de ciclorutas para el turismo en bicicleta, bajo la responsabilidad de la plataforma nacional holandés para ciclismo (*Dutch National Cycling Platform*). Al modificar letreros, las autoridades viales deben consultar esta instan-

cia. Las rutas que ha definido se identifican con pequeños letreros hexagonales, que indican la dirección para avanzar en forma unidireccional. También hay varias ciclorutas nacionales, identificadas por letreros rectangulares (LF, NC). Estas rutas regionales, y a veces internacionales, funcionan de forma bidireccional.

Una forma especial de usar letreros es lo que llamamos señalética de empalmes (*junction signposting*), en donde las intersecciones de ciclovías son numeradas al nivel regional y en toda dirección. Esto permite a los ciclistas crear su propia ruta recreativa, con la ayuda de un mapa que indica los números relevantes.

7.5 Seguridad contra la delincuencia

La seguridad (o inseguridad, según el contexto) social es determinada por el grado de libertad que tenga la gente para moverse libremente sin sentirse amenazada con violencia en un área particular. Este tema usualmente juega un rol en las ciclorutas situadas en áreas ver-



des, tranquilas o alejadas. La seguridad social se relaciona intrínsecamente con el lugar. Las personas se sienten más seguras en lugares y conexiones donde hay mucha gente y, consecuentemente, mucha supervisión. Los transeúntes pueden intervenir cuando sea necesario. Y se inhibe al potencial amenazador, gracias a la sola presencia de la gente.

Las características del área en cuestión también son importantes, pues se ha descubierto que las personas responden según el nivel de responsabilidad que sientan en una situación determinada. Se ha descubierto que, en un lugar residencial, bien mantenido y a pequeña escala, es más probable que la gente se sienta involucrada en una situación que si ésta ocurriese en un lugar desprotegido, rodeado de edificios en altura. Otro factor, es que mientras mejor las otras personas puedan ver la víctima (potencial), más probabilidades hay de que intervengan.

Por esto mismo, donde sea posible, es mejor que las ciclorutas pasen a través de las áreas donde se organicen actividades sociales, preferentemente también durante la noche. En principio, esto se puede lograr de dos formas: o se ubican las ciclorutas a lo largo de una infraestructura que atraiga a la gente, o se construye la infraestructura cerca de las ciclorutas. En este contexto, lo que atrae no es tanto los grandes edificios, sino que los espacios pequeños, como teléfonos públicos, una oficina de correos, etc. Su presencia puede ser muy útil.

Más importante aún es que las condiciones de visibilidad permitan que se pueda identificar un peligro potencial con anticipación. Esto significa que la visibilidad sea amplia, y que no haya lugares en la cicloruta donde un potencial ofensor podría esconderse (entre arbustos de mucho follaje, por ejemplo).

Desafortunadamente, aun cuando todas las condiciones sean óptimas, no se puede garantizar la seguridad social. Incluso las ciclorutas más usadas de la ciudad pueden verse desiertas y aisladas durante la noche. Alguien con malas intenciones siempre encontrará una forma de aprovechar.

Para el diseñador, los mayores resultados en términos de prevención de delincuencia se logran al nivel de la formación de redes. Al asegurar que las cicloconexiones no recorran áreas abandonadas y claramente inseguras, el requisito más importante puede lograrse: asegurar la supervisión y la seguridad social.

Rutas socialmente inseguras

Si una ruta ya se estableció y existen pocas posibilidades de impactar en el contexto espacial al momento de planificar, las prioridades de diseño se ordenan de otra manera. Las



medidas para disminuir la inseguridad se enfocan entonces en:

- a Optimizar la supervisión informal de los ciclistas, a la vez que el campo de visión de los ciclistas;
- b Desalentar los actos delictuales oportunistas;
- c Ofrecer una ruta alternativa, si no se alcanza un nivel aceptable de seguridad social.

Optimizar la supervisión informal de los ciclistas y su campo de visión

Si las posibilidades existen para mejorar la supervisión de una cicloconexión, éste es el paso más importante que se puede dar. Mientras más gente haya, menos insegura será la situación. También es importante para la gente ver “rutas de escape” anticipadamente. Para mejorar la visibilidad de los y las ciclistas que ocupen una cicloconexión, se puede:

- Trasladar la cicloruta;
- Instalar mayor iluminación;
- Retirar objetos que obstruyan la visión de la gente (incluyendo vegetación).

Algunas de estas medidas también se refieren al campo de visión del ciclista. Por ejemplo, al retirar las plantas de denso follaje de los alrededores de una cicloavía e instalar iluminación, se mejora su visión y su visibilidad, y con esto, su seguridad frente a potenciales actos delictuales.

Desalentar crímenes oportunistas

Una situación particular puede incentivar el actuar de individuos con malas intenciones. Los alrededores de la cicloavía juegan un importante rol en este sentido. Si no hay objetos grandes o un follaje denso, la gente no podrá esconderse. En un área bien iluminada, supervisada por las casas o por el camino, la

gente se animará menos a actuar de formas socialmente reprochables que en áreas de poca iluminación y supervisión. La ‘calidad de los alrededores’ también juega un rol. Un buen diseño y una buena mantención reducen el riesgo de vandalismo y es menos probable de atraer este tipo de comportamiento que en situaciones donde la mantención es mala.



Ofrecer una ruta alternativa si no se alcanza un nivel aceptable de seguridad social

También existen situaciones en las cuales no es posible evitar la delincuencia de forma suficiente. En estos casos, la autoridad vial no tiene otra opción que ofrecer una ruta alternativa. Probablemente será más larga, pero en todo caso los usuarios tendrán una alternativa.

En rutas existentes, la seguridad social puede mejorarse al mantener baja la vegetación, al ofrecer una infraestructura que atraiga a más gente, al instalar una iluminación apropiada y asegurar la buena mantención del área.

No aconsejamos una política de desalentar el uso

Desalentar deliberadamente el uso de conexiones inseguras (retirando instalaciones de iluminación, por ejemplo) no es aconsejable, ya que las rutas que son socialmente inseguras durante la noche pueden ser cómodas y útiles (y menos socialmente inseguras) durante el día y durante horas de alto uso en la noche. Además, la seguridad social no es igual para todos. Algunas categorías de gente no tienen ningún gran riesgo en una cicloconexión socialmente insegura. Para ellos, una organización óptima de la cicloconexión con iluminación apropiada, es realmente importante.

La seguridad social versus otros intereses

Las medidas para promover la seguridad social pueden entrar en conflicto con otros intereses. Algunos ejemplos se dan a continuación:

- Cuando el retiro de los arbustos para mejorar la visibilidad daña el valor paisajístico del área;
- Cuando, por razones de seguridad social, una cicloconexión no atraviesa un parque, sino sigue por una calle ocupada, creando un viaje menos cómodo y más deteriorado;
- Cuando la iluminación de una ciclovía dentro de una zona natural vulnerable puede causar ‘contaminación de luz’ en el área.

Conflictos como estos requieren de una profunda evaluación de las condiciones imperantes. No hay un método general de cómo evaluar, ya que la seguridad social depende de condiciones locales muy específicas.

Prioridad para rutas utilitarias, ocupadas

Una ruta utilizada principalmente para viajes utilitarios es un candidato más apto para mejoras que una conexión recreativa. El uso de la



bicicleta recreativa se da mayormente durante de día. Normalmente existen alternativas para las rutas recreativas y las medidas para promover la seguridad social pueden también reducir el valor paisajístico (y recreativo) de la ruta. La seguridad social exige una atención adicional a las rutas que sirven destinos nocturnos, por ejemplo centros de entretenimiento, centros deportivos, el centro de la ciudad, del distrito, de la comunidad).

7.6 Otras facilidades

7.6.1 Refugios

Los refugios ofrecen protección, particularmente contra la lluvia. Naturalmente, los lugares donde los ciclistas tienen que esperar regularmente son buenos lugares para estas facilidades. Los refugios son aconsejables:

- En cicloconexiones, vías férreas, puentes móviles, esclusas, et cetera;
- En lugares donde los ciclistas están acostumbrados a esperarse los unos a los otros (como grupos pequeños de escolares, por ejemplo);
- En paradas de buses donde los ciclistas pueden subirse al bus (por supuesto, aquí tam-

bién se necesitará una buena infraestructura de estacionamientos, ver capítulo 8);

- En lugares donde no hay ningún otro refugio cerca (conexiones fuera de áreas urbanas). En estas situaciones, los refugios pueden combinarse con los paraderos de buses.

Los refugios deben ser lo suficientemente grandes para resguardar a la persona y su bicicleta. Al momento de construirse se debe asegurar que los ciclistas refugiados tengan la posibilidad de ver el traspasador que se acerca, el puente móvil que se cierra, et cetera. También es necesario que la gente del camino pueda ver lo que está pasando en el refugio, situación importante para prevenir la delincuencia.

7.6.2 Lugares para descansar

Los bancos y mesas de picnic son particularmente aconsejables, sobre todo cuando largos tramos de la cicloruta pasen por áreas verdes que atraen mucho tráfico recreativo en bicicleta. La opción más obvia son los lugares tranquilos, con una vista atractiva. Los lugares cerca de líneas de tren, del camino, o de estacionamiento de autos son mucho menos aconsejables.



7.6.3 Estaciones de servicio

Estaciones de servicio, situadas a lo largo de las ciclorutas, pueden proveer una oportunidad ideal para ofrecer servicios útiles, tales como:

- La venta de productos relacionados a la bicicleta, tales como gomas, juegos de reparación, los cuales también pueden estar disponibles fuera de los horarios de atención normal de la tienda;
- Lugares protegidos e iluminados, donde los ciclistas pueden resguardarse, esperar, y hacer reparaciones menores;
- Servicios para guardar la bicicleta, convirtiendo la estación de servicio en un lugar ideal para tomar transporte público, o compartir un automóvil privado (*bicycle-car pooling*).

Implementar facilidades de esta naturaleza es posible dentro de una coordinación pública-privada entre las autoridades viales y los dueños de las estaciones de servicio para otros vehículos y usuarios.

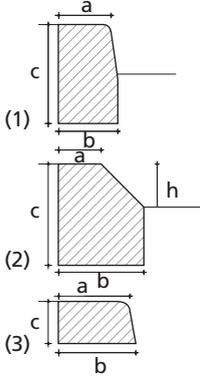
7.6.4 Mobiliario a pequeña escala

Recomendamos instalar teléfonos públicos, basureros, cajeros automáticos, y otros similares a lo largo de las ciclorutas. No solo porque son atractivos para ciclistas (pueden combinar varios viajes), pero también porque atraen gente durante la noche, lo cual mejora la seguridad social.

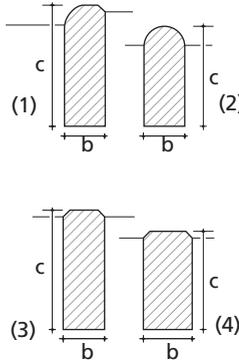
Campanas de reciclaje de botellas deben instalarse a al menos 5 m de distancia de la cicloconexión para evitar pinchazos con el vidrio.

Descripción	Soleras de pavimento para ciclovías
Función	<ul style="list-style-type: none"> • evita movimientos del pavimento modular • protege la ciclovía de las áreas de otros tipos de tráfico
Uso	<ul style="list-style-type: none"> • separación de la ciclovía de la cuneta, calzada, o bermas sin pavimentación • necesarios para ciclovías de pavimento modular • A, B (1) y C en el caso de diferencia de alturas • B (2), (3) y (4) si no hay diferencia de altura • (1) funciona también en el caso de islas centrales en rotondas
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • no usar lado bajo de A (1) en una ciclovía angosta (por el miedo a los obstáculos) • uniones cóncavas y/hacia convexas (B también unión V)
Dimensiones	<p>A:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a x b x c (en cm) • (1) : 13 x 15 x 16/20/25 • (2) : 11 x 22 x 25; 18 x 20 x 16/20 • (3) : 13 x 15 x 10/12/14; 18 x 20 x 10/12/14 • largo funcional 100 cm; h = aproximadamente 11 cm <p>B:</p> <ul style="list-style-type: none"> • b x c (en cm) • (1) : 10 x 20/25/30; 12 x 25 • (2) : 10 x 25 • largo funcional 100 cm • radio de soleras R = 0.50 / 1 / 2 / 4 / 6 / 11 m • (3) y (4) : 5 x 15; 6 x 15/20; 8 x 20; 10 x 20/30; 12 x 25 • largo funcional 110 cm, radio de soleras R = 0.50 a 12 m <p>C:</p> <ul style="list-style-type: none"> • a x b x c (en cm) • (1) : 7 x 20 x 15, largo funcional 100 cm • (2) : 6 x 12 x 10, largo funcional 100 cm
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • soleras de pavimento evita movimientos de pavimentos (en ciclovías de pavimento modular) • A (1) a lo largo de la calzada, previene efectivamente que otros tipos de tráfico entren a la ciclovía, sirviendo además como una reconocible guía • C (1) muy duradera • con A (1), ciclistas pueden golpear la solera con sus pedales y caerse • con A (1), un miedo a obstáculos con respecto a la solera efectivamente resulta en una ciclovía mas angosta.

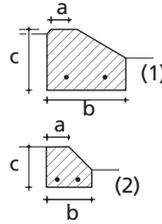
(A) solera: acera-ciclovia o ciclovia-calzada principal



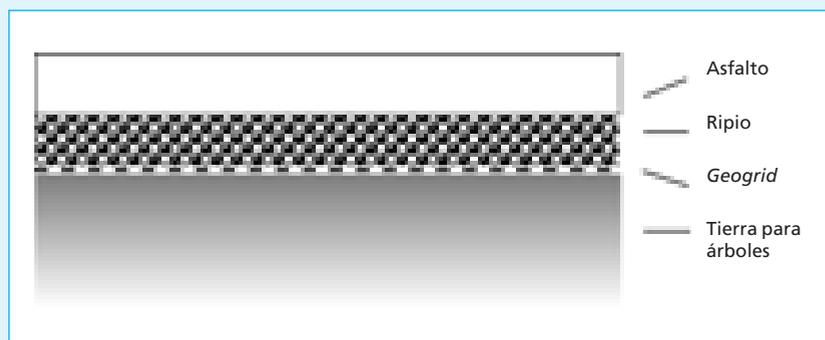
(B) 'solera de pasto': berma sin pavimentación-ciclovia



(C) 'solera de ciclovia': acera-ciclovia



Descripción	Fundaciones para ciclovías resistentes a raíces
Función	<ul style="list-style-type: none"> • evita daños al pavimento producto del crecimiento de las raíces de los árboles
Uso	<ul style="list-style-type: none"> • ciclovías separadas o aisladas con árboles en sus lados, situados a una distancia de 1,5 veces el ancho de la corona • otras ciclovías donde se presupone presión a causa de raíces
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • fundaciones de ripio de 4/40 a 10/70 (partículas menores a 4 o 10 mm, respectivamente, se eliminan) • preferentemente se usa un <i>geogrid</i>³⁾ bajo el ripio, para distribuir mejor la presión • debajo, tierra para árboles (3 ñ 5% de materia orgánica) para promover el crecimiento de raíces • ¡no aplicar nada de tierra entre el ripio y el asfalto!
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • grosor del ripio (<i>rubble</i>) de 0,15 a 0,25 m, según la subrasante y la capacidad de carga requerida • grosor del asfalto de 0,06 a 0,10 m, según la subrasante y la capacidad de carga requerida
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • que no haya crecimiento de raíz gracias a efectos de aireación y drenaje del ripio • levemente más caro que fundaciones tradicionales • una capacidad de carga levemente menor que fundaciones tradicionales (se puede compensar con grosor de materiales) • la capacidad de carga requerida es determinada por el co-uso de camiones y automóviles (para mantención, y retiro de hielos y nieve) • no es siempre posible su uso con pavimento modular



3) NdeT: entablado de material firme y duradero para retener a materiales sueltos como la tierra, la arena, et cetera.

Descripción	Letrero vertical para ciclistas
Función	<ul style="list-style-type: none"> • facilitar la llegada a destino
Uso	<ul style="list-style-type: none"> • si la ruta para ciclistas se desvía de la ruta general indicada • si los ciclistas necesitan información adicional • para ciclorutas que siguen su propia ruta
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • texto y fondo sin retro-reflexión • frente: fondo blanco • frente: texto, borde, cheurón y símbolo rojo para destinos utilitarios, verde para destinos recreativos. • texto: minúscula con mayúscula inicial; texto rojo en romanas; texto verde en itálicas • dos líneas de texto antes del poste indicador • atrás blanco (si no hay no texto)
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • letrero 0,75 x 0,22 m • altura del letrero más bajo > 2,20 m • letras: ver manual de señalética vertical [79]
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • gracias a una buena altura, menos riesgos de daños o graffiti • muy poca inconveniencia para peatones • un símbolo de bicicleta asegura que motoristas no confunda una cicloruta con una ruta para tráfico motorizado • poco espacio para texto
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • máximo de tres brazos por dirección • máximo de cuatro brazos uno sobre otro • máximo de ocho brazos por farol • cuando instalados en un farol: el poste debe ser pintado con una serpentina blanco/azul para aumentar visibilidad • (3) siempre con (2) • (5) no se puede combinar con otros letreros locales • (6) y (7) siempre con (1) o (4); el texto verde también puede añadirse al texto rojo (6 y 7) • con un farol



tipo 1 (rojo sobre blanco)



tipo 2 (rojo sobre blanco)



tipo 3
(rojo sobre blanco)



tipo 4
(rojo sobre blanco)



tipo 5
(rojo sobre blanco)

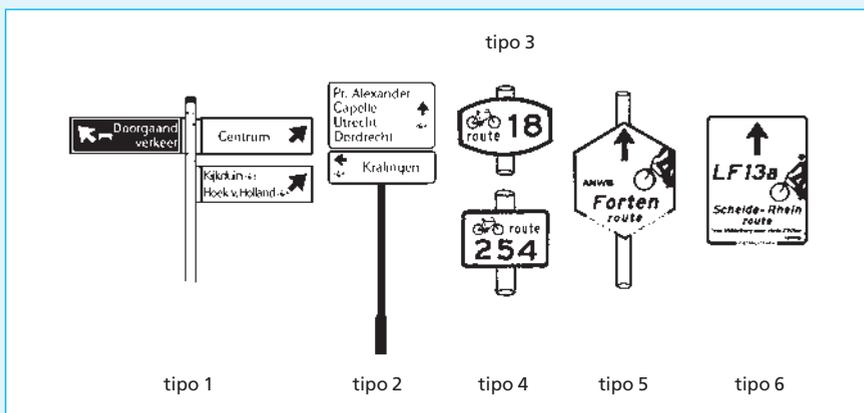


tipo 6 (verde sobre blanco)

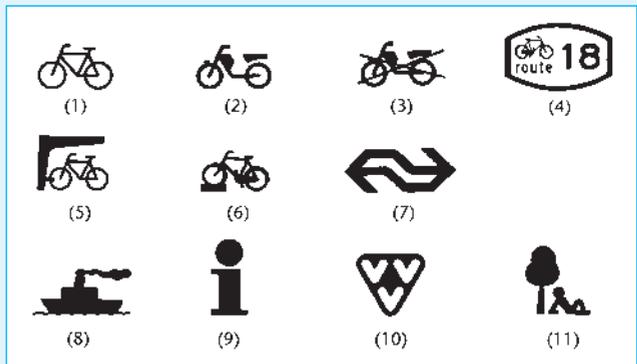


tipo 7 (verde sobre blanco)

Descripción	Ejemplos de señalética vertical para bicicletas
Función	<ul style="list-style-type: none"> • facilitar llegada a destino
Uso	<ul style="list-style-type: none"> • (1) poste indicador, dentro de un sistema adicional, donde la cicloruta se separa de la ruta general señalizada; sin embargo es preferible usar letreros distintos • (2) combinación de letreros uno sobre otro, reemplazará al poste indicador si faltara espacio; también sirve como temprano anuncio a un nuevo destino • (3) y (4) ciclorutas numeradas, en ciclorutas urbanas (3) y ciclorutas nacionales (4) • (5) ruta circular turística; en el caso de una dirección y de circuito cerrado • (6) ruta turística de larga distancia
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • (1) de acuerdo al diseño estándar del manual de señalética vertical [79] • (2) lo mismo que en letrero para ciclistas (Ficha 73); un cuadro con un máximo de cuatro destinos por dirección • (3) y (4) color los mismos que en poste indicadores • (5) y (6) texto verde sobre un fondo blanco
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • de acuerdo al manual de señalética vertical [79]
Consideraciones	<ul style="list-style-type: none"> • (1) alternar entre la señalética de uso general y aquellas específicas al ciclista
Combinaciones posibles	<ul style="list-style-type: none"> • (1), (2), (3) y (4) con un farol • (5) y (6) con cualquier letrero o poste indicador



Descripción	Ejemplos de pictogramas
Función	<ul style="list-style-type: none"> • facilitar llegada a destino
Uso	<ul style="list-style-type: none"> • (1) en la cicloruta; una vez en cada letrero o en cada campo de dirección del letrero • (2) en puntos donde las rutas para ciclistas y ciclomotor se bifurcan, es la señal que indica la ruta de los ciclomotores • (3) en la cicloruta, en combinación con (1) • (4) en cicloruta principal y/o a través de caminos de tráfico motorizado en zona urbana; en combinación con destino, el cual puede cambiar dentro del mismo número de la ruta • (5) se refiere a infraestructura de guarderías de bicicletas • (6) se refiere a zonas de estacionamiento de bicicletas • (7) se refiere a estación • (8) se refiere a trasbordador • (9) se refiere a punto de informaciones • (10) se refiere a oficina de información turística • (11) se refiere a área recreativa
Implementación	<ul style="list-style-type: none"> • todos los símbolos en rojo (la ruta más directa) o verde (ruta recreativa) • (1), (2) y (4): presentes una vez por letrero o campo de dirección • (7), (9) y (10) posiblemente en diferentes colores dependiendo del logo correspondiente • (5) a (11) siempre detrás de destinos interurbanos, locales (distritos, centro) o nominales como objetos (nombre o descripción) y en la misma línea • en rutas numeradas con bermas, (4) aparecerá en los poste indicadores varias veces • (5) a veces con el texto 'guarderías para bicicletas' o 'guarderías para bicicletas con candado'
Dimensiones	<ul style="list-style-type: none"> • no existe un estándar
Combinación de opciones	<ul style="list-style-type: none"> • (3) nunca con (4)





Estacionar la bicicleta

8 Estacionar la bicicleta



8.1 ¿Por qué una política para estacionar las bicicletas?

Los ciclistas no sólo necesitan ciclorutas buenas y seguras, necesitan también instalaciones para estacionar sus bicicletas de manera segura, fácil y ordenada. Este requisito es entendible cuando consideramos el riesgo de robo o daño a la bicicleta. Es, más aún, un requisito relevante para las políticas de movilidad, dado que el miedo a robos lleva a una reducción en el uso de la bicicleta, a pesar de ser un importante medio de transporte.

Sin embargo, al parecer, esta necesidad de contar con buenas instalaciones para estacionar sufre de un descuido que va en aumento, particularmente en las zonas céntricas de la ciudad. Es cada vez más común que las autoridades municipales desarrollan sus propias iniciativas, en base a reglamentos más estrictos respecto a los estacionamientos para las bicicletas. Aunque el objetivo de estas iniciativas es permitir a los ciclistas estacionar sus bicicletas de la manera más segura, fácil y ordenada, es cada vez más difícil hacer esto en el lugar donde quieren hacerlo, o sea, tan cerca como sea posible de su destino.

El robo de bicicletas ha sido el delito más común en los Países Bajos desde ya varias décadas. Cada año, por lo menos 800,000 bicicletas sufren un involuntario cambio de dueño, aunque las cifras fluctúan de acuerdo a la fuente y el año. Anualmente, aproximadamente un 5% de los holandeses mayores de 15 años sufren el robo de su bicicleta. No todos corren el mismo riesgo, sin embargo. El riesgo es mayor en las grandes ciudades que en los pueblos y villorrios más pequeños. Pero esta diferencia va disminuyendo, ya que van aumentando los robos en todas partes.

Claramente, el robo de bicicletas es un problema significativo. Para muchos ciclistas, este riesgo es razón suficiente para dejarla en casa. Encuestas nacionales [41] han mostrado que de las personas que nunca se desplazan en bicicleta hacia el centro de la ciudad, un 31% señala como razón su temor al robo. De acuerdo a una encuesta conducida por la Federación de Ciclistas Holandeses (Febrero 2004), un 32% de los encuestados no compraría una bicicleta nueva por temor a que sea robada.

Del total de bicicletas que son robadas, aproximadamente la mitad desaparecen en las inmediaciones del hogar [42]. La mayoría de los robos ocurren en zonas con pocas instalaciones vigiladas para estacionar. El resto, mientras, ocurre principalmente en estaciones¹⁾, escuelas, centros de compra, lugares de entretenimiento y áreas deportivas.

Términos

En general, los holandeses hablan de ‘estacionar’ su automóvil y ‘guardar’ su bicicleta. Sin embargo, cuando se deja una bicicleta en la calle por un corto tiempo, esto también es conocido como estacionar (la bicicleta), por lo menos entre los profesionales de este rubro. Los proveedores de cicleros, mientras tanto, hablan de cicleros. En este Manual, definimos los términos relevantes de la siguiente manera:

- *Estacionar* (cualquier vehículo) es dejar un vehículo inmóvil por más tiempo de lo que dura abordarlo o bajarse, o durante la carga y descarga
- *Guardar* es dejar una bicicleta o triciclo en un lugar especial para ellos.
- *Estacionar la bicicleta*: Estacionar una bicicleta en general, sea esto en un lugar especial, parada sola, o apoyada en un muro, cerco, poste o árbol.
- *Un estacionamiento de bicicletas* puede ser cualquier tipo de sistema para estacionar bicicletas, una guardería o una combinación de varios.
- *Un ciclero (bicycle parking system)* es una estructura especialmente diseñada para contener una o más bicicletas almacenadas o apoyadas en ella.
- *Una guardería de bicicletas* es un espacio definido y vigilado cuyo objetivo es contener bicicletas.



Desarrollando una política de estacionamientos de bicicletas: El proceso

El proceso de desarrollar una buena política de estacionamientos de bicicletas comprende cinco pasos:

- Paso 1: Se pone el tema del estacionamiento para bicicletas en la agenda
- Paso 2: Se logra apoyo y un compromiso en principio de integrarla en las políticas generales
- Paso 3: Se definen los objetivos de la política.
- Paso 4: Se analizan los problemas y se definen las soluciones.
- Paso 5: Las soluciones se convierten en parte integral de las políticas de desarrollo urbano.

Para el ámbito de este Manual de Diseño, solo los pasos 4 y 5 son relevantes. Para más información sobre los pasos 1, 2 y 3 ver la ‘Guía de Estacionamientos de bicicletas’ (70)²⁾.

Para lograr una buena política para estacionamientos de bicicleta, el análisis (paso 4) es una herramienta muy útil, puesto que se puede aprender mucho de la práctica. Después de todo, la gente anda y estaciona sus bicicletas

1) NdeT: En general en este capítulo, se refiere a estaciones de trenes, y a veces estaciones multimodales de trenes y buses, puesto que estas son puntos de grandes concentraciones de bicicletas estacionadas en Holanda.

2) NdeT: Esto se refiere a una publicación solo en Holandés, de CROW (editor de este Manual). Para material en inglés y español, ver la sección sobre este tema en el sitio web de Ciudad Viva, www.ciudadviva.cl.

por todas partes. En general, se pueden ver claramente los requisitos y los problemas de los ciclistas en la misma calle.

En la sección 8.2, para el propósito de analizar necesidades y posibilidades, se organizan las recomendaciones según los diferentes lugares donde la política de estacionamientos de bicicletas se hace relevante. Después de todo, esto puede responder a ‘funciones aisladas’ (por ejemplo, un estacionamiento deportivo, donde solo importa la necesidad de estacionar las bicicletas), pero también puede implicar ubicaciones donde se entretajan funciones diversas, exigiendo un enfoque más integral en el área como un todo. En este último caso, el análisis es significativamente más complejo. En este sentido, una pauta o instructivo general puede funcionar bien en el primero de estos casos, pero en el segundo, es aconsejable una investigación empírica. Las recomendaciones en la siguiente sección (8.2), entonces, se refieren esencialmente a la capacidad, la localización y los tipos de sistemas para estacionar bicicletas. La sección 8.3 explica algunos criterios para escoger el sistema adecuado.

8.2 Un análisis del número estacionamientos de bicicletas

Podemos clasificar los lugares donde vamos a localizar el estacionamiento para bicicletas de variadas maneras:

- Funciones aisladas versus funciones/zonas interrelacionadas;
- Hogares (puntos de partida) versus empresas/agencias de gobierno (destinos) versus puntos de transferencia (‘destinaciones intermedias’);
- Empleados/residentes versus visitantes;
- Construcciones existentes versus nuevas construcciones.

Si relacionamos estas clasificaciones entre sí, encontramos cinco categorías relevantes para el desarrollo de un análisis de la política de estacionamiento para bicicletas en Holanda:

- 1 Áreas céntricas/alrededores de estaciones en la ciudad
- 2 Áreas residenciales más antiguas
- 3 Nuevas viviendas
- 4 Empresas e instituciones
- 5 Paradas de transporte público.



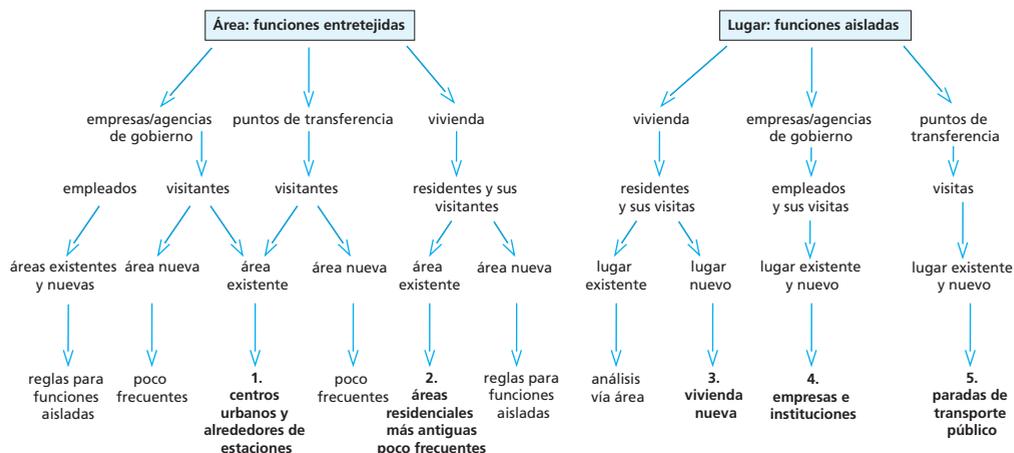


Figura 26. Derivación del análisis de clasificación en tipo de localización

El gráfico 26 muestra esta derivación de las cinco categorías.

Capacidad de monitoreo

La capacidad deseada de estacionamientos de bicicletas no parece ser un hecho estático. Los patrones en el número de bicicletas estacionadas por lugar parecen cambiar regular y sustancialmente. El monitoreo frecuente es, por lo tanto, importante para determinar la capacidad correcta: ¿Cuáles dispositivos están saturados o subutilizados? Tener demasiada capacidad no es deseable, ya que la presencia de muchos cicleros vacíos contamina y ‘ocupa’ excesivamente el espacio de la calle. Tener una capacidad insuficiente tampoco es deseable, porque sin duda las bicicletas quedarán diseminadas en puntos varios, a veces en algunos lugares donde molestan.

8.2.1 Centros urbanos y áreas alrededor de estaciones

Esta subsección ofrece una guía de siete pasos para realizar un análisis de las necesidades en cuanto a estacionamiento de bicicletas alrededor de estaciones y en los centros urbanos.

Paso A: Definir el área de estudio

Definir un área demasiado pequeña puede excluir a algunos destinos y/o bicicletas estacionadas del análisis, a pesar de su relevancia, por ejemplo si uno está pensando en una nueva guardería vigilada. En general, por lo tanto, la regla es que es mejor definir un área muy grande que una que sea demasiado pequeña.



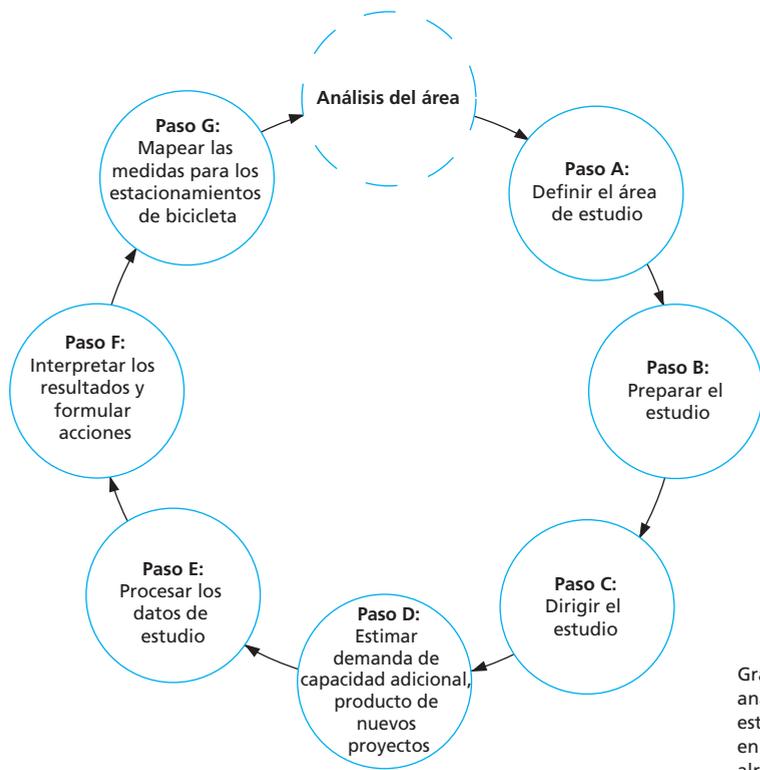


Gráfico 27. Los siete pasos en el análisis de las necesidades de estacionamiento para bicicletas en los centros urbanos y áreas alrededor de estaciones



Paso B: Preparar el estudio

En muchos lugares, los ciclistas quieren estacionar su bicicleta tan cerca de su destino como sea posible. El uso de la bicicleta es, después de todo, muy sensible a las desviacio-

nes y las caminatas. Por esta razón, es aconsejable obtener una imagen tan detallada como sea posible de la demanda actual por estacionamiento en el área de estudio.



Paso C: Dirigir el estudio

El conteo en las calles es fundamental en este paso. No sólo hay que contar las bicicletas estacionadas. También es relevante la capacidad y calidad de los estacionamientos existentes y como están estacionadas las bicicletas: en un ciclero, al lado de este, o completamente separadas de esta facilidad.

El conteo en el área de investigación debe realizarse en un día representativo. En general, las mejores fechas para esto son los meses de abril/mayo/junio y septiembre/octubre³⁾. Es importante que no se estén realizando trabajos en las proximidades y que el tráfico está circulando normalmente, sin desvíos. Finalmente, el día del conteo no debiese haber eventos especiales en el área de estudio.

Se debe contar las bicicletas en el horario más representativo (de mayor tráfico). Para lograr

una imagen confiable, es recomendable repetir el estudio otro día. El horario representativo difiere según el tipo de destino:

- Centro de la ciudad: jueves o sábado alrededor de las 3 pm.
- Estaciones de tren o bus: martes o jueves alrededor de las 11 am.⁴⁾

Paso D: Estimar la demanda para nuevos estacionamientos de bicicletas producto de nuevos proyectos

El estacionamiento para bicicletas en el centro de la ciudad y alrededor de las estaciones refleja el uso de la bicicleta para fines diversos, como ir de compras, complementar viajes en el transporte público, y llegar a destinos sociales-recreacionales. En la práctica, la gran mayoría de estos viajes en bicicleta cubren una distancia de unos 3 km. Si se va a construir un nuevo proyecto inmobiliario a esta distancia del centro o una estación, se debe anticipar una

3) NdeT: Estas fechas representan la primavera y el otoño en el hemisferio norte, cuando el tiempo es más favorable y las actividades escolares y otras están en su punto (abril-junio) o resumiendo (sept-oct).

4) NdeT: Estos horarios varían según la cultura, así que deben aplicarse en otros países y ciudades con los ajustes necesarios para reflejar la cultura local.



creciente demanda por estacionamientos de bicicleta. Si se va a mejorar sustancialmente un centro urbano existente o alguna calle comercial en particular, se debe mirar el

Ejemplo

En un horario representativo, se cuentan las bicicletas estacionadas en el centro de la ciudad (1.000 por ejemplo). Al mismo tiempo, se realiza un inventario de las viviendas ubicadas al interior de un radio de 3 km (5.000 por ejemplo). Luego se puede derivar el número promedio de bicicletas estacionadas por vivienda (en este ejemplo, ocupamos 0,2). Si se construye un nuevo proyecto de 2.000 viviendas en este mismo sector, la capacidad de estacionamiento para bicicletas debe aumentar en $2.000 \times 0,2 = 400$ plazas.

número actual y estimar el número esperado de visitantes (por día) una vez que las obras terminen. Tales pronósticos suelen realizarse para proyectos de gran escala. El aumento esperado (%) en la cantidad total de visitantes es un buen indicador para el aumento que se requerirá en la capacidad de estacionamientos de bicicleta. En general, el crecimiento en el número de visitantes debido al impulso de calidad de un proyecto de revitalización lleva a aumentos correspondientes en los variados medios de transporte usados por los visitantes.

Un cambio en el horario de los trenes y/o la construcción de nuevas paradas o estaciones (suburbanas) puede impactar significativamente el número de pasajeros y, por lo tanto, de ciclistas. Un diagnóstico general de los

cambios anticipados en el número total de pasajeros puede solicitarse de ProRail y/o la compañía local de transporte. Se puede, por lo tanto, tomar la distribución de los modos de transporte y pre -y post- transporte como dada. La porción correspondiente a la bicicleta se incrementará proporcionalmente.

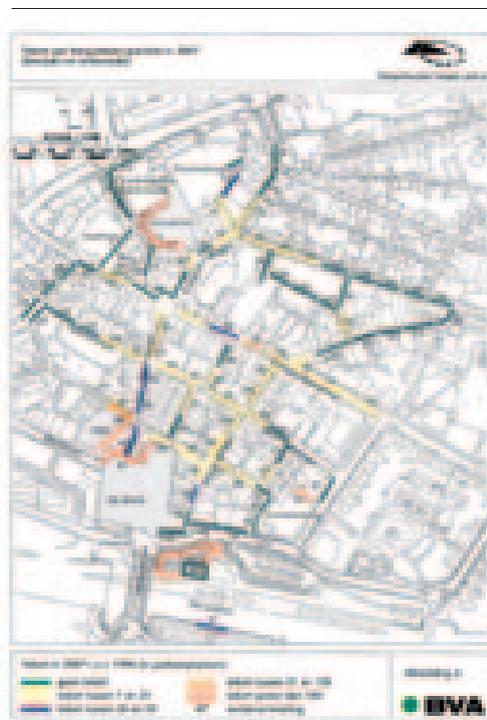
Además de los proyectos nuevos con sus impactos espaciales, hay otros dos factores que pueden influir:

- **Cambios demográficos**
Durante el horizonte de planificación, por ejemplo, de diez años, nuevos proyectos pueden traer cambios sustanciales en el número de residentes de una comuna, incluso sin algún proyecto a gran escala.
- **Política de tráfico de largo alcance**
El establecimiento de límites estrictos para el uso de vehículos motorizados en el centro de la ciudad (por ejemplo, introduciendo estacionamientos pagados o un incremento significativo en la tarifa) pueden aumentar los flujos de bicicletas en algún porcentaje.

Paso E: Procesar los datos del estudio

Normalmente, se presentan los resultados de la investigación en el formato de cuadros y gráficos. Dada la naturaleza espacial del estudio de capacidad, recomendamos que los resultados sean presentados en un mapa. Así, con una simple mirada, será claro si se requiere o no actuar. La información básica para la representación del mapa incluye:

- una anticipación de la demanda futura por sección, con o sin bicicletas abandonadas (en donde la omisión de éstas significa implícitamente optar por operativos periódicos de limpieza);
- la capacidad futura corregida: aquella que actualmente existe y no será eliminada.



Gráfica 28. Mapa de análisis de Hengelo

En general, se considera una tasa de ocupación de entre 50 y 80% satisfactoria. Se considera una tasa de ocupación menor a 50%, aproximadamente, excesiva. Si la tasa es de 80% o más, se consideran a (los complejos de) estacionamientos/guarderías para bicicletas llenos.

Paso F: Interpretar los resultados y formular acciones

Una correcta interpretación de los resultados de los pasos previos revela cuál de las situaciones presentadas en el cuadro 32 están presentes.

Cuadro 32. Análisis de los posibles resultados y las políticas resultantes

Resultado/conclusión	de los resultados del estudio...	... y la política resultante
Estacionamientos de bicicletas son suficientes (y buenos)	Al comparar el futuro número de bicicletas estacionadas y la capacidad de estacionamiento disponible (y de buena calidad) para el lugar, se nota que la oferta y la demanda están equilibradas. Esto significa que en el horario representativo, la tasa de ocupación anticipada se estima en un máximo aproximado de un 80%.	No es necesario elaborar un plan de acción, cuando la situación funciona bien. Sí hay que prestar atención periódica a la gestión/mantenimiento y la gestión de capacidad.
Estacionamiento para bicicletas es suficiente (y bueno), pero está mal ubicado	La tasa promedio de ocupación anticipada para el área de estudio cae en el rango del 80%, pero varía según el lugar, siendo muy alto en algunas partes y muy bajo en otros.	El plan de acción debe enfocarse en un traslado de los estacionamientos existentes, eliminando las que están subutilizadas para reubicarlas en lugares de mayor demanda (donde la tasa de ocupación excede el valor ideal, de un 80%).
Estacionamiento para bicicleta es suficiente (y buenos), pero las guarderías vigiladas/estacionamientos sin supervisión están mal distribuidos.	También en esta situación, la tasa de ocupación anticipada para el área de estudio completa es bueno (aproximadamente 80%), pero los estacionamientos con guardería vigilada tienen demasiada o muy poca capacidad.	Si la guardería vigilada está completa, el plan de acción debe enfocarse en expandirla. Entonces, se debe preguntar si acaso una nueva guardería en otra ubicación atraería más usuarios que una expansión. Si la guardería tiene una sobrecapacidad significativa, se debe investigar la razón.
Insuficientes estacionamientos (buenos) de bicicletas	En esta situación, la tasa de ocupación anticipada para el área completa excede el 80%. Puede reflejar falta de capacidad en muchos lugares o concentrado en unos pocos.	Se deben incorporar estacionamientos (buenos) en los lugares donde se anticipa una escasez, para lograr la tasa de ocupación de 80%.
Demasiados estacionamientos (buenos) de bicicletas	Es concebible que el suministro de buenos estacionamientos de bicicletas en un área de estudio sea mucho mayor que la demanda. Una regla general es que una tasa de ocupación menor al 50% indica un exceso indeseable de capacidad.	Cuando hay sobrecapacidad, el plan de acción debe enfocarse en la eliminación de estacionamientos de bicicletas. Las instalaciones que son de menor calidad deben ser las primeras en eliminarse.

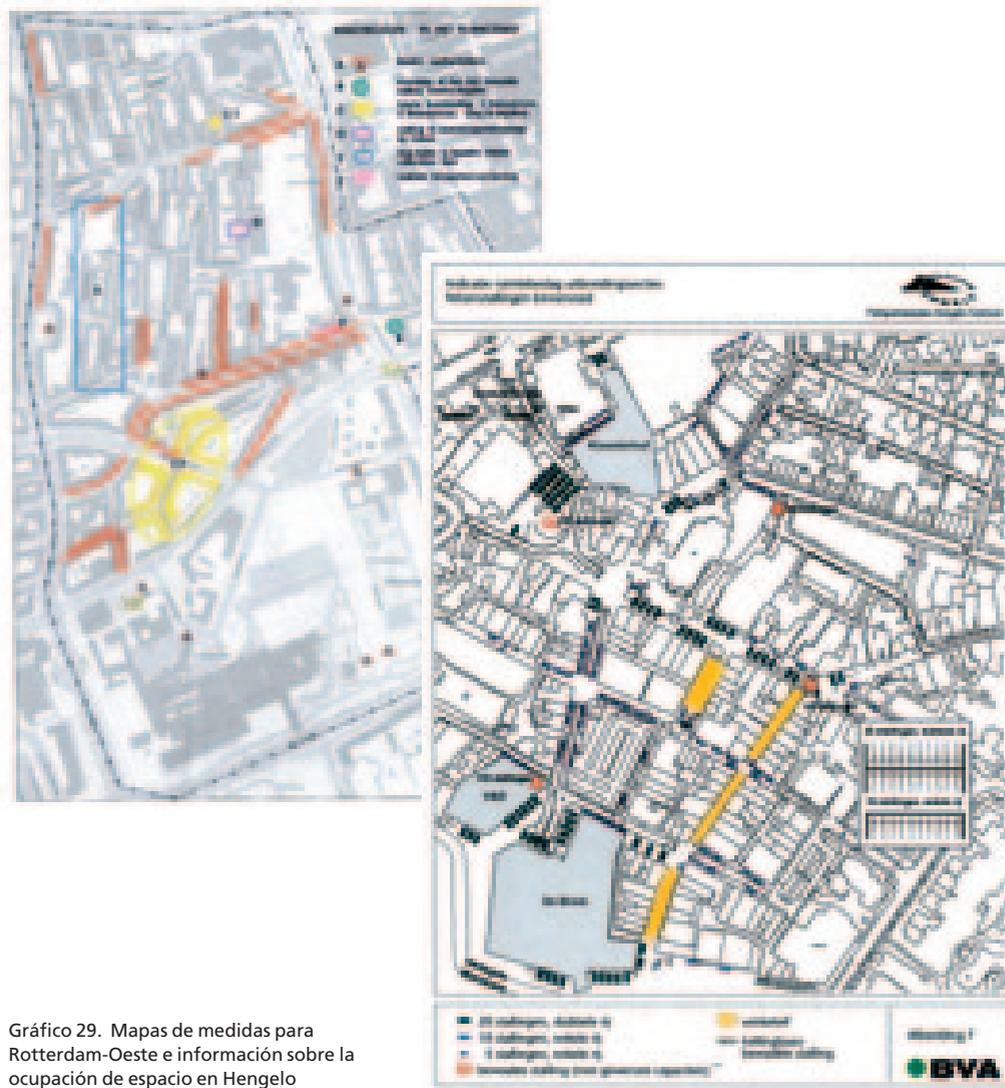


Gráfico 29. Mapas de medidas para Rotterdam-Oeste e información sobre la ocupación de espacio en Hengelo

Paso G: Mapear las medidas para estacionamientos de bicicleta

Tal como hicimos con los resultados del análisis del problema (ver paso E), las soluciones o medidas propuestas pueden ser desplegadas en gráficos claros (ver gráfico 29). Un mapa de

las medidas (con una simbología precisa, dibujado a escala, que muestre las capacidades en las ubicaciones exactas) revela claramente las repercusiones espaciales de los estacionamientos de bicicleta.



8.2.1.1 Una política rectora para estacionamientos de bicicleta en el centro de la ciudad

Los pasos A al F nos proporcionan una imagen del estacionamiento de bicicletas en las zonas céntricas y de estaciones en la ciudad, que podemos utilizar para formular una acertada política impulsada por la demanda. Sin embargo, lo que el dibujo no muestra es si acaso los ciclistas necesitan estacionamientos más seguros, mejores y/o mejor situados. Por otro lado, es posible que la autoridad municipal sólo busque incrementar la ocupación de guarderías vigiladas y así reducir los costos de operación o simplemente quiere reducir el número de estacionamientos aislados o la cantidad de bicicletas ubicadas en algunas calles comerciales (estrechas y ajetreadas).

Requisitos de esta naturaleza forman parte de una política de estacionamiento para bicicletas que más que simplemente responder a la demanda busca estimular o guiarla de alguna manera. Esta exige un análisis mayor que uno

enfocado sólo en la demanda. Sin duda, significa que habrá menos seguridad en cuanto al efecto real final de las medidas a formular. Después de todo, implica medidas respecto de las cuales la reacción de los ciclistas todavía no ha sido completamente determinada. Sin embargo, de todas formas podemos ofrecer algunas pautas.

1 Límites al objetivo de tener más estacionamientos vigilados

Las posibilidades de que una autoridad municipal logre atraer a un mayor número de ciclistas hacia el centro de la ciudad usando instalaciones vigiladas, por sobre el promedio nacional de 18%, depende principalmente de dos factores. El primero es el tamaño de la ciudad. En ciudades de hasta 100.000 habitantes, es difícil exceder este promedio. En segundo lugar, las características específicas de los ciclistas que visitan el centro pueden dificultar superar este promedio. La duración de la visita es especialmente significativa. Los estacionamientos vigilados tienen menos posibilidades si el propósito del viaje es sim-

plemente ‘comprar unas pocas cosas para comer’ ($\leq 0,5$ horas) que si van ‘de compras mayores’ o ‘de paseo’ ($> 1,5$ horas).

2 La guardería vigilada gratuita es efectiva
Ofrecer guarderías vigiladas gratuitas es muy efectivo en cuanto a influir en las opciones de estacionamiento de los ciclistas. Esto se debe, en parte, al precio y en parte a la facilidad de uso: pagar toma tiempo. Si la guardería vigilada es gratuita, el número de personas que se estacionen un tiempo corto aumentará. Este efecto puede reforzarse ubicándola cerca de un ‘imán de bicicletas’ (como una biblioteca, un edificio gubernamental, o un gran centro comercial), el que normalmente atrae a un gran número de ciclistas, incluso para períodos cortos.



La introducción de guarderías vigiladas gratuitas en el centro de Apeldoorn, la que fue bien documentada, muestra que esta ‘simple’ medida puede lograr un efecto inmediato y medible en cuanto a dos objetivos que típicamente informan a la política de estacionamiento: estimular el uso de la bicicleta y reducir el robo [43]. En dos años, el número de

usuarios del depósito vigilado gratuito más que se duplicó. De estos, 25% son ‘nuevos’: nunca habían usado guarderías vigiladas antes. De este 25%, 18% normalmente no iba en bicicleta al centro de la ciudad, prefiriendo viajar en automóvil o bus. Desde la introducción de estas guarderías, el número de usuarios ha continuado creciendo considerablemente; ahora hay cinco guarderías similares, con más de 3.000 espacios para estacionar bicicletas [44].

3 Reglas generales para expandir la capacidad vigilada

Para trasladar una guardería vigilada o construir una nueva (adicional), enfrentamos la necesidad de tomar una serie de decisiones acerca de la localización, capacidad, financiamiento, et cetera, que están relacionadas, al mismo tiempo que aún no hay una imagen clara de su uso futuro. En este caso, estas tres reglas generales pueden ayudar.

- *Regla general 1: Usa la tarifa que se aplica en la guardería ya existente, si es que existe alguna.*

Recomendamos cobrar la misma tarifa de la guardería actual, puesto que no puede ser demasiado alta (de otra forma la demanda no excedería la capacidad). Sin duda, una tarifa diaria de entre € 0,50 a € 1,00 por día no es decisiva para su uso. Con una tarifa cero (o sea, gratis) se puede lograr un uso sustancialmente mayor, así como con una tarifa (más económica) por temporada, para un cierto número de guarderías al interior de la municipalidad. Esto de hecho reduce los ingresos, pero las ventajas parecen ser significativas: en Apeldoorn se notó un incremento inmediato en el uso de la bicicleta y una caída en el robo de las mismas.



- *Regla general 2: Aplica el siguiente criterio para una guardería vigilada en el centro de la ciudad.*
 - Ubícala directamente en los accesos a las ciclorutas;
 - Ubícala adentro de, o justo en el límite con, una zona comercial central;
 - Ubícala preferentemente dentro de un radio de 150 m desde el corazón de la zona comercial (en grandes ciudades esta distancia puede ser algo mayor y en pequeños pueblos debiese ser preferiblemente más corta);
 - Si la guardería debe ser construida en una calle lateral más tranquila, no permitas que la distancia a la zona central con más actividad sea mayor a 30 m;
 - Asegura una buena ‘relación visual’ con la zona comercial central y una ruta buena y atractiva para caminar;

- Si es posible, ubica la guardería cerca de la entrada (máximo 50 m) de un ‘imán de bicicletas’ (el destino más importante para los ciclistas);
- Ubica una nueva guardería a más de 300 m de una instalación ya existente, si es posible; a menos de esta distancia, una nueva guardería sirve mayoritariamente al mismo mercado que la existente.

- *Regla general 3: Anticipa la demanda con una investigación acuciosa, en las horas de mayor afluencia, identificando las características específicas de aquellos que estacionan sus bicicletas dentro del radio de influencia (300 m) de la propuesta ubicación, y las características generales de todos los que ya estacionan en la esfera de influencia inmediata de las guarderías existentes (si es que las hay).*

En la encuesta para este estudio, lo que se busca no es tanto opiniones y expectativas de comportamiento, sino ‘características objetivo’, tales como: la calidad/precio/ antigüedad de la bicicleta, la edad de los ciclistas, la frecuencia de sus visitas al centro en bicicleta, la duración de la visita al centro.

Si ya existe una guardería, se puede determinar, para ésta, qué proporción de los ciclistas usa las instalaciones vigiladas, según sus características. Se puede aplicar estos porcentajes entonces a la nueva situación, también según característica.

Si no existen guarderías y no hay una investigación de mercado para la implementación de una primera guardería vigilada, el pronóstico es menos seguro. En ese caso, el pronóstico puede hacerse comparando los resultados del estudio con los porcentajes promedio en el cuadro 33.

Cuadro 33. Perfiles promedios de usuarios de guarderías vigiladas en zonas céntricas de la ciudad, según característica (%)

Características	Perfil promedio de usuarios de guarderías vigiladas en zonas céntricas (%)	
	sí	no
Bicicleta buena/nueva/cara	18	0
Ciclistas de 40 años o más	21	12
Frecuencia de visita una vez por semana o más	20	12
Duración de visita superior a una hora	20	8

8.2.1.2 Estrategia nacional en las estaciones de tren

Un 30 a 35% de los pasajeros de tren en Holanda viajan a la estación en bicicleta [59]. Esto significa que la bicicleta es el medio más importante de pre-transporte. La capacidad y calidad de los estacionamientos de bicicletas, sin embargo, a menudo son deficientes. Dado que el estacionamiento en las estaciones es un asunto de ProRail y no es responsabilidad de la autoridad de tránsito local o regional, este Manual de diseño sólo se refiere someramente al estacionamiento de bicicletas en las estaciones.

En las estaciones de trenes, el estacionamiento de bicicletas debe cumplir con ciertas condiciones, que resumimos a continuación:

- Deben existir instalaciones suficientes para que los pasajeros regulares y ocasionales puedan dejar sus bicicletas en estacionamientos vigilados o no vigilados.
- La distancia que se camina para llegar a la entrada de la estación no debe ser mayor a 200 metros, para una guardería vigilada, y a 50 metros, para un estacionamiento de bicicletas no vigilado.

- Hay requisitos adicionales relativos a la distancia entre dos cicleros (un mínimo de 0.375 m), seguridad social, prevención de vandalismo y robo, et cetera.

8.2.2 Áreas residenciales antiguas

Las zonas residenciales existentes tienden a estar libres de problemas de estacionamiento para bicicletas, salvo en los antiguos distritos de departamentos. Resolver esta carencia requiere de un análisis amplio de toda el área, ya que una solución para cada vivienda individual no es posible.



Primero debe determinarse cuáles barrios o sectores merecen un estudio. Para esto son relevantes tres criterios (en parte sobrepuestos):

- un distrito o barrio (antiguo) que tiene muchos departamentos o viviendas sin su propio lugar para guardar la bicicleta;
- un distrito o barrio donde hay un problema estético y/o espacial, por el estacionamiento de bicicletas en espacios públicos;
- un distrito o barrio con una tasa de robos de bicicletas muy superior al promedio.

Se deben recolectar tres tipos de datos para este análisis:

- datos acerca de la porción de viviendas que tienen guarderías en su interior;
- datos precisos (de la policía) acerca de la cantidad de robos de bicicleta y el número de robos en depósitos/casilleros por zona;



- datos acerca del número de bicicletas que se estacionan en el espacio público durante la noche, y el número que se guardan en el hogar durante la noche (por lo tanto no en un casillero o depósito, sino en el vestíbulo, la escalera o incluso en la sala de estar).

En base a un análisis de estos datos, el equipo responsable puede llegar a las conclusiones principales y las orientaciones de política del cuadro 34.



Cuadro 34. Conclusiones principales y orientaciones de política

Resultado/conclusión...	... y la orientación de política que surge de éste
Muchas viviendas tienen un lugar donde guardar la bicicleta, y en la noche hay pocas bicicletas estacionadas en la calle o en las casas; hay, a lo más, un nivel promedio de robo de bicicletas en la zona residencial.	En principio, no es necesario actuar.
Pocas viviendas tienen donde guardar las bicicletas y el nivel de robo de éstas está por sobre el promedio.	Desarrollar guarderías y/o casilleros colectivos en el vecindario es el mejor remedio para el robo de bicicletas. El hecho de que un gran número de bicicletas se estacionan afuera y/o en el hogar durante la noche responde al patrón (mucho robo/pocas bicicletas bien guardadas). Si este no es el caso, formular alguna acción sigue siendo necesaria, pero también es importante averiguar qué está sucediendo: ¿Los ocupantes tienen menos bicicletas que el promedio? Y si es así ¿Por qué?
Muchas viviendas tienen un lugar para guardar la bicicleta, pero el nivel de robo de éstas sigue por sobre el promedio.	Es probable que la calidad de los lugares para guardar sea deficiente, facilitando su robo desde el depósito, mientras se roban también las bicicletas estacionadas afuera. Algo debe hacerse, en conjunto con los dueños y la policía (función asesora).
Aunque hay pocos lugares donde guardar y/o muchas bicicletas se estacionan afuera durante la noche, el robo de éstas es menor.	Incluso si el riesgo de robo no es tan alto, es indeseable una situación en que las personas no puedan guardar sus bicicletas 'normalmente' en un depósito. Este es también un caso que amerita el desarrollo de guarderías vecinales y/o casilleros colectivos.

Se pueden ubicar los puntos óptimos para guarderías zonales, al comparar las ubicaciones disponibles con los lugares de mayor concentración de edificaciones (más habitantes/150 m) y robo de bicicletas.

Generalmente, las soluciones de estacionamientos de bicicletas en zonas residenciales antiguas implican la construcción de guarderías vecinales y/o la instalación de casilleros colectivos. En la práctica, ha resultado difícil crear ambos tipos de estacionamientos rápidamente [53].

Para las guarderías vecinales, se necesita una respuesta rápida cuando aparecen establecimientos apropiados en el mercado de bienes

raíces, pero esto a menudo es problemático para la autoridad municipal. Además, los costos de una guardería vecinal no siempre pueden estimarse de manera precisa. También el proceso puede demorarse, por ejemplo, por la decisión de un comité de estética en edificaciones o por la necesidad de que sea a prueba de ruidos.

No todos los funcionarios públicos y ciudadanos aceptan los casilleros colectivos, por sobre todo si se considera la razón entre la inversión y el número de usuarios desproporcionada. A veces, la gente se opone por razones estéticas o por malas experiencias con el vandalismo. Además, un casillero para bicicleta ocupa la calle, lo que puede reducir el espacio disponi-



ble para los automóviles (despertando resistencia). Requiere, también, permisos de planificación, cuya tramitación puede tomar tiempo.

8.2.3 Áreas residenciales nuevas

Hasta 2003 aproximadamente, se garantizaba por ley que las nuevas viviendas contarán con un espacio suficiente para guardar bicicletas en depósitos privados. La Ordenanza de Construcción (artículo 2.50, párrafo 2) especificaba que toda vivienda debía tener un depósito cerrado, cuya área de superficie fuera equivalente al menos al 6,5% de la superficie utilizable de la casa, sujeto a un mínimo de 3,5 m². El ancho mínimo era 1,5 m y la altura 2,1 m. De acuerdo a estas normas, una vivienda de 100 m² debía tener un depósito de, por ejemplo, 2,50 x 2,60 m (= 6,5 m²). Asumiendo la ocupación promedio de viviendas, cada ocupante, en ese caso, podría guardar una bicicleta en el depósito.

Desde 2003, sin embargo, la Ordenanza de Construcción no ha incluido estipulación alguna acerca de depósitos privados en las viviendas. Esto es lamentable, dado que, ciertamente en grandes ciudades, el temor al robo de bicicletas – particularmente desde áreas residenciales adyacentes – inhibe fuertemente

la posesión de bicicletas y por ende el uso de estas [45]. Incluso en la situación anterior, el estándar legal era bastante bajo, lo cual era razón para fijar el área del depósito recomendado en un 10% del área de suelo de la vivienda. El Decreto de Construcciones no puede, sin embargo, ser revocado por regulaciones municipales (de construcción).



Actualmente, una autoridad municipal sólo puede fijar requisitos para guardar bicicletas cuando esté directamente involucrado en el desarrollo de nuevos proyectos inmobiliarios y llegue a acuerdos privados con los respectivos grupos de mercado. En otros casos, no existe una obligación legal, dejándole a la voluntad del dueño del proyecto considerar la importancia de buenas guarderías. Si este último no estuviese dispuesto a proveer buenos depósitos, la autoridad municipal tendrá que crear depósitos colectivos vecinales en el espacio público (ver sección 8.3).

8.2.4 Empresas e instituciones

Al analizar la situación del estacionamiento para bicicletas y desarrollar políticas para empresas e instituciones, se distingue, en pri-

mer lugar, entre situaciones existentes y nuevas, y luego entre empleados y visitantes, para cada situación.

Situaciones existentes

En las situaciones existentes, puede haber varias razones para revisar el estado del estacionamiento para bicicletas de una empresa: molestias por bicicletas estacionadas en el espacio público, quejas de empleados o visitantes por robo, modificaciones previstas, u otras situaciones. El análisis de la situación actual es muy simple.

• *Empleados*

Cuenta cuántos empleados llegan en bicicleta en un día normal de trabajo, con buen tiempo para andar en bicicleta, y luego añade un margen de 20% para crecimiento y horas peak.



• *Visitantes*

En horas peak y con buen tiempo para andar en bicicleta, cuenta cuántas bicicletas de visitantes están estacionadas y luego añade un margen de 20% para crecimiento. Un estacionamiento de bicicletas no vigilado será suficiente para visitantes. Sin embargo, se requiere una ubicación cercana a la entrada (máximo 50 metros).

Nuevas situaciones

Con respecto a la construcción de nuevas dependencias asociadas a las actividades de empresas, la Ordenanza de Construcción sirve como punto de partida para estacionamientos de bicicleta, tanto para empleados como visitantes. La Ordenanza de Construcción 2003 (sección 4.11, Espacio para guardar bicicletas, edificio nuevo, artículo 4.62) establece los siguientes estándares:

- 1 Una estructura que se va a construir debe contar con un depósito para guardar bicicletas.
- 2 En el caso de existir una norma, según el Cuadro 4.62, se deben aplicar los requisitos establecidos para tal uso funcional.
- 3 Esto no aplica en el caso de un uso funcional para el cual no haya un reglamento especificado en el cuadro 4.62.

El Memorando Explicativo que acompaña al artículo 4.62 señala que: “El espacio para guardar bicicletas puede implementarse para un uso funcional diverso, y consistir en un edificio, con otros usos adicionales, o como un sitio vacío, el cual, tal como un cobertizo para automóviles, puede o no tener techo. Un sitio vacío, incluso a la intemperie, puede ser designado como espacio para guardar bicicletas”.

Cuadro 35. Clasificación según nivel de ocupación

Clasificación según nivel de ocupación		Valor estándar (% del área de superficie total de suelo de un edificio)	Pero para ciertas funciones del edificio, como mínimo en cualquier caso
Área de superficie usable de un edificio	Área de superficie de suelo residencial		
B1	< 2 m ² pp	< 1,3 m ² pp	12,5%
B2	2 - 5 m ² pp	1,3 - 3,3 m ² pp	5%
B3	5 - 12 m ² pp	3,3 - 8 m ² pp	3%
B4	12 - 30 m ² pp	8 - 20 m ² pp	0,8%
B5	> 30 m ² pp	> 20 m ² pp	0,3%

Pp Por persona

Fuente: Cuadro 4.62, Ordenanza de Construcción

Este estándar reconoce diferencias según una serie de clases, que van desde la B1 a la B5. Esta diferenciación toma dos formas. En un primer lugar, la Ordenanza de Construcción simplemente le asigna una clase a cierto tipo de edificio. En segundo lugar, existe una fórmula de cálculo que no está directamente vinculado a las funciones de la construcción (ver cuadro 35, superficie de área mínima = 2 m²).

- *Empleados*

Las normas de la Ordenanza de Construcción parecen útiles para determinar el espacio necesario para los empleados. En este caso, no es necesario que estén a una distancia mínima de la entrada de la empresa: es más importante que estén protegidos. Las pequeñas empresas pueden responder bien con un estacionamiento para bicicletas no vigilado, pero sí muy visible. Sin embargo, las empresas más grandes ciertamente necesitan guarderías que se puedan cerrar con llave.



- *Visitantes*

Las normas de la Ordenanza de Construcción también apuntan a asegurar espacio suficiente para guardar las bicicletas de las personas que visitan a las empresas. Sin embargo, dudamos de la efectividad de sus



provisiones en este sentido, puesto que:

- Un estacionamiento de bicicletas para empleados debe, en principio, estar protegido. A las visitas no se les permitirá usarlo. Por lo tanto, se necesita una separación entre los estacionamientos para los empleados y para los visitantes.
- El número de visitantes puede variar enormemente, incluso para un mismo tipo de edificio: un mismo tipo de edificio de oficinas puede recibir desde cero hasta cientos de visitantes cada día, dependiendo de sus inquilinos. Las normas de la Ordenanza de Construcción están, por lo tanto, insuficientemente diferenciados para los visitantes.

Las normas de la Ordenanza de Construcción son demasiado bajas para cubrir tanto a los empleados como a (un gran número de) visitantes. Por lo tanto, recomendamos estándares de capacidad mayor para fijar el número de estacionamientos de bicicletas para visitantes, según una consulta bien realizada y, si es posible, a través de acuerdos formales. Evidentemente, las autoridades municipales a menudo necesitan pautas para determinar la capacidad de los estacionamientos de bicicleta en ‘esta-

blecimientos que atraen visitantes’. El Cuadro 32 presenta pautas para la cantidad de espacios en un estacionamiento de bicicletas; estas *sólo* se relacionan con:

- Visitantes (no empleados; las normas de la Ordenanza de Construcción son suficientes para ellos);
- Nuevos edificios (un ‘conteo’ es adecuado para situaciones existentes);
- Infraestructura (que no sea vivienda);
- Funciones aisladas (de lo contrario los resultados del análisis del área son suficientes).

Además de definir la ‘capacidad suficiente’, es igualmente importante crear buenas instalaciones y disponerlas en las ubicaciones correctas. Para las ya mencionadas instalaciones aisladas, se debe partir con la definición de una distancia máxima para la caminata, de no más de 50 metros para las facilidades más grandes.

Hemos intentado incluir todo tipo de funciones relevantes para la ejecución de la política. Sin embargo, no hemos incluido especificaciones para las funciones asociadas a una recomendación de capacidad deseada menor a 10 espacios de estacionamiento para bicicletas.

Cuadro 36. Pautas para determinar la capacidad de los estacionamientos de bicicleta de visitantes en instalaciones aisladas

Tipo de infraestructura		Unidad	Recomen- dación	Explicación <i>seleccionar un límite menor para:</i>
Centro comercial	centro comercial principal	100 m ² superficie bruta	5 - 10	
	centro comercial de un distrito grande	100 m ² superficie bruta	5 - 7	ubicación periférica y tiendas destinadas para compras al por mayor
	centro comercial local	100 m ² superficie bruta	6 - 8	
Oficina	sin recepción de mesón	100 m ² superficie bruta	1 - 3	ubicación periférica y fuerte competencia del transporte público
	con recepción de mesón	por mesón	2 - 4	
Institución educativa	guardería infantil	10 niños	1 - 3	función ampliada 'extrarregional'
	escuela primaria	100 alumnos	30 - 40	
	educación secundaria	100 alumnos	60 - 70	función ampliada regional y fuerte competencia del transporte público
	educación superior	100 estudiantes	40 - 60	fuerte competencia del transporte público
Complejo deportivo	polideportivo	capacidad 100 para visitantes	35 - 45	ubicación periférica
	campo deportivo con tribuna	capacidad 100 para visitantes	20 - 30	
	campo deportivo sin tribuna	cancha competitiva	20 - 30	
	piscina	100 m ² área de superficie del agua	15 - 20	
lugares de entretenimiento	teatro	capacidad 100 para visitantes en salón más amplio	20 - 25	función ampliada regional y fuerte competencia del transporte público
	sala de conciertos	capacidad 100 para visitantes en salón más amplio	25-35	
	cine	capacidad 100 para visitantes en salón más amplio	25-30	
	discoteca urbana	capacidad 100 para visitantes en día de mayor afluencia de público	25-35	fuerte competencia del transporte público y ubicación periférica
	discoteca no urbana	capacidad 100 para visitantes en día de mayor afluencia de público	5-15	

Cuadro 36. Pautas para determinar la capacidad de los estacionamientos de bicicleta de visitantes en instalaciones aisladas (conitúa)

Tipo de infraestructura		Unidad	Recomendación	Explicación <i>seleccionar un límite menor para:</i>
instituciones de salud	hospital urbano	100 camas	20-40	fuerte competencia del transporte público y
	hospital regional	100 camas	15-30	ubicación periférica
	enfermería	100 camas	5-15	
recreación	zona recreativa	100 visitantes en día de mayor afluencia de público	20-40	ubicación periférica
	parque de diversiones	100 visitantes en día de mayor afluencia de público	15-30	fuerte competencia del transporte público
institución social/cultural	iglesia, mezquita	10 devotos	5-15	fuerte competencia del transporte público
	museo	100 visitantes en día de mayor afluencia de público	1-3	
puntos de transferencia	estación de trenes	depende del lugar		
	transporte regional de uso regular	parada	3	ver sección 4.3
	transporte regional favorable	parada	10-30	



8.2.5 Paradas de transporte público

Los puntos de parada de buses, tranvías y metro no son destinos finales, sino ‘meramente’ puntos de transferencia. Por lo general no son ‘áreas’, en oposición a las zonas de estación, sino lugares fácilmente identificables y de un tamaño limitado.

Visto a nivel nacional, 14% de los pasajeros de bus usan la bicicleta como pre-transporte. Este porcentaje es significativamente mayor en algunas rutas. Hay incluso paradas de bus donde casi un 70% de los pasajeros llegan en bicicleta.

Situaciones existentes

El análisis de situaciones existentes es también simple para las paradas de transporte



público: empieza con un ‘conteo’. Se puede utilizar el número de bicicletas estacionadas en la parada, a eso de las 11 am., un día de semana, cuando las condiciones climáticas son buenas, como base para determinar la capacidad. Este número debe incrementarse en un 10 a 20%, para que la capacidad no resulte insuficiente, a la brevedad. Cuando el número de bicicletas es pequeño (menor a 50), un aumento del 10% sería demasiado poco, así que se debe aumentar en un número absoluto de entre cinco y diez bicicletas.



En la práctica, las paradas donde ya hay una gran cantidad de bicicletas estacionadas (25 o más) son particularmente propensas a mostrar un incremento en el uso de bicicleta y bus. Por esto, se debe aplicar la tasa máxima de aumento (20%).

Nuevas situaciones

Es difícil predecir la demanda para estacionamientos de bicicleta en paradas nuevas, así que es importante un monitoreo efectivo, así como un enfoque flexible: por sobre todo, asegurar suficientes posibilidades de expansión.

Para nuevas paradas del transporte intraurbana e interregional, existen la siguiente pauta:

- Generalmente, no se requieren estacionamiento para bicicletas en las paradas para *recorridos dentro de la ciudad*, puesto que una buena red de paradas ya limita la distancia caminada a un nivel razonable.
- Generalmente, se requieren estacionamientos de bicicletas en las paradas de *rutas regionales*. Como se está constantemente extendiendo las rutas de buses, es muy común que una zona residencial cuenta con una sola parada, típicamente en el límite del área urbanizada. Por esto, las distancias entre las viviendas y las paradas suelen ser demasiado larga para caminar, llevando a los pasajeros de bus a acercarse en bicicleta. El número de lugares que requieren instalaciones depende en gran medida del número de pasajeros y de la situación local. La solución más práctica es aplicar un estándar de tres espacios para bicicletas, y reservar suficiente espacio para una expansión. Luego de uno o dos meses, se debe hacer un conteo en la parada, que mostrará si hay suficientes espacios. En estas paradas, es particularmente importante que los estacionamientos de bicicletas sean seguros contra el robo y otros problemas afines.

En las rutas regionales hay dos casos que requieren estacionamientos más amplios, típicamente para unos 25 ciclistas. Estos son:

- Paradas en rutas largas y expresas, que no incluyen recorridos de buses más lentos, que paren frecuentemente. En realidad, se trata de rutas de bus que compensan la ausencia de una conexión ferroviaria (considera la Interliners aquí). En este caso, es muy frecuente que una alta porción (30 a 40%) de los pasajeros llegan en bicicleta a las rutas

que cuenten con una velocidad promedio de viaje de por lo menos 40 km/h y una distancia mayor a 25 kilómetros [46].

- Paradas en rutas expresas que están más allá de una distancia caminable desde un centro residencial, y donde ninguna otra ruta cruza el centro. El uso de la bicicleta fue el mayor (¡más de 60%!) en Noord-Brabant en las paradas donde el bus simplemente no hace paradas en el pueblo mismo [47].

En las paradas de transporte regional, generalmente se crean estacionamientos de bicicleta sin supervisión. En cualquier caso, estos deben contar con buenos dispositivos para un candado o más. En cuanto al nivel de servicio, es aconsejable que los cicleros cuenten con techo. Las instalaciones deben ubicarse lo más cerca posible de la parada, y a una distancia máxima de 30 metros.



8.3 Cicleros y guarderías para bicicletas

Los cicleros son estructuras fabricadas para fijar una bicicleta a ellas, apoyada en ella, o en su interior. Las guarderías para bicicletas son espacios protegidos, vigilados o no, donde se deja la bicicleta estacionada, normalmente en algún tipo de ciclero.

8.3.1 Cicleteros

Hay muchos tipos básicos de cicleteros, que, a su vez, vienen en todo tipo de modelos.

Dependiendo del sistema de apoyo (la manera en que la bicicleta estacionada logra su mayor estabilidad), se puede hacer la siguiente clasificación:

- Cicletero de rejilla para la rueda delantera, horquilla delantera, marco o manubrio;
- Cicletero que suspende el manubrio o una rueda;
- Cicletero donde se apoya el marco.

Los sistemas de rejilla en los cuales debe colocarse la rueda delantera siguen siendo los más comúnmente usados en los Países Bajos. A los ciclistas no les gustan, sin embargo, dado que tienden a ser bastante inestables. Estas rejillas también implican un mayor riesgo de daño, particularmente para la rueda que está fijada en él.



Hay dos tipos de instalaciones anti-robto en los cicleteros: sistemas de fijación y sistemas de bloqueo con cerrojo. Con los sistemas de fijación los ciclistas tienen que atar la bicicleta usando su propia cadena, cable o candado con forma de U. El efecto preventivo del sistema, por lo tanto, depende parcialmente de la calidad del candado propio del usuario. El mejor sistema de bloqueo con cerrojo consiste en una barra de cierre (*locking pole*), que se encierre alrededor del marco. También hay sistemas que fijan una rueda o el manubrio, normalmente con una cadena. Algunos sistemas tienen un candado integrado, otros requieren usuarios que provean su propio candado. Cada sistema requiere una cantidad diferente de espacio. En general, puede decirse que mientras más amplio el rango de opciones de fijación, más espacio requiere el sistema. Por favor ver la sección 3.2 para cualquier indicación sobre el espacio necesario para bicicletas estacionadas.

Cualidad funcional (Fietsparkeur)

A menudo, la calidad de los cicleteros más antiguos deja bastante que desear: son incómodos de usar, la bicicleta se daña fácilmente y hay una falta de instalaciones confiables para prevenir el robo. Por esta razón, a fines de 1998 se desarrollaron estándares de calidad para cicleteros, que están incluidos en el sello de calidad *Fietsparkeur* [48]. Los iniciadores – la Asociación de Ciclistas Holandeses y la Fipavo (Asociación Holandesa de Productores



y Proveedores de Instalaciones para Estacionamiento de Bicicletas) – establecieron la Fundación Fietsparkeur para gestionar el estándar. El sello *Fietsparkeur* se otorga

cuando un ciclero cumpla los estándares, según la fundación, al ser consultada por los productores y proveedores. Los cicleros que llevan el sello *Fietsparkeur* son reconocidos porque llevan el logo asociado a este proceso. Recomendamos usar estos sistemas o, por lo menos, sistemas no certificados que de igual forma cumplan con los requisitos funcionales del estándar *Fietsparkeur*.

Tomando en cuenta los variados tipos de bicicletas, el *Fietsparkeur* establece los siguientes requisitos:

- 1 Ciclero de dos niveles (*high-low systems*), una distancia mínima de centro a centro de 0,375 m, 0,65 m para sistemas en un mismo nivel⁵⁾;
- 2 Facilidad para asegurar la bicicleta;
- 3 Riesgo de lesión para el usuario o un transeúnte;
- 4 Riesgo de daño a la bicicleta;

- 5 Resistencia al robo/calidad antirrobo;
- 6 Resistencia al vandalismo;
- 7 Durabilidad.

8.3.2 Guarderías

Las guarderías para bicicletas consisten en casilleros individuales (muy conocidos en estaciones de tren), casilleros para varias bicicletas (como el *bicycle drum*, o contenedor redondo de bicicletas) y guarderías monitoreadas por personal y/o cámaras.

Casilleros individuales para bicicleta

Se utilizan los casilleros individuales en situaciones que requieran una protección contra el robo, pero donde la demanda es demasiado baja para crear una guardería vigilada. Se puede conseguir la información relevante sobre productos específicos directamente de los diferentes productores y proveedores. El costo de un casillero individual generalmente varía entre los € 500 y € 1.000 euros.

Casilleros colectivos para bicicleta

Un casillero colectivo para bicicletas puede almacenar una cierta cantidad de bicicletas. Cada usuario tiene una llave. La ventaja más

5) NdeT: Este sistema es común en Holanda, particularmente en los alrededores de estaciones de trenes y de transferencia nodal, donde se juntan miles de bicicletas, y consiste en un ciclero largo, de dos niveles, capaz de contener el doble de bicicletas que un ciclero simple. Se utilizan diferentes mecanismos que permitan bajar y subir las bicicletas del segundo piso. Normalmente no es un sistema de colgado de bicicleta, ya que esto constituye una barrera para muchos usuarios y también es inapropiado para bicicletas con algún tipo de equipo de carga.

importante de los casilleros colectivos es que requieren mucho menos espacio que los casilleros individuales para una misma cantidad de bicicletas.



Guarderías vigiladas

Las guarderías vigiladas valen la pena cuando se cumplan las siguientes tres condiciones:

- 1 El destino en cuestión atrae a una gran cantidad de ciclistas.
- 2 Una proporción considerable de ciclistas visita dicho destino por un período más o menos largo (más de 45 minutos por visita), dado que quienes estacionan por un período largo son los que más tienden a buscar una guardería vigilada.
- 3 El riesgo de robo (fuera de la guardería) es relativamente alto.

De hecho, casi todo centro urbano y área alrededor de una estación cumplirá con estas tres condiciones.

Las guarderías vigiladas pueden clasificarse como sigue:

- *Guarderías vigiladas al interior de un edificio*

Se puede ubicar una guardería vigilada al interior de un edificio existente, que previamente haya tenido una función diferente o en una instalación construida especialmente para guardar bicicletas. En el segundo caso, existe un amplio rango de estructuras que van desde algo prefabricado hasta una construcción especial con un diseño atractivo.

- *Guarderías vigiladas en el espacio público*

Es ventajoso colocar una guardería vigilada en un espacio público, puesto que maximiza los beneficios de la inversión, es altamente visible, y fácilmente accesible para los usuarios. Las bicicletas pueden estacionarse al aire libre o bajo techo. Los/las encargados deben contar con una sala de espera que no se llueve y que pueda ser calefaccionada.

- *Guardería móvil*

Esto es una guardería vigilada móvil. Se enreja o de alguna manera se encierra una zona que ya cuenta con un área con cicleros o se crea un lugar, con cicleros temporales. Este sistema es útil para un evento específico y también el día de la semana en que hay una feria o mercado, por ejemplo.

Una buena ubicación de una guardería vigilada debe estar cerca de las ciclorutas y los destinos atractivos para los/las usuarios de la bicicleta, y minimizando la distancia que se debe caminar, una vez estacionada la bicicleta. Tres aspectos a considerar, en cuanto a la demanda actual y potencial:

- *Familiaridad*

Es esencial ubicar la guardería en un lugar conocido, una plaza central por ejemplo, o cerca de (o dentro de) un edificio impor-

tante. De esta manera, los ciclistas verán la guardería, y tenderán a estacionar ahí, sin requerir mayor esfuerzo.

- *Accesibilidad: a nivel del suelo o subterránea*
Es preferible ofrecer este servicio a nivel del suelo. Los aspectos técnicos de una guardería subterránea requieren bastante cuidado. Enfrentar las diferencias de altura (pendientes entre pisos por ejemplo) puede significar un desafío difícil para los adultos mayores y las personas con bicicletas que tiene asientos para niños o bolsas de compra pesadas. En este caso, es preferible una rampa que una escalera con canaletas para bicicleta.
- *Seguridad social⁶⁾*
La seguridad social en los alrededores de cualquier guardería es muy importante. Siempre hay que considerar cuál será la ruta para los caminantes entre ésta y su destino final.

Guarderías sin personal

En muchas guarderías (en barrios, empresas y con vigilancia) el uso de la tecnología moderna aporta a la seguridad. El monitoreo con cámaras y sistemas de acceso electrónico son ejemplos de cómo la tecnología moderna puede complementar o incluso mejorar el sistema 'normal' de seguridad, reemplazando un candado mecánico con uno electrónico, por ejemplo, sin mayor problema.

Es diferente, sin embargo, cuando se reemplaza al personal de seguridad en una guardería vigilada con un sistema electrónico. El personal en las guarderías vigiladas maneja la seguridad mediante el control de acceso. Crear un control de acceso que ofrezca suficiente seguridad sin personal, y al mismo tiempo mantener la guardería vigilada realmente pública y por lo tanto accesible a todos los clientes, no es sencillo.



6) NdeT: Con este término, los holandeses se refieren a la seguridad contra robos, delincuencia y problemas similares, diferenciándolos de problemas de seguridad de tránsito.



Evaluación y gestión

9 Evaluación y gestión

Más que para el resto de los modos de transporte, las facilidades para bicicletas requieren no solamente un buen diseño, sino también eficacia en la gestión y la mantención. Los ciclistas, después de todo, son más “sensibles” que los otros usuarios de las vías al pavimento irregular, la arena, el vidrio o la basura en la superficie de las calles.

Este capítulo examina los siguientes temas:

- Pruebas y evaluación;
- Inspección del pavimento;
- Medidas de carácter temporal;
- Medidas para mejorar la tracción;
- Gestión y mantención de estacionamientos para bicicletas.

9.1 Como probar y evaluar las conexiones para bicicletas

La calidad de una conexión para bicicletas es la suma total de la calidad de todas las facilidades (superficie de las vías y cruces) y su

continuidad. La calidad (agregada) se puede determinar por medio de la experimentación o la evaluación. Las pruebas pueden realizarse por muchas razones. Indicadores que pueden llevar a una evaluación incluyen las quejas de residentes acerca de una ruta o por situaciones puntuales que hayan ocurrido en ellas. Se puede evaluar una red ciclística durante la elaboración o actualización de una red de ciclorutas, particularmente durante la fase de análisis de los cuellos de botella. Evaluar también puede ser útil cuando se esté estableciendo las prioridades para un programa de mantención. Existe una diferencia significativa entre las pruebas y el establecimiento de prioridades. Las pruebas implican evaluar criterios que inmediatamente revelan algo acerca de la calidad de las facilidades para bicicletas, o más específicamente en relación con la infraestructura, y generalmente expresan el grado de cumplimiento con los cinco principales requisitos. En cambio, para establecer prioridades, otros criterios también juegan un rol, tales





como los medios financieros, los dilemas políticos, los procedimientos actuales en el ámbito de aplicación de los planes de zonificación y la cantidad de participantes de tráfico que se beneficiarán de las mejoras (efectividad).

Las facilidades para la bicicleta pueden ser evaluadas en tres niveles:

- A nivel de la red como un todo;
- A nivel de las conexiones o rutas individuales;
- A nivel de facilidades o infraestructura (superficies de las calzadas, intersecciones, transiciones, infraestructuras para el estacionamiento de bicicletas).

Las conexiones también se pueden evaluar en relación a un solo aspecto, como el tratamiento de la bicicleta en los cruces. O se puede evaluar un único requisito principal, procedimiento que se conoce como ‘ensayo temático’ (*thematic testing*).

9.1.1 Evaluación de una red

La evaluación de una red consta de cinco pasos diferentes (aunque la práctica tiende a ser menos sistemática). El primer paso con-

siste en definir el propósito y el objetivo de las pruebas. El segundo paso consiste en determinar distintos métodos de prueba. El tercer paso se refiere a la implementación. Los resultados son procesados en el cuarto paso. El quinto y último paso consiste en asignarle un puntaje en cuanto a la calidad de las ciclofacilidades (o conexiones) y ponderar los distintos criterios; así se llega a una conclusión final sobre las instalaciones o conexiones que han sido evaluadas.

Valores de referencia

Los resultados de las mediciones sólo tienen sentido si se comparan con los estándares o los valores de referencia. A veces se cuenta con normas claras, pero no siempre. Este Manual de Diseño proporciona una base para establecer las normas, pero al final es la autoridad a cargo de la gestión de las vías quien debe definir su propia política y estándares. Si es necesario, se puede recurrir a un punto de referencia (*benchmark*). En este sentido, el Balance de la Bicicleta (*Bicycle Balance sheet*), desarrollado por la Federación de Ciclistas Holandeses, permite comparar la situación propia con valores que se han establecido como normas. Este ofrece una buena referencia en términos de una infraestructura cicloinclusiva [50].

Existen varios métodos de prueba. En particular, se pueden evaluar los aspectos específicos regularmente, ocupando diferentes técnicas. En esta sección, se examina específicamente el método de la Federación de Ciclistas Holandeses, el Balance de la Bicicleta, que considera el entorno de la bicicleta en todos los ámbitos. Posteriormente, en otra sección, presentaremos algunas pruebas para varias situaciones específicas y los cuellos de botella.



Balace de la Bicicleta

Como un instrumento de referencia fundamental (*benchmark*), el Balance de la Bicicleta entrega una buena visión panorámica de como los diversos elementos que influyen en el entorno ciclista pueden ser probados y evaluados. El Balance de la Bicicleta evalúa cuatro elementos esenciales [50]:

- Se catastra la política escrita mediante una encuesta completada por un oficial de tránsito de la autoridad municipal.
- Se mide la satisfacción de los y las ciclistas a través de una encuesta pública.
- Se analizan las cifras oficiales de la oficina nacional de estadística (*Statistics Netherlands*), que muestran el uso y seguridad de la bicicleta.
- Finalmente, se realiza una medición práctica, que persigue establecer objetivamente las experiencias cotidianas de los y las ciclistas en la calle; es este componente de referencia la que proporciona las herramientas claves para la evaluación.

Para cada municipalidad, se selecciona una muestra aleatoria de 12 a 16 ciclorutas (no necesariamente ciclovías con infraestructura

especializada). Los investigadores recorren todas, con una bicicleta especial de medición. El mismo trayecto se realiza en auto con el fin de medir el tiempo de viaje en relación con el automóvil.

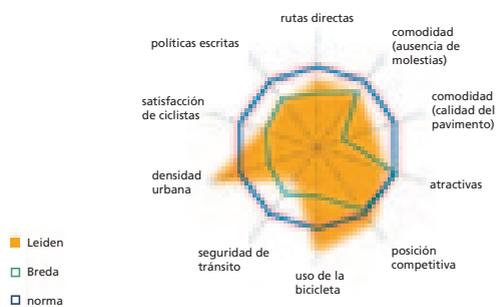


Gráfico 30: El puntaje en el Balance de la Bicicleta de Leiden, comparado con el de Breda

Los puntajes se registran para diez cualidades (ver el cuadro 37). Estas son: lo directo de la ruta, su comodidad (ausencia de molestias y calidad de la superficie de la vía), su atractivo, su competitividad, el uso de la bicicleta, la

seguridad de tránsito, la densidad urbana, la satisfacción de los ciclistas, y las políticas escritas. Se comparan los puntajes (el color naranja en el gráfico) con la norma y con los puntajes de una ciudad o ciudades de aproxi-

madamente el mismo tamaño (línea verde en la figura 30). Una presentación bien organizada de los resultados pone de manifiesto rápidamente cuales de los aspectos cumplen con la norma y cuáles no.

Cuadro 37. Balance de la Bicicleta, Criterios de evaluación

Aspecto	Descripción
Rutas directas	El requisito "rutas directas" se expresa en el tiempo que necesita un/a ciclista para llegar a su destino. Una red cicloinclusiva tiene muchas ciclorutas, cortas y rápidas. Se evalúa esta calidad según los siguientes sub-aspectos: <ul style="list-style-type: none"> • Factor de desviación (distancia al pedalear /distancia en línea recta) • Retraso (número de segundos de espera por kilómetro) • Velocidad media (kilómetros por hora)
Comodidad (ausencia de molestias)	En este punto se miden seis sub-aspectos que pueden afectar, en mayor o menor grado, la comodidad (ausencia de molestias) al andar en bicicleta: <ul style="list-style-type: none"> • La frecuencia de detención (numero de paradas por kilómetro) • El pedaleo lento (el tiempo en que la velocidad baja a menos de 10 km/h) • Las molestias ocasionadas por el trafico (pedalear en fila debido a vehículos motorizados, peatones u otro ciclista) • Las infra-molestias (andar en fila debido a infraestructuras estrechas, postes o señales) • Sin derecho de paso (número de veces sin derecho de paso por kilómetro) • Doblar (numero de veces que se dobla por kilómetro)
Comodidad (calidad del pavimento)	Con el fin de determinar la comodidad (suavidad) de la superficie de la vía, se usa un medidor de vibraciones o vibrómetro para medir la aceleración vertical, a la cual se somete una bicicleta.
Atractivo	Como los ciclistas están en contacto directo con su entorno, valoran un entorno atractivo. Sin embargo, lo atractivo es un valor bastante subjetivo y difícil de medir. El <i>Balance de la Bicicleta</i> ha seleccionado el ruido como un indicador de atractivo. El ruido es relativamente fácil de medir. Sin embargo, algunos ciclistas encuentran atractivo un ambiente ruidoso.

Los indicadores que presentamos a continuación son de diferente magnitud que los anteriormente mencionados. Mientras las cualidades involucradas en la provisión de rutas directas, cómodas y atractivas se refieren a la situación real en la calle, los indicadores siguientes ofrecen una imagen más clara de las posibilidades para la bicicleta y el nivel de preocupación política.

Cuadro 37. Balance de la Bicicleta Criterios de Evaluación (continúa)

Aspecto	Descripción
Posición competitiva automóvil versus bicicleta	<p>Este aspecto, la posición competitiva de la bicicleta con respecto al auto, compara las facilidades proporcionadas a la bicicleta a las del automóvil, en un sector municipal (comuna o ciudad). Para poder evaluarla, todos los viajes en las rutas de prueba se realizan en bicicleta y en automóvil. La posición competitiva se determinará en función de los siguientes sub-aspectos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • razón tiempo de viaje promedio (tiempo de pedaleo/ tiempo de conducción); • porcentaje de de viajes donde la bicicleta es más rápida; • gastos de estacionamiento para el automóvil.
Uso de la bicicleta	<p>El porcentaje de personas que eligen la bicicleta (en lugar de otro modo de transporte) es una importante medida de la calidad del ambiente para la bicicleta. Es un buen indicador para dos componentes: el éxito de la municipalidad en sus esfuerzos por eliminar impedimentos al uso de la bicicleta, y el éxito en cuanto a fomentar el uso de la bicicleta. El Balance de la Bicicleta ocupa como unidad de medición el uso de la bicicleta como porcentaje del total de viajes de hasta 7,5 kilómetros (1999 – 2001). En Holanda, el porcentaje fue de 34% para todos los municipios con más de 20.000 habitantes.</p>
Seguridad de tránsito	<p>La seguridad vial es un requisito vital para generar un buen entorno ciclista. Como indicador se calcula el número de accidentes graves en los que se ve involucrado un ciclista por cada 100 millones de kilómetros recorridos en bicicleta. El cálculo que se ocupa en el Balance de la Bicicleta se basa en las cifras de accidentes ocurridos entre 1997 y 2001 (fuente: <i>Statistics Netherlands/Transport Research Centre</i>) y el uso de la bicicleta entre 1999 y 2001. La cifra de riesgo se ha ajustado tanto para un uso alto como bajo de la bicicleta. También contiene un ajuste para un número desproporcionado de adultos mayores. Por último, se refiere a la seguridad objetiva, que no siempre corresponde a la percepción de los ciclistas sobre la seguridad.</p>
Densidad urbana	<p>Los ciclistas se benefician de la posibilidad de elegir entre muchos destinos a una misma distancia amistosa a la bicicleta. Por lo tanto, el Balance de la Bicicleta también considera la densidad urbana en la evaluación. Para este propósito se ocupa la densidad de direcciones en un cierto territorio (<i>Statistics Netherlands</i>) como base, ya que este es el mismo criterio que se ocupa para establecer el grado de urbanización. Se ajusta la densidad de direcciones en un sector según el número de habitantes de un área municipal. Un buen puntaje significa que el municipio tiene una alta densidad en relación a otros municipios del mismo tamaño y, por lo tanto, una estructura más favorable a la bicicleta.</p>

Cuadro 37. Balance de la Bicicleta Criterios de Evaluación (continúa)

Aspecto	Descripción
Satisfacción de los ciclistas	<p>No se puede dejar de lado las opiniones de los y las ciclistas en una investigación del entorno ciclistico en una comuna o ciudad. En este sentido, los ciclistas pueden asignarle un puntaje a su autoridad municipal y también expresar sus opiniones a través de encuestas, que preguntan por:</p> <ul style="list-style-type: none"> • La infraestructura de estacionamiento para bicicletas (supervisada y no supervisada); • La comodidad de los ciclistas (las molestias del tráfico, la calidad de la superficie de las vías); • La seguridad vial para ciclistas; • Seguridad contra la delincuencia (riesgo de violencia); • Las medidas contra el robo de la bicicleta (fiscalización, investigación, el grabado de un código en el marco de la bicicleta).
Políticas escritas	<p>Lo que los ciclistas encuentran en las calles refleja, en gran medida, las políticas de tránsito aplicados en el pasado. Las políticas en este campo nos indican algo acerca del clima ciclistico para el futuro. Este aspecto indica la importancia de la bicicleta en los planes, presupuestos y dentro de la organización municipal. Para esto, se aplica una encuesta a la misma autoridad municipal. Es difícil evaluar los contenidos de las políticas a través de una encuesta. Por lo tanto, la evaluación de este aspecto se limita a una lista de los temas, objetivos y aspectos incluidos en la política. Se pregunta por los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Las redes ciclisticas (bases, requisitos de calidad, implementación y mantención); • La política ciclistica registrada en documentos de política y en documentos acerca de la política para estacionar bicicletas (bases, los requisitos de calidad, implementación y mantención, subvenciones); • Los presupuestos relevantes; • La autoridad municipal como empleador modelo en este campo.

9.1.2 Evaluación de rutas

No siempre vale la pena o es necesario evaluar una red ciclovial completa. Se puede evaluar solamente una o varias rutas específicas, como las del centro de la ciudad, rutas a la escuela, o todas las rutas con un uso específico. En ese caso, se pueden evaluar las características de la ruta de forma muy específica.

Para este propósito, también se ocupa una metodología desarrollada por la Federación de Ciclistas Holandeses para evaluar las rutas. Su





Evaluación de Rutas es un método de investigación que proporciona una evaluación detallada de (la disposición de) una cicloruta (principal), tanto dentro como fuera del sector urbano.

Los instrumentos que se ocupan para el trabajo en terreno incluyen la bicicleta de medición desarrollada en 2000 para el Balance de la Bicicleta. Para cada segundo de pedaleo, esta bicicleta de medición graba en un computador (*notebook*) la ubicación exacta (coordenadas GPS), la distancia recorrida, la media y máxima de las vibraciones molestas (aceleración vertical) y el ruido (dB (A)). Al mismo tiempo, se graba la ruta en video. Además, durante las horas punta se registra la información sobre el tiempo de espera en los cruces donde se debe dar la preferencia, así como en

el Sistema de Control de Tránsito (SCT).

Todos los datos son almacenados, analizados y vinculados a las características de diseño.

Los aspectos que se ponen a prueba en un teste de ruta, son los siguientes:

- factor de desvío;
- los retrasos;
- frecuencias de paradas;
- la calidad del pavimento;
- las dimensiones (anchura, radios de curva, el espacio de espera);
- la preferencia;
- los virajes;
- las molestias por ruido;
- las ‘infra-terminaciones’ (bolardos, suavidad de las medianas, espacio libre de obstáculos);
- los cambios en la calidad.

Entre los aspectos que se analizan en las secciones/cruces a nivel, se incluyen:

- el diseño en relación al régimen de velocidad, velocidad del tráfico motorizado y volúmenes;
- los retrasos;
- la frecuencia de las detenciones;
- la preferencia;
- la calidad del pavimento;
- las dimensiones (anchura, radios de curva, el espacio de espera) en relación con los volúmenes de bicicletas;
- las 'infra-terminaciones' (bolardos, suavidad de las medianas, espacio libre de obstáculos);
- el ancho crítico de la franja adyacente a estacionamientos para automóviles;
- la seguridad social;
- las molestias por ruido;
- la claridad en cuanto al derecho de paso y su regulación.

Además, al nivel de detalle se evalúan los siguientes aspectos (para secciones e intersecciones donde se debe parar):

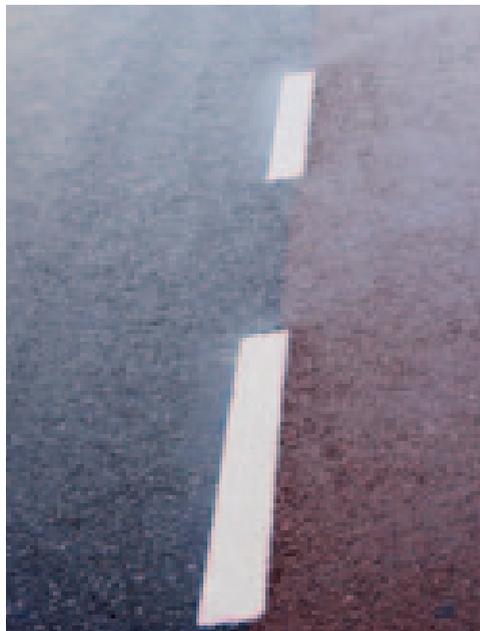
- la duración de la detención y la razón de ello (el SCT o una calle de mayor jerarquía, por ejemplo);
- las dimensiones;
- la preferencia;
- la calidad de la superficie de la vía;
- las molestias por ruido;
- la visibilidad;
- la iluminación y otros componentes similares;
- la señalética.

9.1.3 Análisis de cuellos de botella específicos

El Balance de la Bicicleta es un método demasiado intensivo en mano de obra para analizar

una ubicación específica. Para esto (porque, por ejemplo, ha habido muchas quejas), vale la pena desarrollar la evaluación en base a un mapa detallado (escala 1:500 de preferencia). Sin embargo, esta estrategia deja fuera de la evaluación una serie de aspectos de diseño, haciendo recomendable una inspección en terreno. Según el objetivo de la evaluación y el problema, se puede trabajar con herramientas como la bicicleta de medición o la observación de conflictos.

Lo importante es que se establezca con anticipación un claro marco de evaluación y una clara descripción del problema, para evitar debates que surjan de la interpretación de los datos después de la inspección. Las normas que se utilizan en el ámbito del Balance de la Bicicleta pueden servir como directrices para esto.



9.2 Inspecciones de pavimento

Un ejemplo de una prueba específica es la inspección de los daños al pavimento. El objetivo es evaluar y registrar de forma inequívoca los daños visibles en el pavimento. Se evalúa la calle o la ciclofacilidad por motivos técnicos, midiendo los daños tanto cualitativa como cuantitativamente (por su gravedad y su escala o extensión).

Este Manual de Diseño presta especial atención a este tipo de pruebas, puesta que el pavimento es un componente esencial de una infraestructura cicloamistosa. Al inspeccionar el pavimento, la autoridad competente debe mantener presente el hecho de que lo que se considera un daño leve para el tráfico motorizado, puede ser un daño moderado o incluso grave para los ciclistas.

Existen distintos tipos de inspección, entre ellos:

- Una inspección general o panorámica;
- Una inspección de mantenimiento menor;
- Una prueba de medición;
- Una inspección detallada.

A continuación, proporcionamos una breve explicación de cada una.

Una inspección general o panorámica

En una inspección general o panorámica, se recolecta rápida y eficientemente la información a nivel de red sobre la situación de las vías. Se recomienda realizar este tipo de inspección anualmente. En general, se presta atención a las materias mencionadas en el cuadro 38, durante este tipo de inspección.



Cuadro 38. Características de la pavimentación y daños relevantes para una inspección general

Características del pavimento	Daño		
	Pavimento de asfalto y hormigón	Pavimento modular	Pavimento de hormigón
Textura	desgaste tipo "cotelé" (arrugado)		
Suavidad	suavidad lateral irregularidades	suavidad lateral irregularidades	irregularidades
Consistencia	grietas		grietas
resistencia al agua			sellado de las uniones

En general, los daños al sistema de drenaje o por asentamiento no forman parte de esta inspección, pero éstos son de gran importancia para los ciclistas. Por lo tanto, recomendamos incorporarlos a la inspección general. También es importante que el puntaje que se asigne a estos daños, particularmente en el ámbito de la suavidad de la superficie, resulte de una evaluación más crítica que la que se ocupa normalmente para los vehículos motorizados. Como ya se ha mencionado, lo que para vehículos motorizados puede ser un problema menor, fácilmente se convierte en un riesgo mayor para los ciclistas.

Inspección de mantenimiento menor

El objetivo de la inspección de mantenimiento menor es encontrar y registrar pequeños defectos que deben ser reparados con el presupuesto del presente año. Esto significa que no es posible planificar este tipo de mantenimiento. El objetivo primario de una mantenimiento menor es, entonces, mantener el pavimento en buenas condiciones. Se recomienda llevar a cabo éste tipo de inspección en ciclovías, ciclovías principales y ciclopistas apartadas tres veces al año, antes del invierno, después del invierno y en medio del año (en verano), por ejemplo. En otras rutas la inspección generalmente coincidirá con la inspección de las otras vías (tráfico combinado).



Una prueba de medidas

El objetivo de realizar una prueba de medidas (*measures test*) es determinar con precisión la naturaleza y la localización de las medidas de mantenimiento que deben adoptarse a nivel de proyecto y para poner a prueba las medidas que se han seleccionado sobre la base de los resultados de la inspección general y otras observaciones. Las pruebas de medidas forman parte obligatoria de la gestión vial, pero su interpretación depende de la voluntad de la autoridad relevante.

Inspección detallada

El objetivo de una inspección detallada es determinar con exactitud la condición del camino o ciclofacilidad a nivel de proyecto. En sí, esta inspección no forma parte del sistema de gestión vial, pero se lleva a cabo con fines específicos (por ejemplo, la entrega de

caminos, la determinación de una situación base, o la formulación de recomendaciones de pavimentación). Se examina en detalle todas las características de la pavimentación y los daños incluidos en el catastro de daños (ver el cuadro 39).

Cuadro 39. Características de pavimentación y daños relevantes para una inspección visual detallada

Características del pavimento	Daño		
	pavimento de asfalto y hormigón	pavimento modular	pavimento de hormigón
Textura	desgaste tipo 'cotelé' (arrugado) grasa		corrosión
Suavidad	suavidad lateral irregularidades	suavidad lateral irregularidades	irregularidades
Consistencia	grietas	ancho de las uniones calidad de los materiales	grietas
resistencia al agua			sellado de las uniones
bordes	daños en los bordes pérdida del material en los bordes	pérdida del material en los bordes	
Varios	drenaje bermas grietas laterales/ soldaduras o sellados laterales soldaduras o sellados longitudinales fraguado	drenaje bermas hoyos fraguado	drenaje bermas relleno de las uniones daño en las uniones ancho de la unión defecto en el ángulo de la pieza hoyos fraguado
Reparación			reparación

9.3 Medidas relacionadas con obras viales

Los ciclistas se ven más afectados por las obras de infraestructura que otros usuarios. Como dependen de su propia fuerza muscular, los desvíos son particularmente indeseables. Además, a menudo durante las obras viales, la superficie de la calle empeora o incluso está cubierta de arena o barro. Esto puede complicar mucho a los ciclistas debido a su inestabilidad, por lo tanto es importante tomar medidas específicas para ellos en estas condiciones.

Existen muchos tipos de obras viales. En esta sección nos referimos a obras que afectan la calzada (en el sentido lateral y/o longitudinal) y/o el área adyacente, que puedan obstaculizar el tráfico. En muchos casos se trata de (re)colocar cables y tuberías, a menudo en conexión con las casas colindantes. El capítulo 7 ya argu-

mentó el caso por no colocar cables y tuberías por debajo de las ciclovías y ciclobandas.

En cuanto a las obras viales y las medidas temporales asociadas, existen tres preocupaciones centrales relacionadas a los ciclistas:

- No deben ser obligados a desmontar;
- No deben ser desviados hacia el lado opuesto de la calzada;
- Se debe prestar suficiente atención a la gestión de las instalaciones temporales.

Evitando desmontajes y desvíos

Si bien algunos obstáculos en las obras viales a menudo son inevitables, es importante respetar lo máximo los requisitos principales para la coherencia de la vía, o sea, mantener la ruta lo más directa, atractiva, segura y cómoda posible. Cuando se aplican medidas temporales, se suele exigir demasiado de la buena voluntad de los ciclistas, olvidándose de los cinco



requisitos. En este contexto, es importante evitar que los ciclistas tengan que desmontar, permitiéndoles continuar con el mínimo de desvíos.

No obligar a los ciclistas a cruzar la calzada para continuar por el otro lado

Recomendamos no desviar la conexión ciclovial a una ciclovía en el otro lado de la calle. Esto obliga a cruzar y a maniobras inesperadas en la ciclovía y la calle. Esta solución sólo es viable si los ciclistas puedan cruzar en lugares normales y cuando las ciclovías sean lo suficientemente amplias para permitir el tráfico en ambas direcciones. Sin duda es mejor – particularmente cuando las obras tomarán un tiempo considerable – construir una ciclovía temporal. En estas circunstancias, hay que asegurarse que se respeten los requisitos relativos a la suavidad y rugosidad, y que la ciclovía sea de un ancho suficiente.

Considerar la gestión

A menudo se descuida un punto importante: la gestión y mantenimiento de las instalaciones temporales. Especialmente en los casos de obras viales a gran escala y a largo plazo, que se realizan a menudo (o eventualmente) sobre las ciclovías, existe un riesgo considerable de hundimiento o de grietas, como también la presencia de arena y barro sobre la calzada. Es importante que estas molestias se resuelvan lo más rápida y eficientemente posible. Si esto no se hace, no sólo afecta la comodidad y seguridad del tránsito de bicicletas, sino también es posible que obligue a los ciclistas a cambiar de ruta.

Este Manual de Diseño no trata exhaustivamente todas las medidas posibles, ya que enfatizamos el proceso preparatorio: en el lugar de las obras, ¿cuáles son las mejores medidas



para acomodar a los ciclistas? Para una discusión mayor, ver la publicación CROW, *Road Works - Measures on cycle tracks and foot-paths* [51].

Para determinar las medidas que se deben aplicar, cuando existan obras viales en ciclovías, se debe tener en cuenta:

- La seguridad de los trabajadores en las secciones de la vía;
- La seguridad vial de los ciclistas y los otros usuarios;
- Los flujos de bicicletas, peatones y otros vehículos;
- Las consecuencias para la calidad de vida y el medio ambiente;
- La información y la comunicación.

Los preparativos para aplicar las medidas comprenden los siguientes pasos

- *Preparación y puesta en marcha del proyecto*

La duración de las obras es particularmente importante. Para obras viales cortas (< medio día), serán suficientes medidas sencillas. Si el trabajo toma mas tiempo, se debe prestar más atención a las rutas de desviación, el acordado, y similares.

- *La formulación de una señalética de la ruta y un plan de desviación*

Si la obra durará más de medio día, se debe preparar con antelación la señalización de la ruta y el plan de desviación, para que el proceso esté claro para el equipo de mantención o el contratista.

En cuanto a las medidas, el principio básico es minimizar los obstáculos que los ciclistas deben enfrentar lo máximo posible. Obligarlos a desmontar y caminar debería ser una medida excepcional, y sólo debe considerarse donde el



motivo sea evidente para ellos. Si este no es el caso, un gran número de ciclistas ignorarán esta instrucción y encontrarán su propio camino por todo el sector, si es necesario. Esto es exactamente lo que debe prevenirse. Las desviaciones mayores solo serán aceptables si resulta imposible estrechar la ciclovía o proporcionar una desviación menor para los ciclistas (por razones de espacio o ingeniería de tráfico).

Medidas en lugares acordonados

Al determinar el tipo de acordonado y las medidas asociadas, se debe prestar mucha atención al espacio de la obra, el margen de seguridad y el espacio libre hasta el cordón. Como mínimas, recomendamos las siguientes dimensiones en las instalaciones temporales:

- Distancia entre obstáculos (para ciclistas) y el cordón: 0,50 m
- Espacio libre entre la obra y el cordón: 0,60 m
- Margen de seguridad entre el espacio de la obra y la barrera de contención/vehículo con señalética de desvío: 5,00 m
- Espacio para un ciclista andando: 0,75 m
- Espacio para una vía combinada para ciclista-motociclista: 1,50 m
- Espacio bidireccional para los ciclistas: 1,75 m
- Espacio bidireccional de altos flujos de ciclistas, que permite ciclomotores: 2,25 m

Situaciones posibles

Pueden ser distinguidas seis situaciones posibles con respecto a la posición de las obras viales en relación con las conexiones de bicicletas y triciclos. Entre ellas, nuevamente se debe distinguir entre trabajos de corto y largo plazo. A corto plazo, las obras viales requieren menos medidas de gran alcance y un acordonado menos drástico.

Las situaciones más comunes incluyen:

1 Obras viales realizándose a una gran distancia de la cicloruta

En esta situación, no se requieren medidas especiales, pues el tránsito de bicicletas no se verá afectado por las obras.

2 Obras viales realizándose cerca de la cicloruta

En esta situación, también se puede mantener abierta la cicloruta. Se debe instalar un cordón longitudinal, usando como guía, balizas o conos para el tráfico. A un lado de las obras viales, debe quedar un espacio



libre de al menos 0,60 m; como las obras se están llevando a cabo cerca de la cicloruta, esto probablemente permitirá mantener una distancia suficiente de los obstáculos. Se debe mantener una franja de seguridad de por lo menos 5 m entre las obras y la barrera de contención/ vehículo con señalética de desvío

3 Obras viales junto a la cicloruta

En esta situación, se aplican los mismos requisitos del punto 2. Sin embargo, se debe inspeccionar cuidadosamente la distancia entre los obstáculos y el acordonamiento, para evaluar el ancho total disponible para la cicloruta.

4 Obras viales al lado de la cicloruta, con obras en ella

En esta situación, la cicloruta puede mantenerse abierta, pero probablemente se tendrá que reducir su ancho. Esto solamente es posible si además del espacio libre de 0,60 m dentro del área de acordonamiento, todavía hay al menos 1,00 m de ancho disponible para la cicloruta. Si es inferior a

1,00 m, se debe evaluar la posibilidad de dedicar parte de la calzada, actualmente ocupado por vehículos motorizados, al uso de los ciclistas (ver abajo). Si esto no es posible, debe buscarse un desvío. También es importante eliminar el acordonado (dejándolo en la mediana por ejemplo) cuando las obras viales estén detenidas. Puede ser una carga para el contratista, pero facilita el traslado de los ciclistas.

5 Obras viales en el borde de o sobre la cicloruta

Según el ancho de la ciclovía, ésta puede o no continuar en uso. Ver el punto 4.

6 Obras viales en el centro o a lo ancho de toda la cicloruta

En esta situación, puede ser posible mantener la ciclovía en uso, si se reduce su ancho. Si no, se debe evaluar dedicar parte de la calzada principal a los ciclistas (con acordonamiento y, si es necesario, una reducción de velocidad del tráfico motorizado en el sector, ver sección a continuación). Si esto tampoco es posible, se deberá crear un des-

vío para los ciclistas. Si la obra es de muy corta duración (< dos horas), esta puede realizarse sin señalética, pues esta es necesaria solo para obras de mayor duración.

Separación entre bicicletas y tráfico motorizado cuando los ciclistas ocupan la calzada

Si los ciclistas son desviados de la ciclovía a lo largo de una sección de la calzada para tráfico motorizado, los dos tipos de flujos deben segregarse. Esto se puede hacer ocupando una barrera, una doble fila de balizas u otros elementos afines, con un acordonado o con vallas. La elección depende de la duración de las obras viales, de las características de la pista adyacente, y de los flujos de tráfico. Mientras mayor el volumen de los flujos y la duración de las obras, más importante es la separación entre el tráfico motorizado y el de bicicletas. Si segregar no es posible, se debe reducir la velocidad del tráfico motorizado.

9.4 Hielo y nieve: su prevención y limpieza

En principio, la lucha contra el deslizamiento es aún más importante para los ciclistas que para el tráfico motorizado. Generalmente, este aspecto de la seguridad vial juega un papel importante para ambos tipos de tráfico. Sin embargo, para los ciclistas existe un aspecto adicional, la inestabilidad. Después de todo, el riesgo de una caída y lesión es mucho mayor cuando el pavimento es resbaladizo que en cualquier otra condición.

Es importante tomar medidas para las ciclorutas al mismo tiempo que la calzada principal, obra que generalmente se realiza de noche. En este caso, determinar la colocación de la grava o arena y el equipamiento necesario requiere una atención especial. Se deben pla-

nificar cuidadosamente las rutas con gravilla, debido a los numerosos obstáculos (bolardos, túneles angostos, soleras, entre otros factores), los factores y límites de tiempo (tráfico desde la casa al trabajo y a la escuela), los límites de velocidad, y la capacidad de la maquina esparcidora.

Para vías tratadas con sal, se ocupa principalmente sal seca, aunque existe una notable tendencia a la dispersión de sal mojada. Sin embargo, las ventajas de esto – se adhiere mejor a la superficie de la vía y se propaga mejor – no son tan significativas en una ciclo-ruta como en la calzada principal. Después de todo, las bicicletas no muelen la sal tanto como el tráfico motorizado.



Las nevadas también requieren más atención. Recomendamos cubrir de sal las conexiones para bicicletas antes de las nevadas. Durante la nevada, el cepillado o la labranza de la nieve se pueden combinar con la dispersión de sal seca. Aquí lo mejor es limpiar primero la nieve de las rutas principales para ciclistas y de las rutas a la escuela, antes que las rutas para el tráfico motorizado. Después de esto, les toca a las otras rutas ciclísticas y a la red básica. Si

las rutas ciclísticas claves no se limpian y las rutas para el tráfico motorizado sí, existe el riesgo de que los ciclistas usen los carriles principales, lo cual en condiciones de invierno, es especialmente arriesgado.

Deslizamiento ¡en otoño también!

No se presta suficiente atención a la importancia de prevenir el deslizamiento a causa de las hojas caídas. En otoño, ciertamente en condiciones de clima húmedo, las hojas en las rutas ciclísticas pueden dar lugar a situaciones peligrosas. Por lo tanto, en otoño, las autoridades de gestión vial deberán disponer el barrido para mantener limpias las ciclorutas principales bajo árboles de hoja caduca.



9.5 Gestión y fiscalización de estacionamientos de bicicletas

Tres grupos de bicicletas son significativos en términos de la mantención de estacionamientos de bicicletas y el cumplimiento de las normas relevantes: las bicicletas mal estacionadas, abandonadas y en desuso.

Bicicletas mal estacionadas

En muchas ciudades, las bicicletas mal estacionadas en espacios públicos constituyen un problema. Cuando se trata de prevenir el esta-



cionamiento de bicicletas en lugares no deseados, se prefieren las medidas físicas. Para ello, se puede ocupar un diseño que dificulte el estacionamiento de la bicicleta en lugares no deseados.

Sin embargo, en ciertas situaciones, las medidas legales son indispensables.

Las autoridades municipales pueden prohibir el estacionamiento de bicicletas a través de dos instrumentos:

- Sobre la base de un decreto de tráfico según la Ley de tránsito (WVV: *Wegenverkeerswet*) se puede erigir un letrero que prohíba el estacionamiento de bicicletas y motocicletas (*E3, RVV, Traffic Rules and Signs Regulations, 1990*).
- Las ordenanzas municipales (*APV: Algemene Plaatselijke Verordening*) pueden permitir que el alcalde o el administrador municipal designe las áreas donde está prohibido estacionar bicicletas y motocicletas.

Una prohibición del estacionamiento conforme con estas normas permite a las autoridades municipales eliminar las bicicletas mal estacionadas y ubicar sus propios letreros de advertencia.

Desde la perspectiva de los ciclistas, una prohibición basada en la Ley de tránsito ofrece varias ventajas. Si se promulga el decreto de tránsito con las correspondientes opciones de

objeción y apelación, la medida será clara y uniforme, y habrá más garantías de una consideración equilibrada de los intereses.

Desde una perspectiva legal, la remoción de las bicicletas estacionadas ilegalmente en conformidad con una APV, representa la aplicación de una orden administrativa.

También depende de varias medidas de consideración debida cuyo resguardo descansa en los tribunales. Los principales resguardos incluyen:

- *La obligación de publicitar la medida*
La autoridad municipal debe anunciar, con anticipación, su intención de remover las bicicletas mal estacionadas. Normalmente esto se realiza, colocando letreros en el lugar.
- *Recolección y preservación de las bicicletas*
Las bicicletas eliminadas de esta forma deben almacenarse en un espacio cerrado y/o supervisado, a poca distancia de la zona en que la prohibición de estacionamiento de bicicletas está en vigor.
- *Registro*
Varios detalles deben ser registrados: la ubicación original de la bicicleta recogida, sus características, si estaba con cadena/candado, el motivo de su designación como estacionada ilegalmente, la fecha de retiro y la ubicación de la guardería.

Bicicletas abandonadas

Al retirar las bicicletas abandonadas, las autoridades municipales se acogen a los siguientes instrumentos legales:

- Se agrega a la ordenanza municipal (APV) un reglamento que prohíbe el estacionamiento y elimina la propiedad de una bicicleta abandonada en la vía pública. Se entiende su remoción como la aplicación de una orden administrativa.

- Se consideran a las bicicletas abandonadas residuos domésticos, o más precisamente, como basura o desperdicios a granel. La autoridad municipal autoriza removerlas, cuando incumba a la autoridad ambiental (según la ley de gestión ambiental, o *Wet Milieubeheer* y a la normativa local).
- Se consideran a las bicicletas abandonadas como objetos encontrados, aplicándoles el reglamento relevante del *Código Civil Holandés*.

Parece que estas tres opciones son suficientes para resolver el tema. Sin embargo, recomendamos actuar en base a las ordenanzas locales (APV). Esto, porque al referirse a una prohibición, es mas clara, tanto para la autoridad municipal, como para el propietario de la bicicleta abandonada. Las otras opciones producen mayor debate.





Independientemente de los fundamentos legales, remover las bicicletas abandonadas también debe cumplir con ciertas normas, específicamente:

- *Proporcionar una notificación oportuna;*
- *Definir claramente lo que significa 'bicicleta abandonada'.*

Estos anuncios deben especificar con exactitud que se entiende por el término 'bicicleta abandonada'. La unidad de disposición de residuos (*Waste Disposal Police*) en Ámsterdam ocupa la siguiente definición, que se ha demostrado eficaz:

'Una bicicleta es considerada abandonada si la bicicleta (o sus restos) reúnen las siguientes condiciones:

- Está en tan mal estado que no puede ser montada;
- Está en condiciones de descuido evidente (no ha sido usada por un largo tiempo, al parecer el propietario la tiene abandonada);
- Tiene muy poco valor económico (el costo de reparación claramente excede el valor de la bicicleta).'

- *periodo de almacenamiento*

En virtud de la Ley de Municipios, una bicicleta abandonada debe ser almacenada durante un mínimo de 14 días.

Las autoridades municipales suelen cobrar 'tarifas de almacenamiento' (en el caso de un reglamento basado en una ordenanza municipal) o una multa (si se basa en la ley de tránsito). El costo de la multa es de aproximadamente 20 euros por bicicleta (o remanente). Este valor se encuentra lejos de cubrir los costos, pero un precio más alto sería un fuerte desincentivo para la recuperación de las bicicletas, y esto ya es un problema importante: en varias ciudades, un 60% de las bicicletas no se recogen [69].

Bicicletas en desuso

Las bicicletas en desuso son un problema importante para las guarderías de bicicletas de las estaciones, ya que la escasa capacidad de éstas se copa. En 2003, resultó que en nueve grandes estaciones de ferrocarriles un promedio de 15% de todas las bicicletas estacionadas

no se utilizaron durante cuatro semanas [55]. En total, para las nueve estaciones fueron alrededor de 3.300 bicicletas, que ocupaban espacios de las guarderías.

Con el fin de eliminar las bicicletas en desuso de las guarderías públicas para bicicletas, se pueden aplicar medidas similares a las para las bicicletas mal estacionadas (ver arriba). La ordenanza municipal debe establecer una duración máxima de estacionamiento para bicicletas. Cuanto más corta es la duración del estacionamiento, más manejable será la situa-

ción, pero se requerirá de una aplicación intensiva. Se aplican las medidas a bicicletas abandonadas y mal estacionadas al mismo tiempo y con los mismos procedimientos y resguardos.

Con el fin de determinar si una bicicleta está siendo utilizada, se marcan las bicicletas, con algún distintivo de color en alguna parte de la bicicleta, que sea visible desde la calle (como en el rayo), ocupando un color diferente cada día.



Bibliografía

- 1 Tekenen voor de Fiets, ontwerpwijzer voor fietsvriendelijke infrastructuur. CROW-publicatie 74. Ede, CROW, 1993
- 2 Nota Mobiliteit, PKB deel 3, Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Den Haag, SDU 2005
- 3 Inzicht in Nederland Fietsland. Amersfoort, Stichting Landelijk Fietsplatform, 2004
- 4 Goed gemeentelijk beleid doet fietsgebruik fors groeien; verklaringen voor de mogelijke groei van het fietsgebruik, O. van Boggelen. Utrecht, Fietsersbond, 2000
- 5 De lange adem van Zwolle, D. Ligtermoet. Fietsverkeer nr. 11. Ede, Fietsberaad, 2005
- 6 Eindrapport Masterplan Fiets, samenvatting, evaluatie en overzicht van de projecten in het kader van het Masterplan Fiets, 1990-1997. Den Haag, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998.
- 7 Verstandige stedenbouw maakt de markt voor de fiets aanzienlijk groter. Fietsverkeer nr. 4. Ede, Fietsberaad, 2002
- 8 Waarom de auto, waarom de fiets. Fietsverkeer nr. 8. Ede, Fietsberaad, 2004
- 9 Conflictobservaties, beperkingen en mogelijkheden, J. Ploeger. Verkeerskundige Werkdagen 1991. Ede, CROW, 1991
- 10 Naar een duurzaam veilig wegverkeer: Nationale Veiligheidsverkenning voor de jaren 1990/2010, M. J. Koornstra et al. Leidschendam, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeerveiligheid, 1992
- 11 De veiligheid van fietsers, D.A.M. Twisk. Tilburg, Cursus Ontwerpen voor fietsverkeer (DTV), 1994
- 12 Functionele eisen voor de categorisering van wegen, S.T.M.C. Janssen. SWOV rapport R-97-34. Leidschendam, SWOV, 1997
- 13 Beleving van de verkeersveiligheid in tien woonstraten, B. Miedema, H. Menkehorst, H.H. van der Molen. Verkeerskunde 37(1986). Den Haag, ANWB, 1986
- 14 Het gebruik van de fiets in Nederland, H.A. Katteler, W.F. de Heer, J.A. Kropman. Nijmegen, ITS, 1978
- 15 Vervoermiddelgebruik en keuzebependingen, H.A. Katteler et al. Nijmegen, ITS i.s.m. Sozialforschung Brög, München, 1987
- 16 Effect toename fietsaandeel op de verkeersveiligheid. Rotterdam, Adviesdienst Verkeer en vervoer, 2005
- 17 Handboek categorisering wegen op duurzaam veilige basis, deel 1: (voorlopige) functionele en operationele eisen. CROW-publicatie 11. Ede, CROW, 1997
- 18 Door met Duurzaam Veilig: nationale verkeersveiligheidsverkenning voor de jaren 2005-2020. Leidschendam, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeerveiligheid, 2005

- 19 Factsheet Fietsvoorzieningen op wegvakken en kruispunten van gebiedsontsluitingswegen. Leidschendam, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, 2004
- 20 Factsheet Oversteekvoorzieningen voor fietsers en voetgangers. Leidschendam, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, 2005
- 21 Windscherm werkt, maar volgens fietsers nauwelijks. Ede, Fietsberaad (in www.fietsberaad.nl/kennisbank)
- 22 Routekeuzegedrag en netwerkgebruik: voorstudie evaluatie fietsroutenetwerk Delft, P.H.L. Bovy. Delft, Instituut voor Stedebouwkundig Onderzoek, 1984
- 23 Gebruik fietsmodellen voor netwerkplanning en onderzoek naar fietsnetwerken, eindrapportage. Ede, Fietsberaad, 2005
- 24 Fietsstraten in hoofdfietsroutes, toepassingen in de praktijk, R. Andriess en D. Ligtermoet. Fietsberaad-publicatie nr 6. Ede, Fietsberaad, 2005
- 25 Veilige en geloofwaardige snelheidslimieten, een strategische verkenning, I.N.L.G. van Schagen, F.C.M. Wegman, R. Rozbach. SWOV-rapport R-2004-12. Leidschendam, SWOV, 2004
- 26 Hoofdfietsroutes en fietsstraten. Fietsverkeer nr. 8. Ede, Fietsberaad, 2004
- 27 Fietsstraten in Duitsland, Na 20 jaar nog steeds niet echt doorgebroken, U. Lehner-Lierz. Fietsverkeer nr. 3. Ede, Fietsberaad, 2002
- 28 Veiligheidsaspecten van stedelijke fietspaden, A.G. Welleman, A. Dijkstra. SWOV-rapport R-88-20. Leidschendam, SWOV, 1988
- 29 Handboek Wegontwerp, deel d, Erftoegangswegen. CROW-publicatie 164d. Ede, CROW, 2002
- 30 Van plattelandsweg tot fietsweg, K. Slabbekoorn, C. Stevens-Van de Geer. Verkeerskunde nr. 5(2001). Den Haag, ANWB, 2001
- 31 Passeerplaatsen voor landbouwverkeer, Jaarsma, Beunen, van Ark en Botma. Verkeerskunde nr. 7(2003). Den Haag, ANWB, 2003.
- 32 Factsheet Hoe passen light-raillijnen in Duurzaam Veilig. Leidschendam, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek, 2004
- 33 Fietsers in voetgangersgebieden: Feiten en richtlijnen, H. Godefrooy, E. van Hal, R. Temme. Fietsberaad-publicatie nr. 8. Ede, Fietsberaad, 2005
- 34 Keuzeschema's fietsvriendelijke kruispunten (bibeko+bubeko) en wegvakken (bubeko). Ede, Fietsberaad, 2005
- 35 Rotondes en voorrangsregelingen II, Uniformering voorrangsregeling op oudere pleinen, veiligheid fietsvoorzieningen en tweestrooks rotondes, J. van Minnen. Leidschendam, Stichting Wetenschappelijk Onderzoek Verkeersveiligheid, 1998
- 36 Eenheid in rotondes. CROW- publicatie 126. Ede, CROW, 1998
- 37 De fietsvriendelijkheid van verkeersregelinstallaties; verkennend onderzoek op 24 kruispunten met verkeerslichten in 6 provinciehoofdsteden. Fietsberaad-publicatie nr. 4. Ede, Fietsberaad, 2003

- 38 VRI's installeren is compromissen sluiten, K. Evers. Fietsverkeer nr. 7. Ede, Fietsberaad, 2003
- 39 Verhardingskeuze voor fietsverbindingen: asfalt, beton of tegels? J. Groenendijk. Apeldoorn, KOAC/WMD, 2001
- 40 Waarom brandt het licht hier. Haarlem, Provincie Noord Holland, 2005
- 41 Criminaliteitspreventie door burgers, Intomart. Den Haag, Ministerie van Justitie, 1995
- 42 Onderzoek naar de dagelijkse praktijk van fietsdieven, P. Kesteren en G. Homburg. Den Haag, Ministerie van Justitie, 1995
- 43 Rapportage evaluatieonderzoek gratis bewaakte fietsenstallingen, J.B.H Meijer. Apeldoorn, Gemeente Apeldoorn, 1998
- 44 Investeren in gratis bewaakt stallen loont. Fietsverkeer nr. 4. Ede, Fietsberaad, 2002
- 45 Bergingen niet meer in bouwbesluit. Fietsverkeer nr. 5. Ede, Fietsberaad, 2003
- 46 De rol van de fiets in het verbindend stads- en streekvervoer . J.R.G van Uum, J.C. Salverda, I.H. Veling. Veenendaal, Traffic Test, 1995
- 47 Effectmeting fietsinfrastructuur bij zeven streekvervoerhalten, J.A Janse, J.C.P.M. van Bremen. Breda, DTV-consultants 1995
- 48 Normstellend document fietsparkeersystemen, 1e versie, Stuurgroep Normering fietsparkeersystemen, 1998
- 49 Fietsendiefstalpreventie in de agglomeratie Amsterdam, J. Heyse. Delft, Technische Universiteit, 1993
- 50 De fietsbalans, gemeentelijk fietsbeleid langs de meetlat, R. Becht, O. van Boggelen (Fietsersbond). Verkeerskunde nr. 9(2001). Den Haag, ANWB, 2001
- 51 Maatregelen op fietspaden en voetpaden, Werk in Uitvoering 96b. Ede, CROW, 2005
- 52 Fietsvriendelijk regelen. Ede, Fietsberaad, 2005
- 53 Gemeentelijk fietsparkeerbeleid in de woonomgeving , K. Broer. Den Haag, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2002
- 54 Leren van fietsparkeren: ervaringen met vier gemeentelijke pilotprojecten. Ede, CROW, 1997
- 55 Dynamiek in het parkeren van fietsen bij stations: onderzoek naar de ontwikkeling van de aantallen geparkeerde fietsen bij NS-stations , Groen Licht. Fietsberaad-publicatie nr. 3. Ede, Fietsberaad, 2003
- 56 Eindverslag pilots fietsparkeerplannen, A. Guit, D.M. Ligtermoet. Amsterdam/Gouda, 1997
- 57 Bewaakte rijwielstallingen: gebruik, wensen en mogelijkheden. Diemen, Instituut Midden- en Kleinbedrijf, 1992
- 58 Fietsparkeerbeleid in centrumgebieden: lessen uit de empirie, D. Ligtermoet. Ede, CROW, 2001

- 59 Ruimte voor de fiets. Utrecht, Railinfrabeheer, 2000
- 60 Opruimacties van fietsen juridisch en praktisch bekeken, A.J.H Smallenbroek, S. Entrop. Den Haag, SGB0, 1995
- 61 De juiste richtlijn voor de juiste functie op de juiste plek, B. Christiaens, E. Kalle, I. Spapé. Breda, SOAB, 2000
- 62 Met de fiets naar de trein: voorwaarden die de rijksoverheid stelt aan fietsenstallingen bij spoorwegstations. Den Haag, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1998
- 63 De behoefte aan fietsparkeervoorzieningen in Amsterdam, B. van Waveren, H.J. Batelaan, M. Scheenhart. Amsterdam, Regioplan, 1998
- 64 Bewaakte stallingen bij scholen. Fietsverkeer nr. 3. Ede, Fietsberaad, 2002
- 65 Investeren in gratis bewaakt stallen loont. Fietsverkeer nr. 4. Ede, Fietsberaad, 2002
- 66 Bergingen niet meer in Bouwbesluit. Fietsverkeer nr. 5. Ede, Fietsberaad, 2003
- 67 Fietsparkeren bij centrumstations in grotere steden – een ingewikkelde groeiemarkt. Fietsverkeer nr. 6. Ede, Fietsberaad, 2003
- 68 Ruimte voor de fiets – een problematisch succes. Fietsverkeer nr. 6. Ede, Fietsberaad, 2003
- 69 De effectiviteit van fietsopruimacties bij stations. Fietsverkeer nr. 7. Ede, Fietsberaad, 2003
- 70 Leidraad fietsparkeren. CROW-publicatie 158. Ede, CROW, 2001
- 71 Stad en land verbonden, nieuwe routes, schakels en knooppunten in het groene netwerk van Zuid-Holland. Den Haag, provincie Zuid Holland, 1997
- 72 Lokaal fietsbeleid, een sterkere basis gewenst. Rotterdam, AVV, 2004
- 73 Fietswegenplan Geldrop, deel 2: modelonderzoek naar de belangrijkste fietsroutes (afstudeerverslag), J. Ploeger. Delft, Technische Hogeschool, 1979
- 74 Op de fiets van stad naar buitengebied, routekeuze en waardering door stadbewoners, L.J. Moerdijk, V. Bezemer, T.A. de Boer, J.C.A.M. Bervaes, S.C.J. Tiesbosch. IBN-rapport 461. Wageningen, Instituut voor Bos- en Natuuronderzoek, 1999
- 75 Voorbeeldenboek: Stad en Ommeland, inspirerende verbindingen voor wandelaars en fietsers. Amersfoort, Stichting Wandelplatform-LAW, Stichting Landelijk Fietsplatform, 2000
- 76 Verlichting van (korte) tunnels en onderdoorgangen. Kunstlicht voor onderdoorgangen voor snelverkeer en langzaam verkeer. Ede, NSvV, 2002
- 77 Verkeerstechnische leergang, E.A.J Nap. Den Haag, ANWB, 1952
- 78 Cykelfelter; Sikkerhedsmæssig effekt i signalregulerede kryds, S.U. Nielsen, M.A. Nielsen. Vejdirektoratet rapport 51. Copenhagen, Trafiksikkerhed og Miljø, 1996
- 79 Richtlijn bewegwijzering. CROW-publicatie 222. Ede, CROW, 2005

Términos relevantes

Jerarquía Vial: Resumen Términos Principales

Español	Inglés/Holandés	Alcance
Ciclobanda	Cycle Lane	Pista visualmente segregada, utilizando elementos como la señalización vial y la demarcación. En el caso del uso de dispositivos como tachas, tachones, topones, etc. se considera físicamente segregada, o sea, ciclovía.
Ciclocalle	Cycle street	Calle compartida, donde se da preferencia a la bicicleta por sobre el tráfico motorizado.
Cicloruta (En algunos países se revierten ciclovial/ruta)	Cycle route	Ruta completa de un punto de origen a un destino, que normalmente se compone de distintos tipo de infraestructura según el tipo de calle, velocidades y volúmenes de vehículos motorizados y no motorizados, uso de vías (especializadas o no) en parques y medianas, zonas 30, facilidades (túneles, puentes, etc.) para superar barreras naturales o artificiales, etc.
Ciclovía	Cycle Track	Vía físicamente segregada con bandejones, soleras u otros elementos separadores, para el uso exclusivo de bicicletas (no necesariamente triciclos), de tránsito uni- o bi-direccional.
Calle Local	Local road	Cortas distancias (ausencia de continuidad)
Calle de Servicio	Estate access road	Distancia media (continuidad funcional recomendada: 1 km)
Vía recolectora	District access road	Distancia media (continuidad funcional recomendada: 3 km).
Vía troncal	Distributor road	Grandes distancias (mayor 6 km)

Velocidad de diseño	Volumen flujos
20 km/h para vías secundarias	Según contexto
$vm \leq 2.000$ /diario; bicicletas, mín: 1.000 /día (normalmente 2 x vm)	Según contexto, entre 1.000-2.000 bici/día
Según el tráfico y las condiciones locales	Cicloruta principal
	bicicleta ≥ 2.000 /día
	Cicloruta
	bici ≥ 500 -2.500 /día
30 km/h para vías principales	Red básica:
	bici ≥ 750 /día
30 km/h para vías principales	Principal: bicicleta ≥ 2.000 /día
20-30 km/h	Capacidad media o baja
30-40 km/h	600 vehículos/hora
40-50 km	1.500 vehículos/h
50-80 km/h	Mayor a 2.000 vehículos/hora

Nota de traducción: Sabemos que existen muchas diferencias de terminología entre los distintos países de habla hispana que querrán ocupar este Manual. Por lo mismo, optamos por explicitar las definiciones que hemos ocupado para homologar los términos para los diferentes tipos de calle que ocupan los holandeses, según su realidad y tradición urbana, con esta terminología en español, cuyas fuentes principales son el Manual de Diseño Vial (REDEVU, 2008) y la Ordenanza de Urbanismo y Construcción, de Chile, y el Diccionario de la Real Academia. Para mayores detalles sobre la terminología, ver el Glosario que acompaña este Manual, o los capítulos específicos y las fichas técnicas.

Colophon

Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas

Editorial:	CROW, Ede
Número de publicación:	record 27
Editor:	Rik de Groot, Herwijnen
Traducción del holandés al inglés:	Language Unlimited BV, Utrecht
Traducción del inglés al español:	Lake Sagaris (editora), Magda Morel, Tomás Marín, Camilo Lanfranco y Carmen Figueroa
Fotografía:	CROW, Ede FGM-AMOR, Harry Schiffer, Graz, Austria Fietsberaad, Rotterdam Herman Stöver, Ede Gemeente Utrecht, Utrecht Goudappel Coffeng, Deventer Ligtermoet & Partners, Gouda
Diseño gráfico:	Inpladi bv, Cuijk
Impresión y terminaciones (versión original en inglés):	
Producción:	CROW, afdeling Uitgeverij (departamento de publicaciones)

Sitio web: www.crow.nl/shop

Correo: Postbus 37, 6710 BA Ede, the Netherlands

Fax: +31 (0)318 62 11 12

CROW ha agrupado sus actividades en seis ejes temáticos:

- Espacio público**
Apoya el (re)desarrollo, diseño y manejo de espacio público urbano.
- Medio ambiente**
Apoya la búsqueda de soluciones ambientales relacionadas con los efectos de la construcción y la movilidad y la visibilidad.
- Tráfico y transporte**
Enfoca temas de accesibilidad, visibilidad y seguridad vial de pasajeros y bienes de transporte, y del diseño y diagramación relacionadas con la mobiliaria vial y el medio ambiente.
- Infraestructura**
Entrega herramientas técnicas para el ingeniero de estructuras y el administrador de infraestructura.
- Licitaciones y contratos**
Ofrece herramientas administrativas-legales y técnicas para la licitación, preparación de contratos e implementación, creando los marcos y las condiciones para licitaciones, estimaciones de costos y distribución de riesgos.
- Gestión de procesos de construcción**
Crea las condiciones necesarias para la organización de proyectos y la comunicación entre socios de la construcción, introduciendo estructuras para mejorar la eficiencia.

Para más información sobre estos temas, ver www.crow.nl.



una plataforma de información
y tecnología para la infraestructura,
el tráfico, el transporte y el
espacio público