

**Prefacio, Siglas, Resumen Ejecutivo,
Introducción**

Parte I Preparación del Proyecto

Parte II Diseño Operacional

Parte III Diseño Físico

► Parte IV Integración

Parte V Plan de Negocios

Parte VI Evaluación e Implementación

**Recursos, Glosario, Anexos,
Referencias**



**Guía de Planificación
de Sistemas BRT**

Autobuses de Tránsito Rápido
Enero de 2010

Parte IV – Integración

CAPÍTULO 13



Integración modal

CAPÍTULO 14



Integración de gestión de la demanda
y usos del suelo

13. Integración modal

«En principio puede parecer que el espacio peatonal es un asunto frívolo en los países en desarrollo; pero las privaciones de las personas de escasos recursos económicos realmente no se sienten durante el horario laboral – es durante las horas libres que se sienten las diferencias. Mientras que las personas de mayores ingresos económicos tienen carros, clubes, casas de campo, teatros, restaurantes y vacaciones, para los pobres, el espacio público es la única alternativa a la televisión. Los parques, plazas, calles peatonales y aceras son esenciales para garantizar la justicia social. Los aceras de gran calidad constituyen el elemento de respeto más importante para la dignidad humana y de consideración con los miembros vulnerables de la sociedad, tales como los pobres, los adultos mayores y los niños.»

—Enrique Peñalosa, ex-alcade de Bogotá

Los sistemas de BRT no se deben diseñar ni implementar de forma aislada. Dichos sistemas funcionan mejor cuando hacen parte de una red integrada de opciones de transporte que permiten un acceso seguro y cómodo a todas las partes de la ciudad. Incluso los usuarios del automóvil privado tienen que caminar a sus carros y, por tanto, son peatones en una parte de su viaje. Los mejores sistemas de BRT proveen una serie de conexiones fluidas que van desde la puerta de la casa hasta la puerta de la oficina o tienda, utilizando muchos otros modos de transporte para las distintas partes del viaje. Al maximizar las interfaces del sistema de BRT con otras opciones, los diseñadores del sistema ayudan a optimizar la base de consumidores potenciales. El sistema de BRT no termina en las puertas de entrada o salida de las estaciones. Por el contrario, involucra toda el área de captura de clientes. Si los usuarios no pueden llegar a la estación de una forma cómoda y segura, no existirán clientes para el sistema.

Los contenidos de este capítulo incluyen:

13.1 Integración de corredores

13.2 Peatones

13.3 Bicicletas

13.4 Otros sistemas de transporte público

13.5 Taxis

13.6 Park-and-Ride

13.1 Integración de corredores

«Lo único que necesitamos para resolver nuestros problemas de transporte es dejar de pensar que existe una única cosa que podemos hacer para resolver nuestros problemas de transporte.»

—Robert Liberty, 1000 Amigos de Oregon

Antes de que un sistema de transporte público pueda considerar su integración con otros modos de transporte, se debe realizar un primer paso básico que es garantizar que el sistema esté integrado consigo mismo. Esto se refiere a la integración física y tarifaria entre los diferentes corredores, rutas y servicios alimentadores. Desafortunadamente, muchos sistemas de carril exclusivo no realizan esta auto-comprobación

de integración. En algunos sistemas BRT, como en el de Kunming, Porto Alegre, Recife y Taipei, no existen transbordos gratuitos entre las diferentes líneas de autobús que comparten un mismo corredor de BRT. En Quito, los tres corredores principales de BRT comparten el espacio en diferentes puntos (Figura 13.1). No obstante, los tres corredores ni siquiera comparten las mismas estaciones. Un pasajero que quiera hacer un transbordo de un corredor a otro debe hacer una caminata difícil entre las distintas estaciones y luego debe volver a pagar para entrar al nuevo corredor.

Los sistemas que operan como corredores individuales se privan de las múltiples sinergias que tiene una red completa integrada. Dado que



Figura 13.1
En Quito, la línea Trole comparte la misma vía que la línea de la «Ecovía», pero los pasajeros no pueden hacer transbordos entre las dos sin caminar entre estaciones separadas y pagar de nuevo otro tiquete.

Foto de Lloyd Wright

es probable que las necesidades de movilidad de los pasajeros incluyan destinos en varios corredores, el sistema sacrifica una importante porción de su base de consumidores potenciales. En vez de tener que hacer varios transbordos, cada uno requiriendo de un pago adicional, los pasajeros tenderán a buscar modos de transporte alternativos.

Tal como se anotó en el Capítulo 7 (*Diseño de redes y servicio*), por lo general las ciudades escogen sistemas abiertos y no integrados por la facilidad política que suponen. En vez de

molestar a los carteles de transporte existentes, las figuras políticas escogerán una estructura del sistema que no requiera de cambios operativos significativos para los dueños de las flotas. En estos casos, la ciudad está respondiendo a los deseos de algunos pocos operadores privados por encima de las necesidades de los consumidores. Tal como se ha enfatizado a lo largo de este libro, el diseño del transporte público alrededor de algunos pocos intereses especiales frecuentemente resulta en un sistema comprometido y limitado. La integración comienza con un enfoque en las rutas y en los corredores internos del sistema. Un sistema integrado internamente puede expandir considerablemente su alcance y su base de consumidores al permitir que otros modos formen interconexiones fluidas con el sistema de BRT.

13.2 Peatones

«Caminante no hay camino. Se hace camino al andar.»

—Antonio Machado, poeta español, 1875–1939

Un componente clave de la planificación y el diseño de las estaciones es proveer un acceso seguro y cómodo a los peatones. Si no resulta cómodo ni fácil llegar a una estación de BRT, los consumidores preferirán no utilizar el sistema. Proveer una Ruta Segura al Transporte Público es, por tanto, un paso básico para proporcionar un servicio de BRT efectivo.

Tabla 13.1: Esquema de evaluación para el acceso al transporte público

Categoría	Descripción
Accesibilidad	La accesibilidad se refiere a la viabilidad de los individuos con discapacidades físicas para utilizar el sistema y alcanzar los destinos.
Asequibilidad	La asequibilidad al proporcionar transporte público es afectada en gran medida por la necesidad de puentes peatonales, túneles y otra infraestructura significativa.
Estética	La estética del área de acceso peatonal se refiere al atractivo del paso peatonal, el mobiliario urbano, y la congruencia entre el diseño de la calle y la arquitectura local.
Directo y conectividad	Involucra un paso peatonal que minimiza la distancia viajada para acceder la estación de transporte público. La conectividad se refiere a la capacidad de los peatones para acceder fácilmente una red más amplia de destinos.
Facilidad de acceso	La facilidad de acceso se refiere a la comodidad del peatón al caminar por un corredor; esta cuestión implica el grado de inclinación, la protección contra el clima, la condición de la superficie, y la protección contra el ruido y la contaminación.
Legibilidad	La legibilidad de un área se refiere a la facilidad de comprender el ambiente de la calle. La disponibilidad de mapas y señales puede ayudar a esta legibilidad.
Seguridad vial	Un paso peatonal seguro implica que los peatones están bien protegidos de las amenazas de la vía como los vehículos.
Seguridad personal	La seguridad personal se refiere a proporcionar un ambiente donde los peatones no son susceptibles a robos u otros crímenes.



Figura 13.2
La calidad del acceso alrededor y dentro de las estaciones determina significativamente si el sistema será o no utilizado por el público.

Foto de Lloyd Wright

Aunque la ubicación de las estaciones varía de acuerdo con los patrones de origen – destino que se diseñan en el contexto local, ciertos factores relacionados con los peatones permanecen constantes. Para evaluar la calidad del acceso peatonal al transporte público se ha diseñado un esquema de evaluación (Tabla 13.1). Específicamente, el acceso efectivo al transporte público se obtiene por medio de una infraestructura económica, atractiva, cómoda, directa, legible y segura. Si alguno de estos elementos no se aborda de forma adecuada, la viabilidad del acceso al transporte público puede ser puesta en riesgo.

Estas cualidades no siempre son mutuamente compatibles. Por ejemplo, el camino más directo puede involucrar conflictos con los vehículos, o la ruta más segura puede necesitar una serie de escaleras difíciles. El reto del diseño es priorizar los intereses que compiten mientras se balancea el resultado.

El acceso peatonal a las estaciones de transporte público debe considerar la facilidad de movimiento en tres puntos críticos: 1. del área del barrio al corredor; 2. el cruce del corredor para acceder a la estación; y 3. el movimiento en el área de la estación (Figura 13.2). Un plan de

acceso peatonal efectivo abordará cada uno de estos segmentos del viaje para acceder al sistema. Ignorar uno de estos componentes peatonales del trayecto puede derivar en que el sistema no sea accesible para un porcentaje de la base de usuarios.

Un plan de acceso peatonal bien diseñado proveerá un flujo natural de pasajeros a pie del área circundante. Los planificadores del sistema deben hacerse algunas preguntas básicas acerca de la calidad del acceso peatonal. ¿Los caminos peatonales que llevan a la estación están bien mantenidos? ¿Son lo suficientemente anchos como para manejar cómodamente el volumen esperado de peatones? ¿Son seguros y están bien iluminados? ¿Existe señalización adecuada para dirigir a los individuos fácilmente a las estaciones? ¿Existen conexiones peatonales lógicas entre los orígenes y los destinos más importantes tales como tiendas, colegios y lugares de trabajo?

13.2.1 Condiciones peatonales pre-existentes en las ciudades de países en vía de desarrollo

«Un pueblo que no tiene aceras, es uno que no ama a sus niños.»

—Margaret Mead, antropóloga, 1901–1978

La cantidad de personas que utilizan el transporte público en los países en vía de desarrollo frecuentemente se limita, debido a la falta de instalaciones aceptables para peatones. Por lo general, los peatones deben afrontar una serie de peligros que contribuyen directamente a las altas tasas de lesiones y muertes que se evidencian en estos países. Algunos de estos peligros incluyen:

- Completa ausencia de aceraspeatonales;
- Mala calidad del pavimento, por lo general de tierra o barro;
- Falta de separación física de los altos flujos de tráfico y de las vías de gran velocidad;
- Niveles de ruido y contaminación ambiental extremadamente elevados;
- Diseño de las intersecciones para facilitar las altas velocidades de giro de los vehículos a expensas del cruce seguro de los peatones;
- Obstrucción de las aceras debido a la presencia de automóviles estacionados (legal o ilegalmente), el mal diseño de la acera, la ubicación de postes de electricidad, señalización, escombros, vendedores etc.;
- Falta de protección frente a las condiciones climáticas extremas;
- Falta de iluminación;
- Congestión de peatones debido a las estrechas aceras o a la reducida capacidad de las mismas;



Figura 13.3
Comunidades tales como Alexandra en Johannesburgo (Sudáfrica) por lo general no tienen infraestructura peatonal adecuada.

Foto de Lloyd Wright

- Altos niveles de robo, asalto y otros crímenes de los cuales son víctimas los peatones.

Adaptado de Vasconcellos (2001, pp. 113) y Hass-Klau et al., (1999, pp. 105).

La total falta de aceras formales en los países en vía de desarrollo es relativamente común. Hook (2003) anota que: «Más del 60% de las vías en Yakarta, por ejemplo, no tienen aceras, y aquellas que existen están ampliamente obstruidas por postes de teléfono, árboles, materiales de construcción, basura, alcantarillas y desagües abiertos». De igual forma, en las ciudades africanas los distritos de población de bajos recursos rara vez cuentan con infraestructura para peatones, a pesar de que virtualmente nadie de esas zonas cuenta con un vehículo motorizado (Figura 13.3). Vasconcellos (2001) también anota que incluso cuando existen cruces, muy rara vez se le da la prioridad al peatón.

«Las instalaciones para los cruces peatonales también son inadecuadas, los cruces de cebra son escasos y los semáforos rara vez consideran las necesidades peatonales. En estos casos, los peatones son vistos como algo que puede ser ‘amontonado’ hasta que se abra algún espacio en el flujo del tráfico: los ‘ciudadanos de segunda categoría’ deben esperar a que los de primera categoría terminen de utilizar su derecho a usar las vías.»

Cruzar una calle puede resultar particularmente difícil en las ciudades de países en vía de desarrollo debido a la falta de cruces formalizados y a las restricciones de los cruces informales, los que por lo general se basan en los recorridos de los automóviles y no en los de los desplazamientos a pie (Figura 13.4).

La falta de rutas directas para ciclistas y peatones entre sus casas y las estaciones de transporte público también puede motivar a las personas a utilizar automóviles y motocicletas. Dado que las velocidades de los desplazamientos a pie son tan lentas, incluso los pequeños desvíos en las rutas directas de un acceso peatonal, tienen un dramático impacto negativo en el tiempo total del viaje. Hook (2003) documenta cómo las barreras peatonales y otra serie de desvíos en Surabaya resultan en desplazamientos sustancialmente más largos para los peatones:

«...las alamedas peatonales y las calles de una sola vía han sido utilizadas para facilitar los viajes motorizados de larga distancia, pero

simultáneamente han ocasionado desvíos gigantescos para los trayectos cortos en bicicleta y a pie. Las personas que desean cruzar una calle comercial principal usualmente ven que es más fácil tomar un taxi por dos kilómetros que cruzar la calle a pie. En Surabaya, el Banco Mundial estimó que estas medidas generan un estimado de 7.000 kilómetros diarios adicionales de tráfico innecesario.»

Por esta razón, muchas ciudades que se encuentran desarrollando sistemas de BRT desarrollan simultáneamente esquemas piloto de mejoras peatonales a lo largo y de manera adyacente al nuevo corredor del BRT.

Una de las primeras preguntas que usualmente se hacen los ingenieros al diseñar el nuevo sistema de BRT es «¿cómo llegarán los pasajeros a las estaciones de BRT si éstas están ubicadas en el centro de la vía?» Aunque diseñar cuidadosamente el acceso a las estaciones es uno de los elementos más importantes de un sistema BRT, y se discute a profundidad en la siguiente sección sobre seguridad, debe tenerse en mente que el acceso peatonal seguro es sólo uno de los asuntos importantes de los sistemas estándar de buses. Incluso sin un sistema BRT, frecuentemente los pasajeros deben cruzar las calles en intersecciones muy peligrosas para poder tomar los buses que van en el sentido contrario. La competencia por pasajeros en una estación al costado de la vía también es con frecuencia una causa importante de muertes de peatones; un problema que el BRT puede solucionar. Por lo tanto, el BRT no trae consigo dificultades especiales respecto al acceso peatonal, pero sí provee una oportunidad estratégica para mejorar significativamente la seguridad peatonal y el acceso de los pasajeros a los buses.

La segunda pregunta que se hace frecuentemente es si los cruces peatonales se deben hacer a nivel, elevados o bajo tierra. Como regla general, un cruce peatonal a nivel es más cómodo para los peatones y los individuos con discapacidades físicas y, por lo general, pueden ser lo suficientemente seguros si se utilizan diferentes medidas de pacificación del tráfico. De ser posible, es preferible utilizar pasos peatonales a nivel. En la mayoría de los casos en que se diseñan pasos peatonales elevados o subterráneos es para quitar a los peatones de la vía y permitir el



Figura 13.4
La falta de cruces formales para peatones en Dhaka (Bangladesh) crea riesgos significativos.

Foto de Karl Fjellstrom

paso vehicular, y no para asegurar la comodidad o seguridad de los peatones. Dichas instalaciones generalmente no proporcionan seguridad a los peatones, quienes con frecuencia las evaden ya sea porque están mal ubicadas, son extremadamente empinadas, están mal mantenidas, se encuentran llenas de vendedores informales, son inherentemente peligrosas desde el punto de vista de un atraco, o porque son incómodas. Los beneficios de seguridad de un paso elevado pueden no ser evidentes si la mayoría de las personas (en cualquier parte del mundo) escogen no utilizarla, y cruzar a través del peligroso y caótico laberinto de tráfico. No obstante, existen ciertas condiciones donde una separación total entre los peatones y los modos motorizados es preferible; la siguiente sección proveerá



Figura 13.5
La infraestructura peatonal del nuevo sistema de BRT en Yakarta.

Foto cortesía de ITDP

algunos lineamientos para tomar decisiones mejor informadas en esta materia.

Un nuevo sistema BRT ofrece la oportunidad de re-evaluar las condiciones peatonales y desarrollar un ambiente con mejoras sustanciales. No obstante, si no se pone atención al ambiente peatonal, las condiciones para los peatones pueden incluso desmejorar. Inicialmente, el sistema BRT de Yakarta falló en abordar apropiadamente a los peatones (Figura 13.5), y los puentes peatonales obstruyeron completamente las aceras existentes. Sin embargo, Yakarta aprendió de esta experiencia y ahora ha modernizado las aceras en todos los corredores del BRT TransJakarta.

13.2.2 Auditorías viales

«El peatón sigue siendo el obstáculo más significativo que impide el movimiento libre del tráfico.»

—Reporte de planificación de Los Ángeles (Engwicht, 1993)

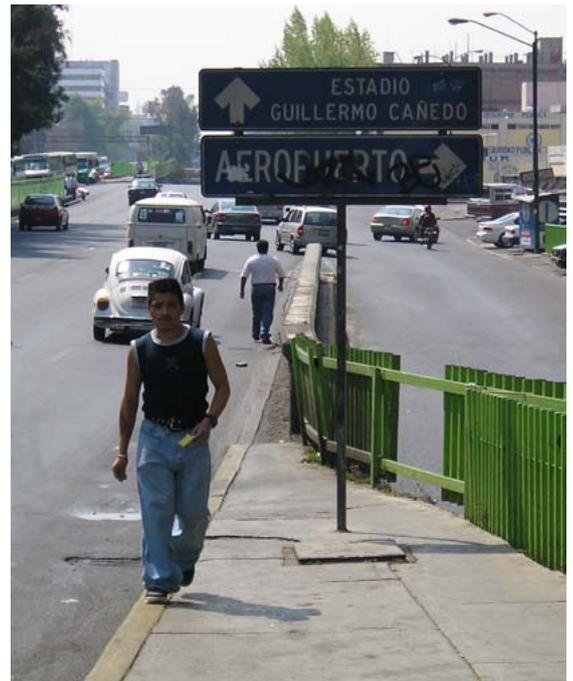
Dado que la mayoría de los peatones llega a la estación de BRT desde distancias superiores a un kilómetro, y debido a que las estaciones tienden a estar ubicadas aproximadamente cada 500 metros, el área de captura de los viajes realizados a pie generalmente está entre 500 y 1.000 metros. Las encuestas de TransJakarta indican que el 58% de los pasajeros caminaron menos de 500 metros a la estación, y que el 31% adicional llegó de lugares entre 500 y 1.000 metros

de distancia. Los viajes a pie con distancias más largas son escasos, a menos de que exista un corredor especial tal como un camino a lo largo de un río.

Por lo general, en los países en vía de desarrollo la red vial no es muy densa. Las pequeñas calles locales tienden a tener velocidades de operación relativamente lentas, así que estas pequeñas vías pueden contar con infraestructura para peatones. Los lugares donde probablemente más se necesitan mejoras para los peatones son en las vías arterias y las intersecciones donde las velocidades de los vehículos tienden a exceder los 40 km/h. Por lo tanto, identificar estas vías e intersecciones en el área de servicio y mejorar la calidad del ambiente peatonal debe ser el siguiente. Para analizar las instalaciones a este nivel de detalle se deben utilizar mapas detallados, idealmente a una escala mínima de 1:2.000.

La facilidad de caminar desde la casa o la oficina a una estación de BRT depende del diseño de la calle y de la forma urbana general. Algunos factores de diseño que afectarán la decisión de hacer el viaje a pie incluyen:

- Calidad de los materiales de las aceras;
- Cantidad de árboles, vegetación, verandas etc. que provean protección frente al clima;
- Calidad de la iluminación de la calle;
- Prioridad para los peatones en las intersecciones;



Figuras 13.6 y 13.7
Las condiciones peatonales que conectan el sistema de metro de la Ciudad de México con las oficinas municipales cercanas.

Fotos de Michael King

■ Ausencia de barreras grandes/rupturas.

Adicionalmente, el valor estético del ambiente peatonal jugará un rol importante en la disposición potencial del individuo a caminar. Si el camino es placentero y hermoso, entonces más personas serán atraídas al sistema BRT. En cambio, si el camino supone una experiencia desagradable caracterizada por ruido excesivo, contaminación y riesgos a la seguridad personal, entonces se perderá una porción significativa de la base de usuarios del sistema (Figuras 13.6 y 13.7). Los desarrolladores del sistema deben garantizar la calidad de los corredores peatonales que conectan las estaciones de BRT con los orígenes y destinos más importantes.

En esta etapa los desarrolladores del proyecto han identificado los corredores peatonales más importantes que conectan las estaciones a los orígenes y destinos más populares. Realizar una auditoría para evaluar la calidad de la infraestructura peatonal existente a lo largo de los corredores será muy útil para identificar las áreas con problemas. Con esta información a la mano las áreas prioritarias donde se deben mejorar las condiciones peatonales, se pueden identificar e incluir en el presupuesto de desarrollo del BRT.

Se han desarrollado numerosos protocolos de auditorías para evaluar las condiciones de las aceras, de sus bordillos y de otras características de las vías. Estos protocolos están disponibles en Internet para ser descargados de las páginas de varias organizaciones.¹⁾

Las herramientas más importantes para hacer una auditoría de la infraestructura peatonal son un mapa, una cámara y un metro (Figura 13.8). A medida que el equipo de la auditoría camina a lo largo del corredor peatonal, se deben tomar imágenes fotográficas aproximadamente cada 30 metros y/o cuando se evidencie un problema importante en la infraestructura. Una vez se tenga esta información, se puede clasificar el ambiente de la calle a partir de qué tan apropiado resulta para prestar acceso al transporte público. Un ejemplo de este tipo de esquema de clasificación se puede encontrar en la Figura 13.9. En

esta vista ilustrada de la calidad de las vías en Surabaya (Indonesia), el ambiente peatonal se ha codificado con diferentes colores de acuerdo con lo apropiado que resulta para los desplazamientos a pie: 1. Utilizable (verde); 2. Parcialmente utilizable (amarillo); y 3. No utilizable (rojo).

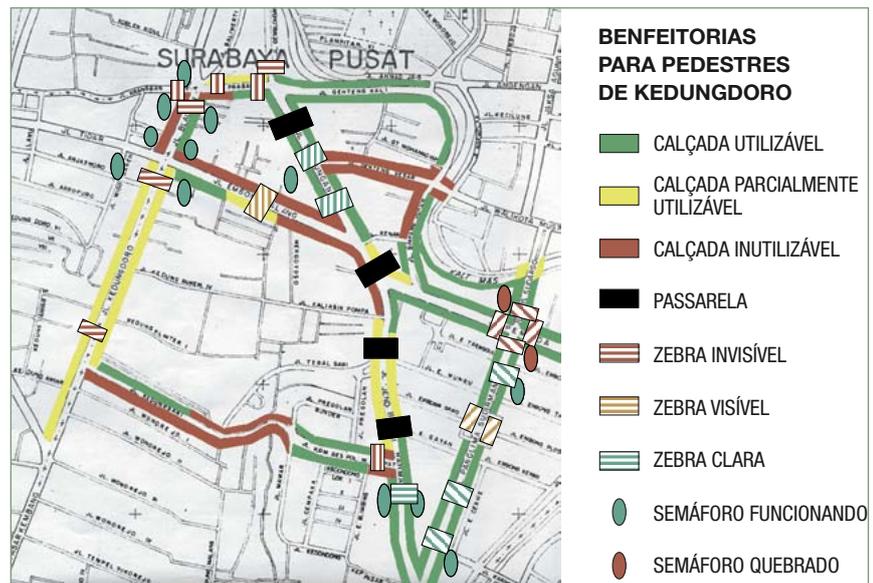


Figura 13.8
Una auditoría de la infraestructura peatonal en Zurich.

Foto de Lloyd Wright

Figura 13.9
Resultados de las auditorías de las calles en Surabaya.

Imagen cortesía de GTZ e ITDP



¹⁾ http://www.bikewalk.org/vision/community_assessment.htm
<http://www.walkinginfo.org/walkingchecklist.htm>
<http://www.falls-chutes.com/guide/english/resources/pdf/WalkChecklistJuly29ForWeb.pdf>

13.2.3 Conectividad y direccionalidad

«Todas las grandes ideas se obtienen al caminar.»

—Friedrich Nietzsche, filósofo, 1844–1901

Qué tan directa es una ruta entre el punto de inicio de un pasajero y la estación de transporte público es un factor importante en el tiempo de caminata requerido. La conectividad que la infraestructura permite determina la facilidad de movimiento entre dos puntos. La conectividad también se relaciona con la ubicación de la estación dentro del contexto más amplio de la ciudad.

13.2.3.1 Analizar la conectividad

Mejorar el acceso peatonal de las estaciones de transporte público no es un asunto complicado y un vistazo rápido de los alrededores de la estación puede, por lo general, determinar si existen o no caminos peatonales adecuados, si se han proveído instalaciones para cruzar las intersecciones, si existe alumbrado apropiado para los desplazamientos nocturnos, si ciertos puntos de acceso populares han sido obstruidos por barreras, por condiciones inseguras o por bloqueos temporales que puedan causar incomodidades a los peatones. Aunque una visita de sitio por parte del equipo de planificación de transporte no motorizado es usualmente suficiente, un análisis más detallado puede ser requerido si los ingenieros no tienen conocimientos específicos en la planificación para peatones, o si las intersecciones o las estaciones tienen movimientos complejos de peatones.

Ubicar los movimientos de los peatones en un mapa del área de la estación de BRT

proporciona la información de base que contribuirá a realizar el diseño óptimo de la infraestructura peatonal. Tal como los conteos de tráfico resultaban ser un dato clave para el proceso de modelación de BRT, los conteos de peatones y de sus movimientos son insumos importantes para entender los aspectos relacionados con el acceso a las estaciones. Algunas herramientas tales como los estudios de origen-destino (O-D) peatonales, los mapas de tiempos de caminata y las encuestas, le permiten a los planificadores entender los movimientos peatonales a un nivel local. Al identificar los orígenes y los destinos posibles de los peatones y las rutas que se transitan a pie con más frecuencia, los planificadores y diseñadores pueden priorizar las mejoras de la infraestructura en las ubicaciones más efectivas.

Si las rutas más comunes a pie no son inherentemente claras, en algunos casos puede ser útil realizar una pequeña encuesta localizada de O-D de pasajeros que descienden de una estación de BRT y de sus destinos locales. La zona de impacto puede ser dividida en pequeñas áreas de 250 metros cuadrados alrededor de la estación de BRT, identificando los destinos populares tales como los colegios, los centros comerciales y los edificios de oficinas. Si existe un polo atrayente de viajes en la zona de destino (p. ej., un centro comercial, un colegio o un hospital), esta ubicación puede servir como punto de destino. Si no es claro un punto de atracción particular, el destino puede ser representado por un punto central en cada zona.

Figura 13.10

Mapa origen-destino de Surabaya (Indonesia).

Imagen cortesía de ITDP

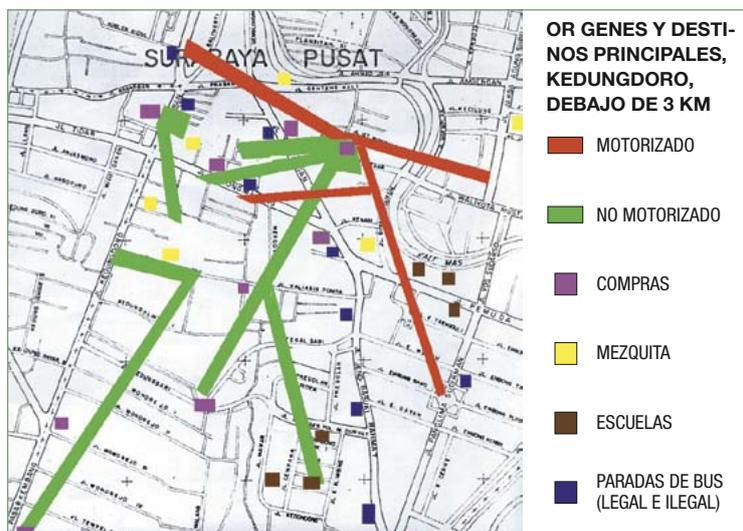
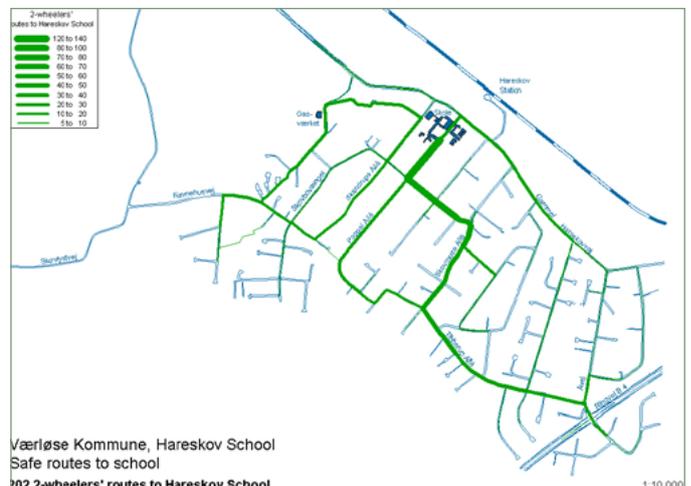


Figura 13.11

Mapeo de las rutas actuales realizadas a pie para los viajes al colegio en Copenhagen (Dinamarca).



alrededores de la estación. Nótese que la persona pudo caminar más lejos donde la red de calles es más densa, así que sería útil crear pasajes que atraviesen cuadras. También debe notarse que la persona se demoró más en cruzar calles más grandes, así que no pudo caminar tan lejos. En este caso sería útil minimizar las demoras de los semáforos.

13.2.3.2 Factores de desvío

Una vez que ya se han indicado en un mapa los viajes actuales, por lo general se puede decir cuándo hay muchas personas haciendo grandes desvíos para llegar a un destino popular. Este mapeo de rutas realizadas puede ser utilizado para calcular los factores de desvío. Éstos son la forma más sistemática de identificar los problemas de impactos negativos más significativos. Dichos problemas pueden ser creados por vías inseguras de gran velocidad, por restricciones a vehículos no motorizados en determinadas calles, por barreras al cruzar las calles, por un sistema de calles de una sola vía, o por la presencia de grandes canales, rieles de ferrocarril y otras infraestructuras difíciles de pasar.

Los factores de desvío son la distancia que un peatón común, un ciclista o un conductor de un bici-taxi debe recorrer por fuera de su trayecto para llegar a su destino, en relación con la distancia en línea recta. En una cuadrícula de tráfico típica europea o americana, sin restricciones para los vehículos no motorizados, los factores de desvío son usualmente muy bajos. Un factor de desvío de 1,2 tal como el existente en Delft, Holanda, es extremadamente bajo. Este nivel significa que el ciclista promedio sólo debe desviarse un 20% de la distancia en línea recta para poder llegar a su destino. Al identificar en un mapa algunos factores de desvío en Surabaya, se observó que las ciudades asiáticas con muchas calles de una sola vía, pocas intersecciones, una débil red de vías secundarias y terciarias, y velocidades de vías bastante inseguras pueden tener factores de desvío extremadamente altos.

Es bastante usual en los países en vía de desarrollo que las distancias entre las intersecciones estén a más de un kilómetro. Por lo general, los peatones pueden cruzar relativamente seguros las intersecciones a nivel, pero a veces los

planificadores del tráfico prefieren no utilizar este tipo de pasos para permitir cruces vehiculares sin conflictos con los peatones. Los planificadores del tráfico también tienden a poner obstáculos que obliguen a los peatones a cruzar las calles en ciertos pasos elevados designados, y frecuentemente dichos puentes pueden estar separados a más de un kilómetro. En estas condiciones, si un peatón simplemente quiere cruzar una vía de 50 metros de ancho y el puente más cercano queda a 250 metros de distancia, el peatón deberá caminar una distancia de 500 metros para recorrer una distancia en línea recta de sólo 50 metros. Esta distancia representa un factor de desvío de 1:10. Esta situación es bastante común en los países en vía de desarrollo y es una razón muy frecuente por la cual los peatones se rehúsan a utilizar los puentes peatonales.

En estos casos, hacer un paso a nivel o incluso un paso peatonal elevado en las estaciones de BRT, bien sea a mitad de cuadra o en las intersecciones, no sólo contribuirá a tener un acceso seguro al sistema de transporte sino que mejorará la seguridad y la comodidad de los peatones que utilizan el sistema de BRT. Cuando se abrieron las nuevas instalaciones peatonales en el sistema TransJakarta, los taxistas que operaban en los corredores se quejaron de perder un gran número de viajes cortos.

La conectividad peatonal hacia una estación de BRT también se relaciona con la ubicación de las calles y los caminos en el área. Es bastante común que en los países en vía de desarrollo el sistema de vías secundarias sea bastante débil. Las áreas residenciales frecuentemente se conectan con las arterias principales sólo en un número limitado de puntos de acceso, y estas calles locales rara vez se conectan con otras áreas residenciales excepto a través de las arterias principales. Las redes viales que dependen de un alto número de pequeñas vías que no se conectan entre sí, pueden limitar seriamente la capacidad de los peatones de llegar a una estación de BRT. Este patrón reduce la funcionalidad de las estaciones de BRT, dado que se requieren viajes más largos para llegar a los destinos. En cambio, las redes desarrolladas en un sistema de cuadrícula inter-conectada proveen una mayor accesibilidad. Dado que las calles están mejor conectadas, los peatones pueden llegar directamente a las

estaciones de BRT. Un sistema de cuadrícula de vías también tiende a ser más fuerte, ya que el sistema no fallará si una conexión se bloquea. A veces es posible encontrar ubicaciones para atajos peatonales, para reducir los grandes factores de desvío causados por la falta de un sistema de vías secundarias.

13.2.3.3 Ubicación de la estación

En el nivel macro, las estaciones deben estar ubicadas de la forma que mejor atiendan al grueso de la población y que maximicen el número potencial de pasajeros utilizando el sistema. Aunque existen muchos asuntos relacionados con los peatones cuando se habla de la ubicación de la estación, existen pocos temas particulares que directamente se relacionen con el acceso y la seguridad peatonal. Normalmente, ubicar las estaciones cerca de orígenes y destinos populares como los centros comerciales, los grandes complejos de oficinas o las intersecciones importantes, minimizará los tiempos de desplazamiento de los peatones. No obstante, existen muchas razones importantes desde el punto de vista del flujo general del tráfico que justifican que las estaciones se ubiquen a una cierta distancia de dichos destinos populares, tal como se describe en detalle en el Capítulo 8 (Diseño Operacional II: *Capacidad del sistema y velocidad*) donde se presenta el esquema de una metodología para determinar el espaciado y la ubicación de las estaciones. Claramente, la seguridad y la facilidad de acceso de los pasajeros son consideraciones adicionales que deben contribuir a definir la ubicación exacta de una estación.

13.2.4 Seguir los movimientos peatonales

«El lugar donde uno pierde el camino, no es necesariamente el lugar donde termina.»

—Tom Brown, Jr., naturalista, 1950—

En la escala micro, las encuestas a los peatones son una buena forma de documentar exactamente cómo la gente utiliza la calle, las intersecciones o las plazas. Estas encuestas han sido utilizadas para rediseñar intersecciones complejas, para mostrar la forma como se utiliza un espacio durante el día y para priorizar la ubicación de las intervenciones con el fin de mejorar las instalaciones para los peatones. Dado que el rol de los diseñadores de instalaciones para peatones es facilitar su desplazamiento, se debe observar con mucho detenimiento el comportamiento actual de los peatones para luego determinar qué tipo de intervenciones en la infraestructura se deben diseñar para asegurar que los viajes se hagan de forma segura, en vez de diseñar instalaciones peatonales que los obliguen a comportarse de formas que les resulten inconvenientes.

13.2.4.1 Encuestas de rastreo

Por lo general, las encuestas de rastreo son realizadas en intersecciones complicadas y en instalaciones de transporte público, particularmente si alguna ha sido identificada como un lugar donde ocurren muchas muertes o lesiones de peatones, con el objetivo de mostrar dónde se requieren mejoras.

Cuando se construyó el TransJakarta, el corredor de la Fase I se terminó en la estación de autobús Blok M. En el momento en que abrió el sistema, se esperaba que los peatones que

Figuras 13.13 y 13.14
A pesar de los esfuerzos para obligar a los pasajeros a utilizar rutas alternativas en la terminal Blok M de TransJakarta, la mayoría de los pasajeros prefirieron entrar por el paso directo a nivel.

Foto izquierda de Lloyd Wright
Foto derecha de Michael King



Figura 13.15

Se elaboró un diseño con múltiples islas peatonales con el objetivo de mejorar las condiciones.

Imagen cortesía de Michael King

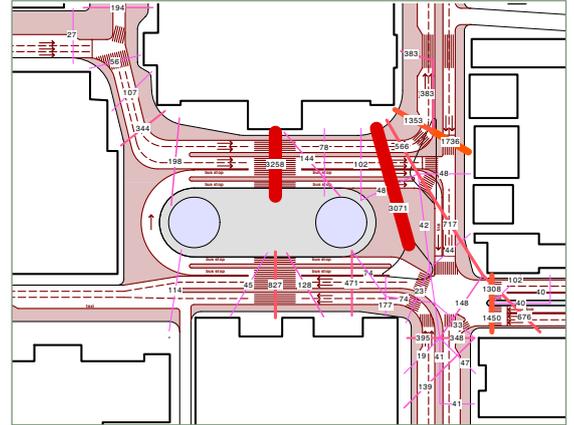


Figura 13.17

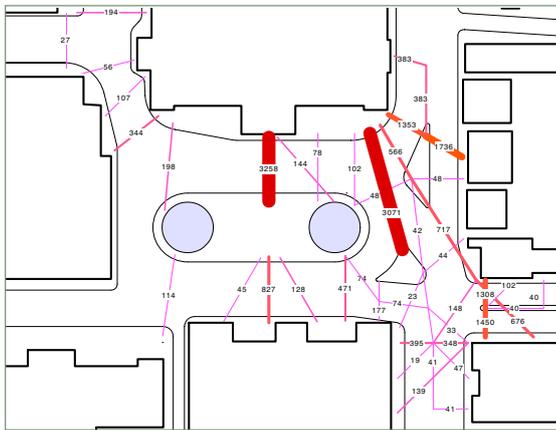
Rutas realizadas a pie en la misma estación durante horas de la tarde.

Figura cortesía de ITDP

Figura 13.16

Las rutas realizadas a pie en una estación de transporte público en Yakarta durante la mañana.

Figura cortesía de ITDP



accedían al Blok M desde el norte y el este utilizarían el puente peatonal y el paso subterráneo construidos en el lugar. No obstante, en realidad sólo 210 pasajeros estaban utilizando el puente en la hora pico de la mañana y ninguno proveniente del norte o del este utilizó el paso subterráneo para dirigirse al sur. Los restantes miles de pasajeros estaban entrando o saliendo de la Terminal Blok M y usando el paso a nivel, a pesar de los esfuerzos de los diseñadores de la estación de hacer dicho acceso imposible, tal como lo muestran las Figuras 13.13 y 13.14.



Figura 13.18

Las encuestas de rastreo como una herramienta de rediseño de la plaza Mulry en la ciudad de Nueva York.

Foto cortesía de Project for Public Spaces



Un concepto de diseño inicial de la intersección Blok M fue intentado (Figura 13.15). No obstante, diseñar una intersección de esta complejidad con el fin de optimizar la seguridad y conveniencia de los peatones sin comprometer el tráfico mixto y las velocidades operativas del BRT, es un asunto muy complicado. En los países desarrollados donde los flujos de tráfico son mucho menos complicados no sería raro gastar más de US\$ 10 millones de para rediseñar una intersección de esta complejidad, utilizando herramientas especializadas de modelación micro-simuladas.

La técnica básica para hacerle seguimiento a los peatones es ubicar a los encuestadores en las entradas de una ubicación específica. En una típica intersección de cuatro extremidades existen ocho aceras que llevan a la intersección y, por tanto, ocho puertas de ingreso. A medida que pasan los peatones, los encuestadores deben marcar en un plano del área el lugar exacto por donde caminaron, el sitio por donde cruzaron la calle, en dónde voltearon etc. Los encuestadores no deben seguir a nadie. La encuesta puede durar desde 30 minutos hasta dos horas, dependiendo de qué tanto demoren en establecerse los patrones de desplazamiento de los peatones. Sin embargo, la encuesta debe ser realizada en diferentes momentos, dado que es probable que los patrones de uso varíen ligeramente a lo largo del día (Figuras 13.16 y 13.17). Por ejemplo, los flujos de la mañana y los de la tarde probablemente sean contrarios. El diseño óptimo es aquel que se acomoda a los flujos picos en ambas direcciones. La evaluación de los volúmenes en los periodos pico puede ser la clave para maximizar la comodidad de los peatones en los puntos de transbordo. Aunque la alineación sea este/oeste, norte/sur o cualquier otra combinación, la mayoría de las ubicaciones exhiben flujos dominantes.

La Figura 13.18 de la plaza Murly en Nueva York muestra cómo se puede utilizar una encuesta de rastreo para rediseñar el área. La parte baja de la izquierda de la Figura 13.18 muestra la condición anterior. En la parte superior izquierda de la figura se muestra la encuesta de rastreo. La esquina superior derecha muestra las extensiones temporales de las curvas (en pintura). La esquina inferior derecha de la figura muestra el resultado construido final.

En ambientes complejos se pueden realizar múltiples encuestas de rastreo para formar una vista compuesta del área. Dicha vista es particularmente útil para entender cómo las múltiples intersecciones, plazas y senderos peatonales interactúan para servir al peatón. La Figura 13.9 provee un estudio de rastreo compuesto de 19 puntos en el Triángulo Tumban de la ciudad de Nueva York.

Aunque es posible predecir los patrones de desplazamiento, los humanos son altamente adaptables. Así que se recomienda re-analizar el área y ver qué tan bien funciona el diseño luego de que se abre la estación particular.

13.2.4.2 Fotos aéreas y video

Las encuestas de rastreo son muy específicas y requieren de una buena cantidad de personal

Figura 13.19
Encuestas compuestas de rastreo realizadas en el triángulo de Tubman en la ciudad de Nueva York.

Dibujo cortesía de Michael King

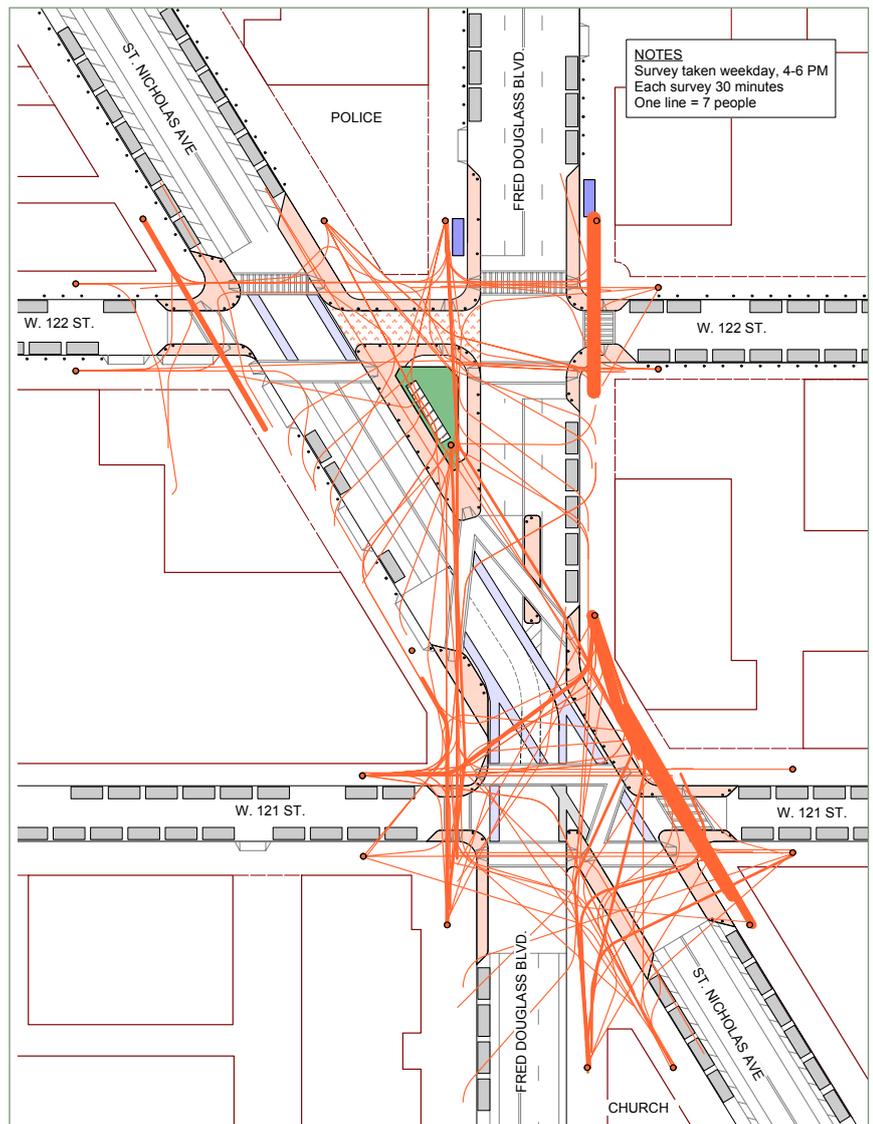


Figura 13.20

Imagen aérea que muestra dónde las personas cruzan la calle en un barrio de Cape Town (Sur África).

Foto cortesía de ITDP



para realizarse. Otra forma de obtener información similar, aunque no tan exacta, es a través de las fotografías aéreas. Por lo general es bastante fácil ver en las fotos aéreas a dónde quieren ir la mayoría de los peatones a partir de los senderos que quedan marcados en el pasto. Las imágenes aéreas pueden mostrar incluso a peatones reales, ya sea en el mercado o caminando en las aceras, o dejar ver lo caminos que se hacen en el piso sin pavimento. Las Figuras 13.20, 13.21 y 13.22

muestran ejemplos de fotos aéreas que se utilizan para contribuir en la identificación de rutas y movimientos peatonales.

La llegada de la tecnología de video promete grandes ventajas para mejorar la exactitud del seguimiento de los peatones. En vez de depender

Figura 13.22

Imagen aérea que muestra dónde cruzan la calle las personas en Kuala Lumpur (Malasia).

Foto de Michael King

Figura 13.21

Imagen aérea que muestra cómo las personas acceden a una parada de autobús en Brasilia (Brasil).

Foto de Michael King



de un equipo de encuestadores que deben captar los movimientos peatonales mientras ocurren, un video de un área particular que captura la escena sirve para realizar un estudio más detallado. Además, los movimientos pueden ser repetidos en cámara lenta para ver los matices que no son fáciles de identificar en un sólo momento.

13.2.5 Seguridad

«El carro es un lujo que puede degenerarse en una molestia.» (1907)

—Herbert Asquith, ex Primer Ministro de Inglaterra, 1852–1928

Mejorar el acceso peatonal para el sistema de BRT requiere, como primera medida, del diseño de instalaciones que garanticen la seguridad del peatón. Aunque la mayoría de medidas de seguridad peatonal que se recomiendan para el corredor de BRT pueden ser implementadas con o sin este sistema, la introducción del BRT suele ser una oportunidad estratégica para implementar tantas medidas como sean posibles. Así, aunque las herramientas analíticas y las medidas que se sugieren más abajo son genéricas para todos los diseños de instalaciones peatonales seguras, son necesarias para la aplicación específica en los accesos a las estaciones y resultan críticas para el éxito del sistema de BRT.

La mayoría de las medidas de diseños viales utilizadas para incrementar la seguridad peatonal siguen reglas bastante estandarizadas que no requieren de un análisis profundo. No obstante, el análisis de las condiciones de seguridad existentes puede contribuir en gran medida a priorizar las intervenciones, e incluso a disipar los malentendidos respecto a la seguridad vial que suelen ser contrarios a la intuición.

13.2.5.1 Mapeo de accidentes

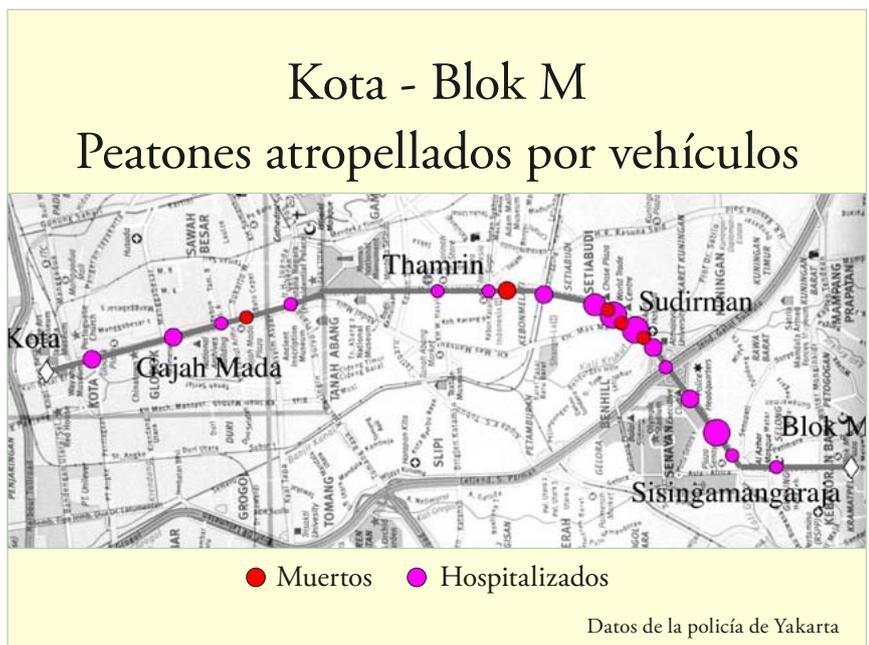
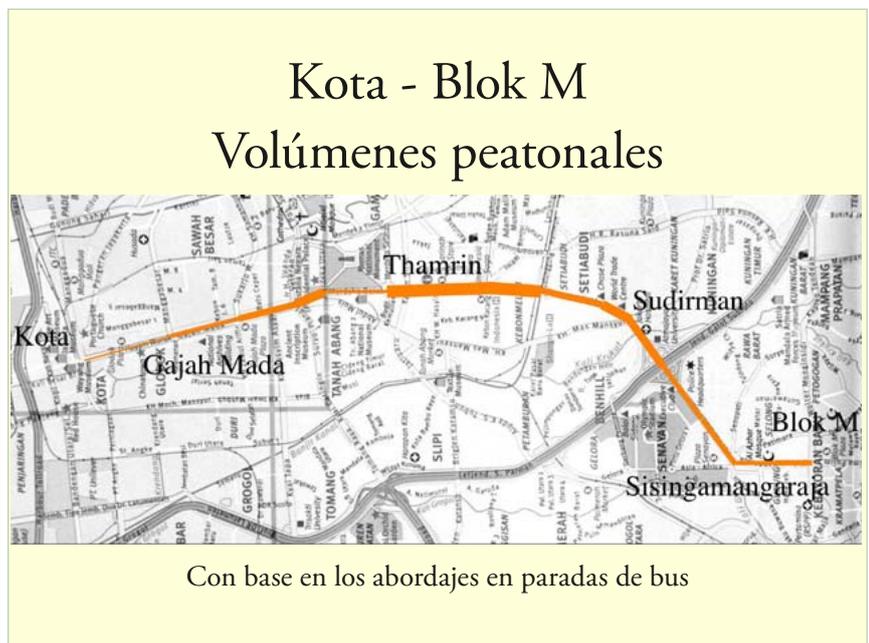
Determinar los lugares donde los peatones y donde otros usuarios vulnerables de las vías son atropellados por los carros es un paso fundamental para el análisis de seguridad y para la planificación de la estación de transporte público en particular. Primero, los planificadores deben recolectar la información que tiene la policía sobre los accidentes de tránsito (datos de los choques) que involucran a los usuarios no motorizados, para luego ubicar los lugares de la forma más precisa posible. Se requiere hacer, además, una división entre los accidentes

ocurridos en las intersecciones y los que no. Aunque es probable que los casos estén sub-representados (Cuadro 13.1), el simple ejercicio de ubicación de accidentes debe posibilitar la identificación de puntos particularmente peligrosos.

Una vez que se ha identificado un punto particularmente peligroso o un área para ubicar una futura estación, se debe desarrollar un análisis del lugar a mayor profundidad. Los investigadores en la Universidad de Lund en Suecia han desarrollado una técnica de «análisis de conflicto» donde se observa una ubicación y se

Figuras 13.23 y 13.24
Volúmenes de peatones, lesiones y muertes a lo largo de corredor de BRT en Yakarta.

Imágenes cortesía de ITDP



graban los conflictos existentes entre distintos usuarios de las vías. Estos «conflictos» pueden ser movimientos para evitar otros vehículos, maniobras evasivas o simples reducciones en la velocidad. La idea es que este tipo de información muestre un panorama más completo de la seguridad en ubicaciones particulares que aquellos que muestran las estadísticas de accidentalidad. Esta técnica es especialmente útil en los contextos donde la mayoría de los incidentes no son reportados.

La Figura 13.23 muestra los volúmenes de pasajeros a lo largo del primer corredor de BRT en Yakarta y la Figura 13.24 compara estos volúmenes con las ubicaciones donde ocurren lesiones.

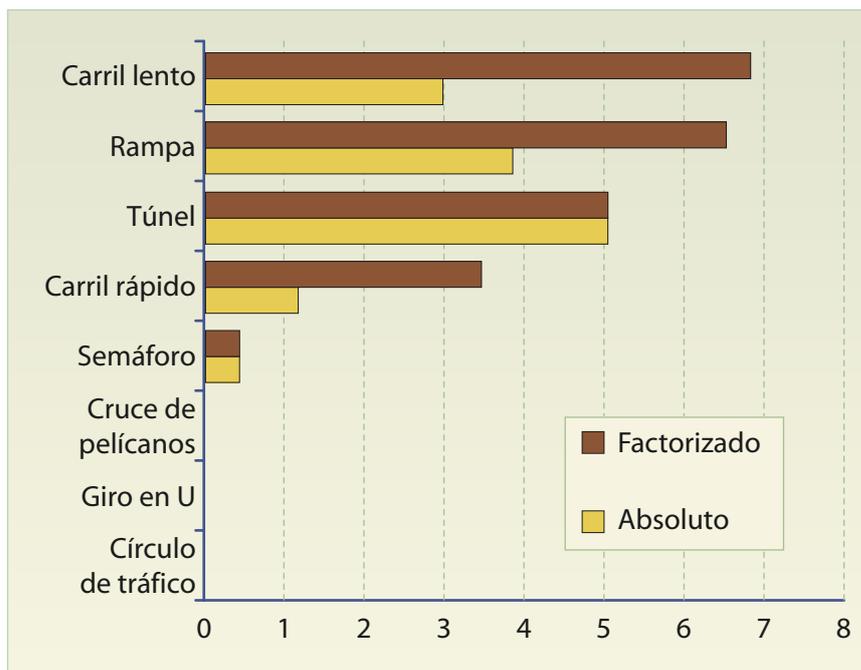
El análisis cuidadoso de estos puntos muestra que el mayor número de lesiones serias y muertes en accidentes que involucran peatones ocurrieron en el carril lento de la sección de mayor velocidad del corredor de BRT, y se determinó que la causa principal fue la competencia por pasajeros entre los conductores de autobús y otros vehículos comerciales en el carril del costado (Tabla 13.2). El siguiente punto más peligroso es el acceso de alta velocidad y las rampas de salida a las autopistas. La siguiente ubicación más peligrosa es en los túneles mal iluminados donde muchas personas deben cruzar para tomar los buses y los moto-taxis van en el sentido opuesto. En seguida están los accidentes

en el carril rápido, causados por peatones que cruzan ilegalmente la calle debido a la incomodidad de tener que caminar hasta el siguiente puente peatonal. Tal como ocurre en el caso de India, pero contrario a lo que sucede en los países desarrollados, muy pocos accidentes ocurren en las intersecciones o en las glorietas.

Esta comparación mostró que mayores volúmenes de peatones no necesariamente implican mayores muertes o lesiones. De hecho, la velocidad de los vehículos fue el indicador más representativo de la gravedad de las lesiones. Los volúmenes de pasajeros por lo general significan que un mayor número de personas está siendo atropellada, pero con resultados menos graves. Este argumento de «cifras de seguridad» se está volviendo cada vez más popular entre la comunidad de seguridad peatonal.

A partir de estos resultados, si se quiere mejorar la seguridad peatonal a lo largo de los corredores de BRT el primer paso es ponerle fin a la competencia por pasajeros entre los operadores de buses. Este cambio puede ser obtenido a través de la estructuración operativa y de negocios del

Tabla 13.2
Lugares de accidentes graves con peatones en Yakarta.



Cuadro 13.1: Los límites de las estadísticas de colisiones

Los incidentes de vehículo-vehículo y los incidentes que involucran muertes son normalmente reportados con precisión razonable y no necesitan ser ajustados. No obstante, las investigaciones indican que solo entre 35 y 85% de los incidentes vehículo-bicicleta y vehículo-peatón se incluyen en las estadísticas típicas de colisiones. Un estudio de niños de California estimó que los informes de la policía solamente cubrieron 80% de las admisiones hospitalarias (Agran *et al.*, 1990). Un estudio británico encontró que solo 67% de las heridas leves a peatones fueron reportadas mientras que 85% de las heridas graves lo fueron (James, 1991). En Alemania las figuras son 50% para heridas importantes y 35% para las menores. Basándose en estas investigaciones, es apropiado ajustar las estadísticas de heridas vehículo-bicicleta y vehículo-peatón hacia arriba por al menos 50% (Hautzinger, 1993).

sistema. Específicamente, los ingresos del operador deben depender de los kilómetros/vehículo recorridos en vez del número de pasajeros transportados. En segundo lugar, se deben proveer una serie de cruces peatonales de buena calidad a lo largo del corredor para evitar que éstos pasen por cruces no demarcados. En Yakarta, la construcción de pasos elevados de buena calidad y suave pendiente en las grandes estaciones de BRT ubicadas a media cuadra fueron bastante útiles para garantizar la seguridad de los peatones (Figura 13.25).

13.2.5.2 Factores clave que inciden en los accidentes

La Tabla 13.3 enumera factores de peso que pueden ser utilizados para determinar la seguridad de un área o una ubicación particular. La lista incluye los costos directos (daños a la propiedad, servicios médicos de emergencia, tratamiento médico, pérdida de productividad, pagos de seguros) y los costos indirectos (primas de los seguros, características de seguridad de los vehículos). Estos multiplicadores pueden aplicarse a la información existente sobre accidentes para mostrar el costo anual aproximado de la configuración vial. Esta lista también puede ser utilizada para estimar el ahorro potencial de una propuesta, en relación con el costo de su construcción.

Las condiciones peligrosas pueden ser mitigadas al dirigirse a la raíz de las causas del peligro, que pueden ser agrupadas en tres categorías básicas:

1. Velocidad y volumen de los vehículos

La velocidad del vehículo constituye un determinante significativo de la gravedad del choque, pero no de su frecuencia. Los volúmenes de los vehículos tienden a correlacionarse con la frecuencia de los accidentes pero no con su gravedad. Tanto el volumen como la velocidad de los vehículos son controlables

Tabla 13.3: Factores que determinan la seguridad relativa de una ubicación

Factor	Gravedad
1.300	Muerte
90	Herida de incapacidad
18	Herida evidente
10	Posible herida
1	Daño a propiedad únicamente

Fuente: Hombberger et al., (1996)



Figura 13.25
La construcción de cruces peatonales de buena calidad en Yakarta ha contribuido enormemente a reducir los accidentes peatonales.

Foto cortesía de ITDP

y, en últimas, determinados por las decisiones tomadas por los diseñadores viales y los hacedores de políticas públicas que deben asumir la responsabilidad de sus decisiones, dado que las vidas de las personas están en juego. Aunque los mecanismos para reducir los volúmenes de vehículos serán discutidos en el Capítulo 14 (*Integración de gestión de la demanda y usos del suelo*), muchas opciones de diseño para reducir las velocidades de los vehículos, gran parte de las cuales no comprometen el rendimiento vehicular, serán discutidas a continuación.

2. Riesgo de «exposición» peatonal

El tiempo que los peatones están expuestos al tráfico varía de acuerdo con la distancia entre las instalaciones peatonales seguras, la manera como se diseñen las fases de las luces de los semáforos y el tipo de instalaciones de segregación. Éste riesgo tiene tanto un componente temporal como uno espacial. Reducir el riesgo de exposición significa incrementar la seguridad.

3. Facilidad de predicción de conductores y peatones

Los conductores están tomando decisiones constantemente y si otros usuarios de las calles –caminantes, ciclistas y otros conductores- pueden predecir con más exactitud dichas decisiones, entonces la calle será más segura. Reducir el número de opciones que los conductores pueden tomar en cruces clave es la forma más simple para poder predecir mejor su forma de actuar.

13.2.5.3 Reducir las velocidades de los vehículos

Velocidad y riesgo

La relación entre las velocidades de los vehículos y el riesgo de muerte o lesión ha sido bien documentada en un amplio rango de circunstancias (Figura 13.26). A velocidades de menos de 32km/h virtualmente no existen muertes peatonales; a 80 km/h casi todos los incidentes entre vehículos y peatones resultan en muerte. Existen buenas razones por las cuales los límites de velocidad en las áreas residenciales en los países con buenos récords de seguridad vial son de 30 km/h o menos.

De igual forma, una investigación australiana sugiere que una reducción de la velocidad de sólo 5 km/h resulta en:

- 10% menos muertes peatonales; y
- 20% menos lesiones peatonales graves (Anderson, 1997).

Existen muchas técnicas para reducir las velocidades del tráfico que van desde la reducción y el control más estricto de los límites de velocidad, hasta la modificación del diseño vial. El control a través de cámaras de los vehículos que exceden la velocidad permitida y la modificación de los incentivos de los policías para identificar a los usuarios del automóvil que violan el límite pueden ser estrategias bastante útiles. No obstante, el enfoque que se utiliza en este caso está en los asuntos relacionados con el diseño de las vías, dado que éstas se hacen seguimiento por si

solas y fáciles de implementar como parte de un proyecto de BRT.

Hay dos aproximaciones básicas para reducir las velocidades de los vehículos a través del diseño de las vías: «pacificación del tráfico» y lo que ha sido denominado como «espacio compartido» o «post- tráfico calmado». Aunque en algunos casos reducir la velocidad vehicular a través de estos métodos puede comprometer el rendimiento del tráfico mixto, una investigación alemana reciente muestra que se puede incrementar la capacidad del tráfico mixto a través de un proceso denominado como «suavización del tráfico», que termina los movimientos en forma de acordeón que llevan a los cuellos de botella en el tráfico.

Pacificación del tráfico

La familia de intervenciones más comunes para disminuir la velocidad de los vehículos

Figura 13.26
Relación entre la velocidad de los vehículos y la seguridad peatonal
(UK DOT, 1993)



Cuadro 13.2: Medidas de pacificación del tránsito

Camellones – Área redonda elevada que cruza la vía vehicular con dimensiones típicas de -4 metros de longitud y 50-100 mm en altitud.

Speed table – Camellones de topes planos que son construidos con frecuencia con ladrillo o materiales texturizados y son usualmente lo suficientemente largos para que el espacio entre ruedas de un automóvil estándar esté completamente en la superficie plana

Aceras elevadas – éstas son camellones con marcas de cruce y señalización para canalizar los cruces peatonales, dando a los peatones un cruce a nivel. Adicionalmente, al elevar el nivel del cruce, los peatones son más visibles a los conductores que se aproximan.

Intersecciones elevadas – áreas planas y elevadas que cubren el área completa de la intersección, con rampas hacia todos los lados y típicamente construidas en ladrillo u otro material texturizado.

Intersecciones realineadas – cambios en la alineación de las intersecciones que convierten una intersección en T con aproximaciones directas a calles con curvas.

motorizados para garantizar la seguridad peatonal se llama «pacificación del tráfico». En cualquier lugar donde se requiere acceso peatonal al sistema de BRT, o donde se han registrado varios accidentes peatonales, resulta clave considerar medidas de pacificación del tráfico. El Cuadro 13.2 resume muchas de las formas más comunes de pacificación del tráfico.

Muchas otras medidas que reducen la velocidad vehicular y aumentan el espacio para los peatones son discutidas en la próxima sección. Las Figuras 13.27 hasta la 13.30 ilustran algunas de estas técnicas de pacificación del tráfico.

Espacio compartido

Sin importar si el sistema de BRT atraviesa el centro de la ciudad o pasa por pequeñas vías de acceso, pueden existir oportunidades de implementar uno de los conceptos más innovadores en los años recientes: la idea del «espacio

Pavimentos texturizados o en color – se utilizan materiales de pavimento para crear una superficie en color o en desnivel para que los vehículos crucen una intersección, o incluso toda una cuadra de calle.

Círculo de tráfico – islas elevadas en el centro de intersecciones, alrededor de las cuales circula el tráfico.

Chicanas – extensiones del bordillo que alternan de un lado de la calle al otro, formando curvas en forma de S.

Neckdowns – extensiones del bordillo en intersecciones que reducen la distancia requerida para que un peatón cruce la calle.

Chokers – extensiones del bordillo a mitad de la cuadra que vuelven la calle más angosta y más ancha el área para peatones.

Islas peatonales – una isla elevada localizada en el centro del área de separador; también se conocen como refugios peatonales.

Células de tráfico – un cerramiento de calle que permite un vínculo directo para un peatón o ciclista pero obliga al automóvil a realizar un viaje más largo.

Fuente: Adaptado del Institute of Transportation Engineers, 2005



Figura 13.27
Antes de la instalación de la extensión de la curva (Salem, Oregon, EE.UU.).

Foto cortesía de Michael Ronkin



Figura 13.28
Después de la instalación de la extensión de la curva.

Foto cortesía de Michael Ronkin



Figura 13.29
Intersecciones elevadas en Quito.

Foto de Lloyd Wright



Figura 13.30
Una malla en el centro de la vía evita que los carros den curvas muy amplias en Shenzhen (China).

Foto de Michael King

compartido», también conocido como «post-tráfico calmado», «pacificación psicológica de tráfico», «diseño sensible al contexto» e incluso «calles desnudas». En algunos sentidos, el «espacio compartido» representa la antítesis de la pacificación del tráfico, aunque ambos comparten los mismos objetivos de alcanzar menores velocidades vehiculares y reducir los accidentes de tráfico. Con el espacio compartido, toda la diferenciación física entre el espacio del vehículo y el peatonal es totalmente removida (Figura 13.31).

En el espacio compartido la vía está diseñada para que no parezca una calle sino una plaza pública a donde no pertenecen los vehículos motorizados. Esto manda la señal visual a los usuarios del automóvil de que se encuentran en un espacio no diseñado para altas velocidades. Por lo general, simplemente rediseñar una calle para que parezca un área peatonal, sin restricciones para el acceso de vehículos motorizados, cambiará fundamentalmente el comportamiento de los conductores. En dicho espacio, ni los peatones ni los conductores tienen una señalización explícita que estipule quién es el que tiene prioridad. Las personas deben recurrir al contacto visual y a otras formas de comunicación sutil para saber cómo moverse en la vía.

Aunque generalmente las medidas de pacificación del tráfico pueden requerir semáforos en

cada intersección y la reducción de los periodos de luz verde para obligar a los vehículos a detenerse en cada esquina, el espacio compartido elimina todos los semáforos. Cuando un conductor no tiene una indicación clara de quién tiene el derecho de vía en una intersección, en la mayoría de los casos éste instintivamente disminuirá su velocidad. El resultado final es que los usuarios del automóvil naturalmente reducirán sus velocidades para poder establecer los sutiles procesos de comunicación con los peatones y los demás usuarios del automóvil. En otras palabras, no existen demarcaciones de carriles, cebras, señales o curvas. Para muchos, la idea de un espacio compartido parece contra-intuitiva: «construya vías que parezcan peligrosas, y serán más seguras» (McNichol, 2004). La idea es que la falta de señalización y demarcación vial incrementa la incertidumbre de los usuarios del automóvil, quienes serán más cautelosos en un ambiente vial indefinido. A través de la intriga y de la incertidumbre, los usuarios del automóvil se hacen más conscientes de su entorno (Engwicht, 1999).

Al eliminar las designaciones específicas para los usuarios motorizados de la vía, aumenta la cantidad total de espacio público para el transporte motorizado. Los vehículos siguen utilizando la calle, aunque a una tasa menor. Además, dado que la velocidad de los conductores es totalmente auto-impuesta, el espacio compartido puede ser la forma más extrema de diseño sensible al contexto. La velocidad de los conductores es determinada no por un límite de velocidad arbitrario, sino por la presencia de peatones, ciclistas e inmobiliarios urbanos en «la vía».

El origen del espacio compartido es atribuido a Hans Monderman de Holanda, quien ha llevado sus diseños a las intersecciones de algunas ciudades alemanas tales como Drachten y Oosterwolde. En un corto periodo de tiempo, estos conceptos han sido replicados en otros lugares tales como Christianfield en Dinamarca, Wiltshire y Suffolk en el Reino Unido, y West Palm Beach y Cambridge en Estados Unidos. En cada caso, se han evidenciado mejoras en la seguridad.

El espacio compartido a lo largo de un corredor de BRT está muy relacionado con el concepto de *transit mall* introducido en el Capítulo 5 (*Selección de corredores*). El vehículo de BRT se

Figura 13.31
El concepto de espacio compartido es aplicado en Guangzhou.

Foto de Karl Fjellstrom





Figura 13.32
La Alameda Jiménez en Bogotá sólo permite el acceso a vehículos de BRT y modos no- motorizados.

Foto de Diego Velázquez



Figura 13.33
El transporte público, los peatones y los ciclistas comparten amigablemente el espacio en Biel (Suiza).

Foto de Lloyd Wright

mezcla en un espacio indefinido con peatones y otros usuarios no motorizados. El compartir el mismo espacio probablemente afectará las velocidades de operación de los vehículos de transporte público. No obstante, este concepto se ha utilizado con éxito a lo largo de corredores tales como la Alameda Jiménez en Bogotá (Figura 13.32). El espacio compartido también se encuentra a lo largo de las rutas centrales de Biel (Suiza) (Figura 13.33).

El espacio compartido también es relevante en el contexto del BRT con relación al acceso a las estaciones. Los corredores peatonales que se conectan a la estación pueden beneficiarse de la aplicación del espacio compartido, lo que reducirá las velocidades de los vehículos motorizados privados y, por tanto, fomentará la utilización del sistema de transporte público (Figura 13.34).



13.2.5.4 Reducir el riesgo de exposición

Expandir el espacio peatonal protegido para reducir el tiempo de exposición al caminar. Minimizar el tiempo en el que un peatón está expuesto al tráfico reduce significativamente el riesgo de accidentes. Existen una serie de formas fundamentales para reducir el riesgo de exposición al cruzar una calle.

El tiempo que demora un peatón en cruzar la calle varía de acuerdo con el ancho de la vía y la distancia entre los puntos de refugio peatonal. A

mayor distancia entre las islas de refugio de los peatones, mayor será el tiempo que un peatón está expuesto al riesgo de los vehículos que se aproximan. Entre más carriles tenga que cruzar el peatón, y entre más anchos sean cada uno de éstos, mayor será el tiempo de exposición. Muchas medidas utilizadas para incrementar la seguridad de los peatones se enfocan en expandir la cantidad de espacio vial que puede ser usado como islas de refugio de peatones, para así reducir su tiempo de exposición.

Figura 13.34
Tal como lo ilustra esta figura de Copenhagen, el ambiente de espacio compartido puede servir como un corredor seguro para acceder al transporte público.

Foto cortesía de Cara Seiderman



Figura 13.35
Los autores probando exitosamente un cruce peatonal seguro en un peaje abandonado en una calle de alta velocidad en Guangzhou.

Foto cortesía de ITDP

Como ejemplo extremo para ilustrar este punto: si una isla de refugio peatonal de un metro de ancho fuese construida entre cada carril, a un punto en que los carriles se estrecharan de 3,5 a 3 metros, los peatones podrían cruzar vías extremadamente anchas con velocidades muy altas con relativa seguridad.

La mayoría de las intersecciones y las uniones de vías tienen mucho espacio que en realidad no es utilizado por los vehículos. Esta falta de uso generalmente es visible por el polvo que se amontona en las calles o por la ocupación del espacio por parte de vendedores, carros parqueados o escombros. Construir islas de refugio peatonal en todos los lugares donde existe espacio disponible o en las intersecciones donde no



es absolutamente necesario para el rendimiento vehicular, no sólo regulará el comportamiento del tráfico para hacerlo más predecible, sino que expandirá significativamente la cantidad de espacio donde los peatones se pueden refugiar.

La vía puede ser angostada bien sea en su totalidad, o en puntos específicos a través de la extensión de las curvas. Las islas de refugio peatonales pueden ser añadidas o extendidas, permitiendo así que los peatones esperen en la mitad de la calle (Figura 13.36).

Aunque eliminar los giros libres a la derecha (o izquierda) y los carriles de entrada (*slip lanes*) resulta ideal para los peatones, algunas veces los volúmenes de tráfico no permiten que esto sea posible. Como una alternativa, se puede construir una isla peatonal y reducir el radio de giro en los carriles de entrada para disminuir la velocidad de los vehículos que voltean. También se pueden construir rampas de acceso que reducen la distancia que los peatones deben atravesar para llegar al otro lado de la calle de forma segura. En estos casos, un diseño carril de entrada tipo «costilla de cerdo» obligará a los vehículos a disminuir su velocidad cuando entran a la zona de tráfico, justo en el punto en el cual los peatones deben cruzar (Figura 13.37). Junto con un paso peatonal elevado, este carril de entrada puede mejorar significativamente la seguridad peatonal en las intersecciones.

La Figura 13.38 muestra una intersección del corredor I de BRT de TransJakarta, antes de que se construyera el carril exclusivo. Las instalaciones de cruce peatonal existentes eran de muy mala calidad. Existía un puente peatonal a unos 50 metros de la intersección, pero era empinado, estrecho, mal mantenido y virtualmente inutilizado. Las observaciones de campo demostraron que mucho espacio vial realmente no estaba siendo utilizado para el tráfico sino por el transporte informal detenido, los vehículos

Figura 13.36
Una intersección de Ciudad de México completamente rediseñada para garantizar un acceso seguro al BRT. Los separadores han sido extendidos hacia las intersecciones para reducir las velocidades de giro y proveer más refugio peatonal. Las aceras también han sido adecuadas al movimiento real de los peatones.

Imagen cortesía de ITDP

estacionados ilegalmente y los vendedores ambulantes. Los consultores del proyecto recomendaron que se hiciera un acceso a nivel a la estación de TransJakarta, con una intersección significativamente rediseñada que incrementó dramáticamente la cantidad de espacio dedicado a las islas de refugio de los peatones, sin afectar el rendimiento del tráfico (Figura 13.39).

En vías arterias que tienen grandes distancias entre intersecciones, es común que los peatones crucen en cualquier lugar a lo largo de todo el corredor. La acera utilizada para separar los carriles de autobús de BRT de los carriles de tráfico mixto también pueden ser utilizados como islas de refugio peatonal adicionales. En el nuevo sistema de BRT que se diseña en Dar es Salaam, todo el corredor usará un separador como un espacio de refugio para peatones (Figura 13.40). Como resultado, los peatones a lo largo del corredor de BRT sólo tendrán que cruzar un máximo de dos carriles en cualquier punto.

Separar a los peatones y a los usuarios del automóvil a partir de restricciones en los cruces y sincronización de los semáforos

La exposición de los peatones también puede ser reducida al separar el uso de la vía en el tiempo, a través de restricciones de cruce y la sincronización de las fases de los semáforos. Los cruces sin restricción a la derecha o a la izquierda mejoran los tiempos de desplazamiento de los vehículos, pero resultan muy peligrosos para los peatones

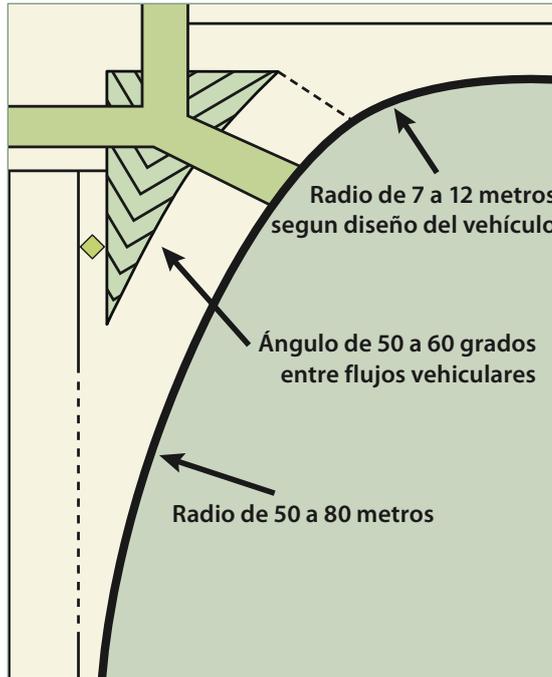


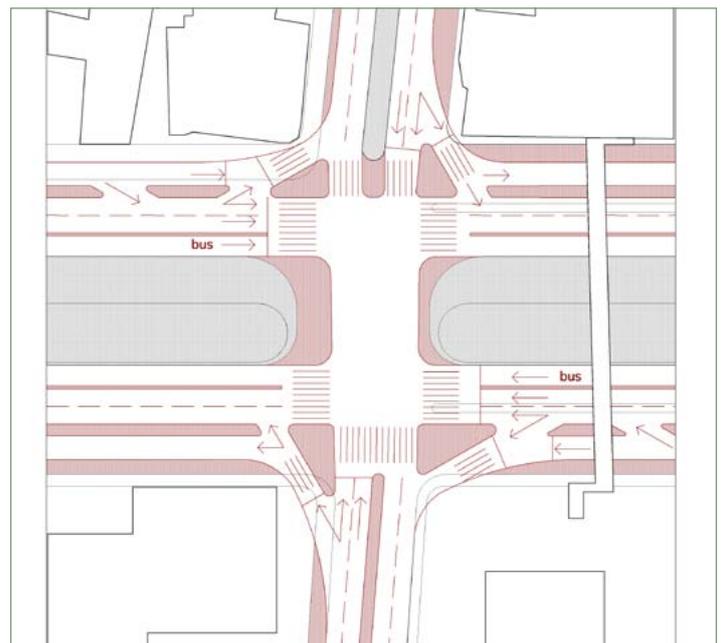
Figura 13.37
Una isla peatonal junto con un radio de giro reducido pueden contribuir a mejorar la seguridad peatonal.

Imagen cortesía de ITDP

y además les causan demoras adicionales. Para optimizar la intersección, los volúmenes de cruce de los vehículos deben ser sopesados con los volúmenes peatonales y la cantidad de accidentes en la intersección. Si los volúmenes de cruce de vehículos son relativamente bajos, los volúmenes peatonales elevados y la cantidad de accidentes alta, se deben restringir los cruces libres hacia la derecha o hacia la izquierda. Simplificar la intersección de tres o cuatro fases a dos, también contribuirá a simplificar los movimientos de cruce y permitirá que los peatones

Figuras 13.38 y 13.39
Una intersección de mala calidad antes del desarrollo del sistema de BRT TransJakarta (foto izquierda). Una solución potencial para esta intersección que incluye la introducción de islas peatonales (imagen derecha).

Foto e imagen cortesía de ITDP



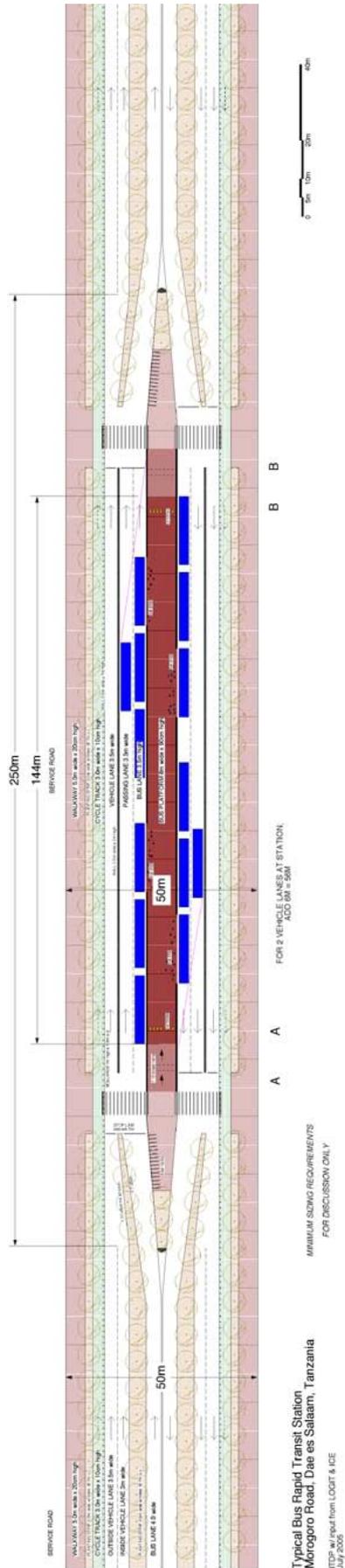


Figura 13.40
El sistema BRT de Dar es Salaam incluirá una sección de separador que servirá también como isla peatonal, con el fin de facilitar un cruce peatonal más seguro.
 Imagen cortesía de la Alcaldía de Dar es Salaam

tengan menos conflictos al cruzar durante la luz verde de un semáforo.

Un técnica novedosa para reducir la exposición peatonal en las intersecciones es el intervalo de peatones (*LPI* por sus siglas en inglés). Un *LPI* re-sincroniza las fases del semáforo para que la fase peatonal empiece unos segundos antes de la fase vehicular. Por lo general, esto permite que el peatón cruce la mitad de la calle y haga presencia en el cruce antes de que los vehículos empiecen a cruzar; por lo tanto, se incrementan las opciones de que los conductores tengan que cederles el paso. En la Figura 13.41 se muestra la fase peatonal de un *LPI*. La Figura 13.42 muestra la fase de peatones más vehículos en el momento en el cual todos los peatones han cruzado la intersección.

Un análisis de los datos sobre accidentalidad en la ciudad de Nueva York muestra que las intersecciones con *LPIs* tienen un 26% menos de lesiones peatonales y que dichas lesiones son un 37% menos severas (King, 1998). Los datos existentes en la ciudad de San Francisco (EE. UU.) muestran que entre un 89% y 98% más conductores cedieron el paso a los peatones después de que se instalaron los *LPIs* (Fleck, 2000). Los datos de San Peterburgo (EE.UU.) muestran que un 95% más conductores cedieron el paso a los peatones luego de instalarse los *LPIs* (Van Houten, 2000). Los *LPIs* son particularmente relevantes en los sistemas de BRT en situaciones donde los pasajeros están accediendo a la estación desde un paso a nivel localizado en una intersección.

Separar a los peatones y a los usuarios del automóvil a través de separaciones de nivel

Uno de los aspectos más controversiales de la planificación del BRT es cómo hacer que los peatones lleguen de forma segura a las estaciones ubicadas en la mitad de la vía, sin comprometer significativamente el flujo de tráfico mixto. Aunque acceder a una estación de BRT ubicada en el centro de la vía puede constituir un verdadero reto, no es más difícil que hacer que los peatones crucen una vía de forma segura. La decisión más significativa en términos del acceso al BRT es si se utilizarán cruces a nivel (cebras) o infraestructura independiente (puentes o túneles). El cruce a nivel en una calle de múltiples carriles sin islas de refugio peatonal



Figuras 13.41 y 13.42
Fases peatonales y vehiculares de un intervalo de peatones (LPI) en Nueva York.

Fotos de by Michael King

por lo general es riesgoso, y puede resultar en un desincentivo psicológico para usar el sistema de BRT. En cambio, con la separación a desnivel, el riesgo de exposición de los peatones efectivamente se minimiza. Este tipo de cruces también ocasionan menos demoras al sistema BRT debido a la entrada de los pasajeros. La separación a desnivel puede hacerse obligando a los peatones a utilizar los puentes o los túneles, o puede realizarse al hacer que la misma vía pase por encima o por debajo de los cruces peatonales.

Generalmente los peatones prefieren los cruces a nivel, debido a que son más directos y más

fáciles de acceder sin la necesidad de subir escaleras o rampas (Figura 13.43). Los ascensores, las escaleras y las rampas con una suave inclinación pueden mitigar los problemas de separación a desnivel. Además, pueden existir asuntos relacionados con la seguridad en los túneles y en los puentes peatonales. Los peatones, especialmente las mujeres, frecuentemente se sienten vulnerables al caminar por dichos espacios. Lo angosto de estas estructuras y su uso poco frecuente los convierte en lugares comunes de atracos y robos. Los túneles y puentes que se utilizan con mayor frecuencia son comúnmente utilizados por vendedores informales que reducen aún más



Figura 13.43
Debido a su fácil utilización y a que son la manera más directa de comunicarse entre dos puntos, los cruces a nivel son por lo general preferidos por los pasajeros.

Foto de Lloyd Wright

Figura 13.44
Un puente peatonal en Dhaka (Bangladesh) congestionado por vendedores, limita su utilización por parte de los pasajeros.

Foto de Lloyd Wright



el ancho de estas infraestructuras y los tiempos de desplazamiento a pie (Figura 13.44). El mal mantenimiento de estas infraestructuras y la presencia de graffitis o basura desmotivará a los usuarios potenciales a utilizar el sistema de transporte. Si un puente o un túnel requiere de la utilización de escaleras para subir y/o bajar,

muchos individuos simplemente no podrán utilizar la infraestructura (Figura 13.45). Las personas con discapacidades físicas, los adultos mayores y los padres que llevan coches de bebé no podrán acceder al sistema de transporte.

En la ausencia de un sistema de BRT, los puentes peatonales con frecuencia son subutilizados porque generalmente es más fácil cruzar la calle y porque los usuarios se sienten vulnerables frente a la actividad criminal. Los estudios indican que como se requiere cerca de un 50% más de tiempo para cruzar por estas infraestructuras, casi nadie las utilizará. El paso por estructuras subterráneas (túneles) es incluso menor (Moore and Older, 1965). Aunque la infraestructura elevada o subterránea con frecuencia se construye con el pretexto de proporcionar más seguridad a los peatones, en realidad los ingenieros viales simplemente prefieren darle prioridad a los vehículos motorizados en vez de a los peatones (Figuras 13.46 y 13.47).

No obstante, existen circunstancias donde la topografía vehicular, las velocidades de los autos y los niveles de tráfico hacen que la separación a desnivel sea una opción razonable. Si un sistema cerrado de BRT sólo puede accederse por un paso elevado, al menos se garantiza que los pasajeros utilizarán el puente. Sólo este uso garantizará una mínima cantidad de tráfico que, a su vez, reducirá la sensación de inseguridad frente a la actividad criminal. Si la estación se encuentra en una autopista que maneja altos volúmenes de tráfico, varios carriles de vehículos que pasan a gran velocidad y está a una distancia considerable de las intersecciones, entonces el flujo constante de vehículos a gran velocidad hará que sea virtualmente imposible de cruzar. Añadir una fase de cruce peatonal a media cuadra puede no ser una solución efectiva, dado que es probable que no sea respetada por los conductores y, por tanto, cree condiciones aún más inseguras. En estas circunstancias, un paso elevado o subterráneo puede resultar una opción razonable. Además, con altos estándares de diseño de calidad e inclinaciones razonables, muchos de los problemas de estas infraestructuras pueden ser resueltos. Las condiciones que requieren de un acceso de separación a desnivel para llegar a una estación de separador de BRT incluyen:

Figura 13.45
Una escalera empinada y angosta en Beijing provee un pobre acceso al sistema de transporte.

Foto de Lloyd Wright





◀ **Figura 13.47**
Con el tráfico detenido en un semáforo en Yakarta, lo peatones pueden cruzar fácilmente la calle sin tener que utilizar el puente.

Foto de Walter Hook

◀◀ **Figura 13.46**
Este puente en Ciudad de México es virtualmente ignorado dado que la mayoría de los peatones prefiere cruzar directamente la calle.

Foto de Michael King

- Tres o más carriles de tráfico para cruzar en cada sentido sin islas de refugio peatonal a lo largo de autopistas de alto volumen de tráfico y gran velocidad. (Figura 13.48);
- Conexión de una estación de metro subterráneo a una estación sobre separador de BRT (en esta situación lo más recomendable sería un túnel);
- Un paso elevado o subterráneo que conduzca directamente a un destino popular tal como una instalación deportiva, un colegio o un centro comercial (Figura 13.49);
- Si hay una gran distancia a una intersección importante, entonces el flujo de tráfico es constante;



Figura 13.48
En los casos donde la estación de BRT se ubica en el centro de una autopista de varios carriles, Bogotá utiliza puentes peatonales.

Foto de Lloyd Wright



Figura 13.49
Este puente peatonal conecta directamente al sistema de BRT de Nagoya con el estadio de deportes.

Foto de Lloyd Wright

- Un comportamiento agresivo por parte de los conductores o de poco respeto por las señales de tráfico y los semáforos;
- Si la red vial conduce a la gente hacia un puente o un túnel, entonces será más probable que los utilicen.

Aunque incluso en estas situaciones frecuentemente existen soluciones de diseño que permiten hacer cruces a nivel relativamente seguros, los puentes peatonales en estas condiciones son una buena opción. Incluso pueden ser opciones preferidas por parte de los peatones, dado que

reducen su tiempo total de cruce y mejoran el ambiente del desplazamiento a pié.

En cambio, las condiciones que favorecen un paso a nivel incluyen:

- Si la calle tiene dos carriles o menos por sentido, por lo general se prefiere un paso a nivel
- Si los volúmenes de tráfico son suaves y las velocidades son relativamente lentas (menos de 40 km/h);
- Si existe un semáforo a menos de 200 metros del punto de cruce, entonces se crearán brechas entre el flujo de tráfico por donde los peatones pueden pasar;
- Si la red se parece a un sistema de cuadrícula con caminos múltiples, entonces las personas querrán cruzar la calle tan pronto lleguen a ella.

Un sistema de BRT puede utilizar tanto soluciones a nivel como pasos elevados o subterráneos, dependiendo del diseño local y de las características de las vías. De hecho, Bogotá utiliza múltiples mecanismos para facilitar el acceso peatonal (Figuras 13.50, 13.51 y 13.52).

Figuras 13.50, 13.51, y 13.52

Bogotá utiliza una gran variedad de técnicas de accesos peatonales que dependen de las circunstancias locales. Siguiendo las manecillas del reloj desde la parte superior izquierda:

1. cruce a nivel

Foto de Carlos Pardo

2. Puente peatonal

Foto cortesía de TransMilenio S.A., y

3. Túnel subterráneo

Foto de Carlos Pardo



Diseñar infraestructura separada de nivel efectivamente

El diseño de los puentes peatonales de Bogotá demuestra qué tan efectiva puede ser una solución de separación a desnivel. Para poder acceder a un puente, en Bogotá se provee una entrada en rampa con la inclinación gradual para que sea fácil de subir. Por lo general, los pasajeros tienen la opción de subir por las escaleras si lo desean hacer de forma más rápida. Al utilizar un espacio peatonal de 2,5 metros de ancho con un diseño abierto, los puentes peatonales de Bogotá solucionan muchas de las preocupaciones relacionadas con la seguridad de los mismos. El diseño también es estéticamente agradable, lo que contribuye a la apariencia general del sistema. Cuando se diseña un acceso peatonal de separación a desnivel, se deben tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Iluminación – la iluminación de los puentes y túneles debe ser excelente, de lo contrario su uso en las horas de la tarde se reducirá dramáticamente;
- Visibilidad – deben existir líneas claras de visión entre el puente o el túnel y la estación y la calle. Sin líneas de visión claras, los peatones



Figura 13.53
Un ambiente que simula un parque hace que este puente peatonal en Guangzhou (China) sea más atractivo.

Foto de Michael King

tones temerán que los criminales se escondan en espacios secretos;

- Ancho – los puentes y túneles deben ser lo suficientemente anchos como para poder acomodar la cantidad de personas que transitan en las horas pico;
- Rampas, escaleras o ascensores – los puentes o los túneles deben ser accesibles para las personas con sillas de ruedas, a los padre con coches de bebé, a las personas que llevan bicicletas o paquetes, o a aquellos individuos que tienen dificultades para subir las escaleras. Si se utilizan ascensores, también se deben proveer escaleras para aquellas circunstancias cuando éstos no estén en funcionamiento;
- Protección de inundaciones – los túneles deben contar con un sistema de drenaje efectivo;
- Vendedores, graffitis, vagabundos, etc. – si el puente o el túnel es percibido como peligroso o sucio, éste no será utilizado sin importar el diseño que tenga.

El diseño estético de la infraestructura peatonal afectará su imagen general y, por tanto, incidirá en su capacidad para atraer a los pasajeros. Si el acceso a la infraestructura parece placentero e invita a los usuarios, entonces más personas tendrán confianza en el sistema. Las Figuras 13.53 y 13.54 ilustran ejemplos de diseños de puentes peatonales visualmente atractivos.



Figura 13.54
El diseño moderno del puente peatonal en Seúl se convierte en una escena cautivante.

Foto de Lloyd Wright

Diseñar accesos a nivel efectivos para sistemas de BRT

Los peatones necesitan tiempo para poder cruzar con seguridad una calle. Dado que el tiempo que requieren es proporcional al ancho de la calle, entre más ancha sea ésta mayor tiempo requerirán para atravesarla. Cuando una estación de BRT esta en una intersección o cerca a ésta, los peatones pueden cruzar con el resto del tráfico mientras dure la luz verde del semáforo. Las medidas que se sugieren más arriba para un diseño seguro de las intersecciones son por lo general aplicables: elevar los cruces a lo largo de los carriles de entrada para disminuir las velocidades, proveer un espacio de refugio peatonal adicional, hacer que los radios de giro para los vehículos sean mas agudos por medio de la utilización de carriles de entrada «costilla de cerdo», extender los separadores, reducir la distancia entre las curvas, etc.

No obstante, existen ciertas ventajas de ubicar las estaciones lejos de las intersecciones. Este esquema generalmente se hace para evitar la interferencia entre los vehículos de transporte público que hacen fila para cruzar la intersección, y aquellos que esperan recoger y dejar pasajeros. Los diseños de las instalaciones peatonales en una estación que se ubica a mitad de cuadra tienen ciertas características particulares. Cuando las estaciones del BRT se ubican a mitad de cuadra se deben hacer muy pocos puntos adicionales. Los cruces peatonales a mitad de cuadra son por lo general poco esperados y, por lo tanto, la señalización para los conductores que indique la presencia de un cruce

peatonal se convierte en un factor fundamental. Un pequeño policía acostado antes del cruce peatonal obligará a los usuarios del automóvil a disminuir la velocidad antes de que lleguen al cruce, en vez de hacerlo justo antes de que choquen con un peatón. Un cruce peatonal elevado también contribuirá a disminuir la velocidad del tráfico. Además, las islas de refugio peatonal ayudarán a disminuir aún más la velocidad del tráfico, dado que angostan el ancho de los carriles mientras que reducen el tiempo de exposición peatonal. Usar colores y texturas diferentes en la superficie también llamará la atención de los usuarios del automóvil. Alumbrar los cruces resulta fundamental en las horas de la noche.

Se pueden utilizar distintos tipos de opciones de señalización en los cruces ubicados a mitad de cuadra. En algunos países, donde los peatones sólo tienen que cruzar dos carriles, y donde las velocidades y los volúmenes de vehículos no son tan altos, no se necesita señalización. Con mayores volúmenes de carros y velocidades más altas, a veces se utiliza una luz amarilla intermitente para indicar que los peatones tienen la vía todo el tiempo (Figura 13.55). En este caso, si un peatón aparece en una acera cerca del cruce, los usuarios del automóvil tienen la obligación de detenerse, incluso si el peatón no ha entrado aún al área de cruce. Esta aproximación tiene la ventaja de no impedir el tráfico excepto cuando

los peatones tienen que cruzar. Si los volúmenes peatonales son muy elevados, esto puede tener efectos adversos en el tráfico mixto. La efectividad de esta aproximación también dependerá de la cultura local y de la vigilancia que tenga.

La luz también puede ser controlada por medio de un botón que se ubique en la acera. En este caso, el ciclo para los vehículos será abreviado cuando un peatón active el botón. En los países en vía de desarrollo dicha señalización por lo general falla y algunas veces ni siquiera es respetada por los usuarios del automóvil.

A medida que incrementa la velocidad, los volúmenes y el número de carriles, y la necesidad de señalización semaforizada estándar rojo-amarillo-verde a media cuadra, también incrementa. El mínimo tiempo de luz verde que el peatón necesita para cruzar la calle es casi proporcional al ancho total de la calle que se desea atravesar. La demora del tráfico es medianamente proporcional a la cantidad de tiempo de luz roja que se le da al tráfico mixto. Para los semáforos a media cuadra, por lo general es posible señalar el cruce para los carriles de tráfico mixto, lo que permite que los vehículos de transporte público continúen sin detenerse en un semáforo. Los peatones pueden cruzar el corredor exclusivo tan pronto vean un espacio que se los permita. No obstante, con mayores volúmenes de buses, los



Figura 13.55
En Londres, los cruces peatonales que tienen una luz amarilla intermitente, significan que los peatones tienen la vía.

Foto de Lloyd Wright

vehículos de transporte público también deben ser controlados por los semáforos.

El semáforo para el tráfico mixto tendrá una señalización de dos fases, y debe ser programado para que corresponda con los tiempos de luz verde y roja en la intersección más cercana. De esta manera, la mayoría de los usuarios del automóvil sólo tendrán que detenerse una vez, bien sea en el cruce peatonal o en la intersección.

Algunas ciudades han dividido las fases de semaforización peatonal en dos movimientos separados, uno para cada mitad de la vía. En otras palabras, en vez de que el tráfico mixto en ambas direcciones se detenga por un periodo de 40 segundos (verde para los peatones) para permitir el paso peatonal completo, se utilizan dos semáforos diferentes con intervalos de 20 segundos de luz roja. Dividir el cruce peatonal en dos semáforos separados e independientes permite que se ajusten los semáforos para mantener una oleada verde en un sentido, reduciendo así el impacto en el tráfico en general. La Figura 13.56 provee una ilustración de esta configuración.

No obstante, al dividir el cruce el planeador está dándole prioridad a los vehículos de tráfico mixto a expensas de la comodidad de los peatones. Obligar a que los peatones esperen el lapso de tiempo que transcurre entre las luces de los dos semáforos puede llevar a un menor cumplimiento de las normas o a una mayor cantidad de accidentes peatonales, especialmente de aquellos que no entran al sistema de BRT sino que simplemente esperan durante toda la intersección.

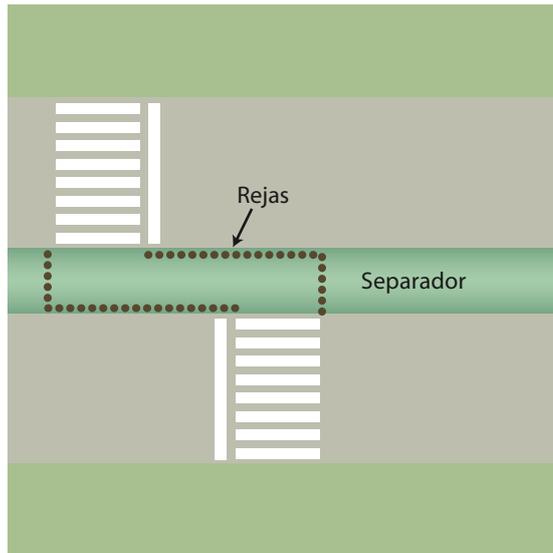


Figura 13.56
Separar el cruce peatonal en dos fases independientes puede mejorar la eficiencia de la intersección para el tráfico mixto, pero puede demorar y frustrar a los peatones.

Las cercas que intentan modificar el comportamiento de los peatones son frecuentemente vistas con desdén e incluso denominadas como «corrales de ganado», dado que implícitamente le están dando la prioridad a los usuarios del automóvil por encima de los peatones. En muchas culturas y situaciones los peatones intentarán pasar corriendo una intersección en vez de esperar durante dos fases diferentes de los semáforos.

En los sistemas de BRT de demanda muy alta (más de 10.000 *pphpd*), se requiere de un carril de sobrepaso en cada estación para poder tener múltiples bahías de paradas. Por lo tanto, el sistema de BRT ocupará más derecho de vía a lo largo de toda la estación, que puede tener hasta 200 metros de largo. Simplemente al extender este derecho de vía adicional en algunos metros

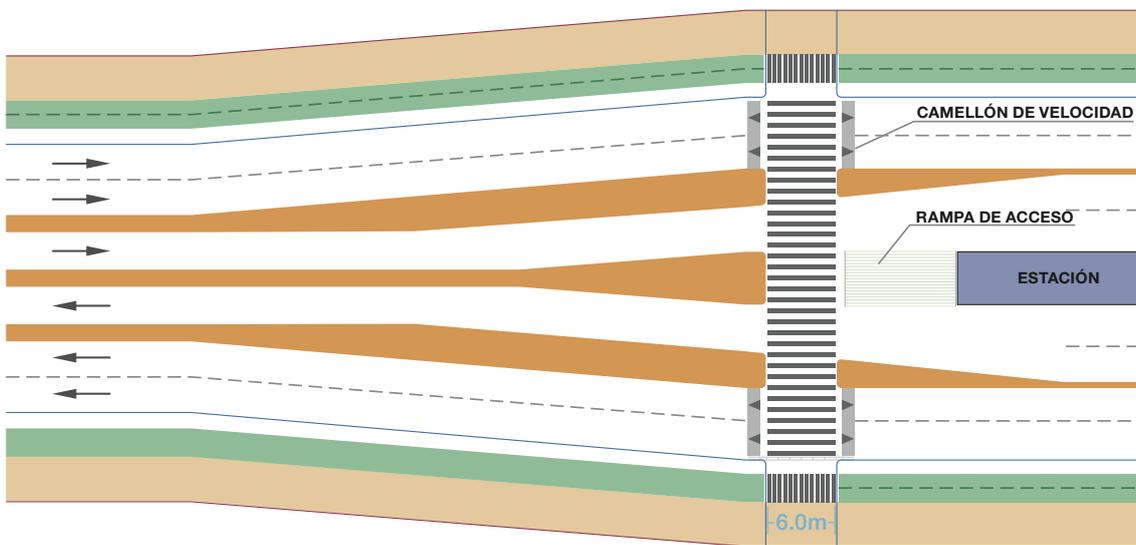


Figura 13.57
Cuando se requieren carriles de sobrepaso en las estaciones, se recomienda que se incluyan islas peatonales entre los carriles exclusivos y los de tráfico mixto.

Imagen cortesía de ITDP

adicionales (tal como se muestra en amarillo en la Figura 13.57), se puede crear una isla de refugio peatonal entre los carriles de BRT y los de tráfico general. Este refugio permite que los peatones crucen sólo dos carriles a la vez, en vez de tres. Esta isla puede ser dimensionada a un tamaño conveniente, dependiendo de la demanda esperada de pasajeros.

Finalmente, los cruces a nivel deben ser ubicados tan cerca de la entrada de las estaciones como sea posible. De lo contrario, los usuarios simplemente cruzarán en un punto no controlado que quede más cerca del destino deseado. La Figura 13.58 ilustra una serie de cruces mal ubicados, en donde el cruce está localizado a 100 metros de la estación. Los pasajeros deben caminar 100 metros a lo largo de la vía y luego 100 metros de vuelta al punto de acceso, que de hecho está a menos de 12 metros de su punto de partida inicial. La Figura 13.59 indica los

Figura 13.58
Este cruce peatonal en León (Méjico) está a 100 metros de la estación de BRT. Por lo tanto, tiende a motivar a algunas personas a cruzar en un punto más cerca de la estación que no cuenta con un cruce peatonal demarcado.

Foto de Michael King



Figura 13.59
Estos dos «Corazones Azules» en Quito señalan el lugar donde dos peatones perdieron sus vidas tratando de tomar la ruta más directa a la estación de BRT.

Foto de Lloyd Wright

resultados esperados de tratar de hacer que los peatones realicen este significativo desvío. El programa «Corazones Azules» de Quito pinta corazones azules en la calle en aquellos lugares donde ha muerto un peatón. En el caso de la Figura 13.59, dos peatones distintos murieron mientras trataban de tomar la ruta más directa hacia la estación de BRT de Quito. Los planificadores deben tener en cuenta el comportamiento típico humano cuando están diseñando un cruce peatonal.

13.2.5.5 Predicibilidad de los conductores y los peatones

Fomentar los comportamientos predecibles de peatones y usuarios del automóvil en las estaciones

Las áreas de las estaciones son propensas a tener comportamientos peatonales impredecibles, dado que los pasajeros tienen la tendencia a correr para tomar el autobús o el tren que se aproxima sin reparar en los semáforos (Figura 13.60). Los usuarios del automóvil pueden no esperar este tipo de movimiento peatonal, particularmente en las estaciones ubicadas a mitad de cuadra. Puede que los usuarios del automóvil tampoco esperen la presencia de semáforos a mitad de cuadra. En las intersecciones, los movimientos complejos y mal sincronizados pueden darle a los peatones una falsa sensación de seguridad, precisamente cuando los vehículos que giran hacia la izquierda están atravesando el cruce peatonal con su atención enfocada en el tráfico que llega. Los carriles de autobús

Figura 13.60
En Quito, los pasajeros corren hacia el bus, arriesgándose a ser arrollados por un vehículo.

Foto de Lloyd Wright



Tabla 13.4:
Patrones de demora peatonal (TRB, 2000)

Retraso de peatón (segundos)	Probabilidad de no cumplimiento
<10	Baja
10-20	
21-30	Moderada
31-40	Alta
41-60	
>60	Muy alta

en contra vía también pueden confundir a los peatones y a los usuarios del automóvil. Así, los movimientos impredecibles por lo general traen consecuencias fatales.

La violación de los semáforos en rojo por parte de los peatones puede ser evitada al sincronizar el semáforo para que tenga ciclos más cortos y frecuentes. La probabilidad de que los peatones respeten los semáforos disminuye sustancialmente, si los tiempos de espera exceden los 30 segundos (Tabla 13.4). De manera similar, los ascensores son generalmente diseñados para que las personas no tengan que esperar más de 30 segundos. El concepto de demora peatonal en principio aplica para los ciclos de los semáforos, pero también hace referencia a los intervalos en el tráfico y a la ubicación del cruce peatonal. En aquellos lugares donde no existen semáforos, por lo general los peatones deben esperar a que exista un espacio en el tráfico para que ellos puedan cruzar las calles. Si el flujo de tráfico es tan grande que no deja suficientes espacios entre vehículos, entonces el peatón intentará cruzar la calle de forma peligrosa.

También se pueden utilizar barreras que impidan cierto tipo de movimientos por parte de los peatones. La mejor forma de prevenir el desconocimiento por parte de los conductores de la existencia de cruces peatonales a media cuadra es utilizando señales claras, medidas de pacificación del tráfico tales como policías acostados, así como pistas visuales. Los conflictos peatonales en las intersecciones se pueden mitigar exitosamente al simplificar los movimientos de giro a dos o tres fases, donde es posible restringir los giros libres a la derecha o a la izquierda, incluir carriles de entrada en aquellos lugares donde se puede y utilizar las medidas físicas descritas con anterioridad.

Líneas de visión y visibilidad

Las áreas laterales de la vía deben permitir una visibilidad clara, para que las líneas de visión tanto de peatones como de usuarios de vehículos no se encuentren bloqueadas por señalización o por vegetación. Con frecuencia el paisaje de la calle constituye el foco de los arquitectos de paisajes, quienes poco reparan en el separador o en los laterales de las calles como un lugar para los peatones y ubican plantas a lo largo de la vía que obstruyen totalmente las líneas de visión de los peatones. De igual forma, la señalización para el sistema de BRT debe ser ubicada con cuidado para evitar obstruir las líneas de visión peatonales (Figura 13.61).

La superficie pintada del cruce peatonal debe ser muy visible y estar bien mantenida. Las pinturas luminiscentes o los reflectores pueden proveer una visibilidad adicional en las horas de la noche. Adicionalmente, se debe ubicar buena iluminación pública en las áreas de cruces peatonales. En cambio, los semáforos, la señalización y los avisos pueden crear zonas de congestión visual que deben evitarse, dado que distraerán a los usuarios del automóvil y no dejarán que éstos vean apropiadamente la señalización y a los peatones.



Figura 13.61
Este poste de identificación del BRT en Quito está ubicado en una isla peatonal y bloquea la visión peatonal tanto del tráfico mixto que se aproxima como de los vehículos de BRT que se acercan.

Foto de Lloyd Wright



Figuras 13.62 y 13.63
Islas de refugio peatonal con y sin iluminación en Guangzhou.

Fotos de Michael King

Las Figuras 13.62 y 13.63 ilustran la importancia de una buena iluminación. En el caso de no existir iluminación los conductores no pueden ver si hay personas esperando en las aceras, lo que hace casi imposible que los conductores puedan predecir lo que puede suceder.

13.2.6 Nivel de servicio peatonal

«El caminar es un descubrimiento. A pie nos tomamos el tiempo para ver las cosas completas.»

—Hal Borland, autor, 1900–1978

Caminar en el ambiente adecuado puede ser más que un medio para llegar de un lugar a otro. También puede convertirse en una actividad deseable por sí misma. Se puede hacer mucho para mejorar la calidad del ambiente donde se camina si simultáneamente se motiva a la gente a utilizar el transporte público.

13.2.6.1 Ancho efectivo de la acera

Empezando con una auditoría básica de las instalaciones peatonales, tal como la descrita con anterioridad, una auditoría más detallada dará cuenta de cada una de las obstrucciones que se

encuentran a lo largo de la acera, así como de la cantidad de espacio que queda libre. La Figura 13.64 muestra el esquema de una auditoría de una acera en Bangkok. Aunque el ancho de la acera es de 5 metros, existen muchas obstrucciones que impiden desplazarse adecuadamente. Estas obstrucciones incluyen la señalización, las cajas de servicios, los paraderos de buses, las cabinas telefónicas, las escaleras y los postes. Debido a la presencia de estas obstrucciones, el «ancho efectivo» de la acera es de tan sólo de 1,4 metros.

La noción de ancho efectivo es central para la utilidad de la acera. El ancho efectivo afecta aspectos tales como la capacidad de la acera, la comodidad peatonal y la seguridad personal. Las Figuras 13.65 y 13.66 muestran dos ejemplos diferentes del ancho efectivo de una acera.

13.2.6.2 Nivel de servicio del paso peatonal

Así como el corredor de transporte público está diseñado para manejar un determinado volumen de pasajeros, un corredor peatonal también tiene una capacidad inherente. Durante los periodos pico se pueden alcanzar fácilmente altos volúmenes de pasajeros en las aceras. Si existe demasiada congestión peatonal se reducirá el deseo de caminar por parte de la gente; dichas condiciones demorarán los tiempos generales de desplazamiento, y crearán la oportunidad de robos y carterismo.

El nivel de servicio del paso peatonal (*LOS* por sus siglas en inglés) es una medida a escala que cuantifica el flujo de peatones en un ancho de acera determinado. Éste es más aplicable a las aceras, corredores y puentes que tienen altos

Figura 13.64
Una auditoría de este acera en la Plaza Siam, en Bangkok, indica que las obstrucciones han reducido el ancho efectivo del acera de 5 metros a menos de 1,5 metros.

Imagen cortesía de GTZ

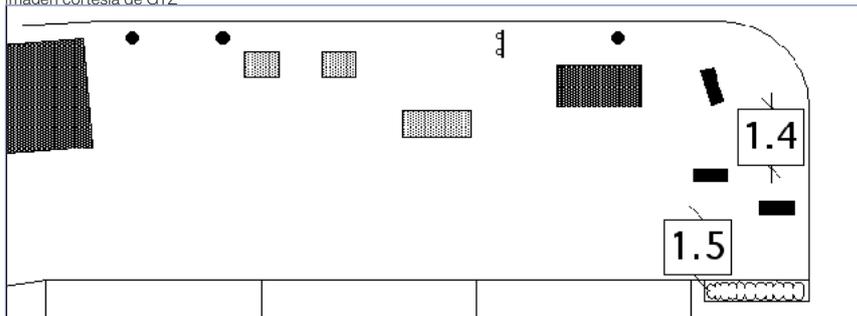




Figura 13.65
Esta acera en Río de Janeiro provee amplio espacio para acomodar volúmenes peatonales altos.

Foto de by Michael King

volúmenes peatonales donde la preocupación principal es proveer el espacio suficiente. Para calcular el LOS se requieren dos tipos de información diferente: el ancho efectivo y el número de peatones por hora. Una instalación peatonal provee un LOS alto si pocos peatones están presentes.

La Figura 13.67 muestra visualmente el rango de área que se necesita por persona en condiciones normales y condiciones de pelotonamiento. Los pelotones se crean cuando se suelta un

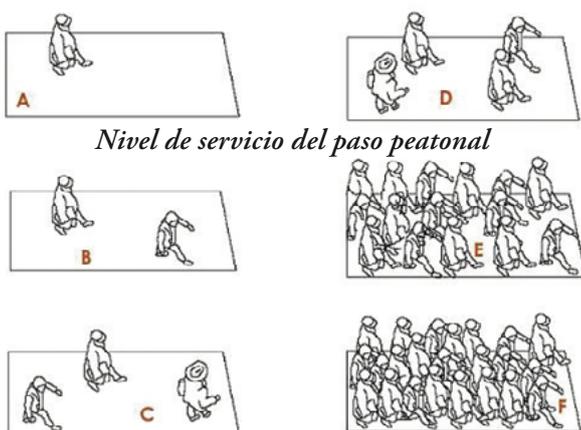


Figura 13.66
Estos escalones en Brasilia (Brasil) reducen el ancho efectivo del acera a menos de 0,5 metros.

Foto de Michael King

grupo de peatones en masa por los semáforos de las intersecciones, las puertas de los sistemas de transporte público o cualquier otra configuración temporal. Un pelotón de peatones requiere de más espacio que si el mismo número de personas fuese dispersado uniformemente a lo largo de la acera. Cuando dos pelotones se encuentran entre sí, como puede ocurrir en un cruce peatonal, los requerimientos espaciales son incluso mayores.

El Cuadro 13.3 muestra una metodología para determinar un «nivel de servicio peatonal» más amplio. Este tipo de metodologías pueden ser útiles como listas de chequeo para garantizar que todos los factores de diseño relevantes hayan sido considerados.



NS del paso peatonal

	Normal	Pelotonamiento
A	> 5,6	> 49,2
B	> 3,7 – 5,6	> 8,4 – 49,2
C	> 2,2 – 3,7	> 3,7 – 8,4
D	> 1,4 – 2,2	> 2,1 – 3,7
E	> 0,7 – 1,4	> 1,0 – 2,1
F	≤ 0,7	≤ 1,0

metros cuadrados por peaton

Figura 13.67
Área del paso peatonal como una función del volumen peatonal.

Fuente: TRB (2000)

Cuadro 13.3: Modelo de nivel de servicio de peatones

La ciudad de Kansas (EU) ha desarrollado un modelo de Nivel de servicio (LOS, por sus siglas en inglés) basado en cinco medidas específicas: directo, continuidad, cruces de calles, interés visual y amenidad, y seguridad. Las cinco medidas hacen cinco preguntas básicas:

1. ¿La red peatonal proporciona la ruta más corta posible a la instalación de transporte público?
2. ¿Está la red peatonal libre de baches y barreras?
3. ¿El peatón puede cruzar las calles de manera segura?
4. Es atractivo y cómodo el ambiente, ofrece protección de las condiciones adversas?
5. Es seguro el ambiente, bien iluminado con buena línea de visión para ver al peatón, y lo suficientemente alejado del tráfico vehicular para proporcionar un sentimiento de seguridad?

Dado que la ciudad de Kansas desarrolló estas medidas para uso por toda la ciudad, los puntos de abajo especifican esto para la planificación de acceso a las estaciones.

■ **Directo:** La medida de directo es simplemente qué tan bien las destinos clave (esto es, colegios, parques, centros comerciales o áreas de actividad) están conectadas con la instalación de transporte público a través de la red peatonal. El LOS (nivel de servicio) de directo está basado en una proporción de la distancia real y la distancia mínima entre dos puntos. Para determinar la proporción de directo, mida la distancia real entre una destinación clave representativa y la instalación de transporte público y divídalo por la distancia mínima entre esos dos puntos.

■ **Continuidad:** La continuidad es la medida de completud de la red peatonal con la evitación de baches y barreras. La medida considera

no solamente la accesibilidad para los discapacitados físicos, sino también la condición para los pasos peatonales y si hay barreras en el paso peatonal (esto es, postes de luz en la acera, máquinas de venta de periódicos, etc). Esta medida requiere una revisión en campo de las rutas más lógicas a la instalación de transporte público para destinos clave.

■ **Cruces en la calle:** esta es la medida que predice qué tan fácil y seguramente será para un peatón cruzar varios tipos de calles con varios diseños de cruces e intersecciones para llegar a unas instalaciones de transporte masivo basadas en el LOS. El LOS para peatones depende del tipo de cruce, la cantidad de carriles a cruzar, el ancho de esos carriles, los carriles de parqueo, la velocidad de viajes y la presencia o falta de atributos listados arriba. Cuando los elementos de diseño se reducen, existen carriles de parqueo, se estiman velocidades más altas y/o hay más carriles adicionales, el LOS se reduce. Algunas de las medidas claves de la efectividad de un cruce incluyen:

- ❖ ¿Cuántos carriles debe cruzar el peatón para llegar al transporte público?
- ❖ ¿Las señales son fáciles de ver para el peatón y el motorista?
- ❖ ¿está bien iluminada la intersección y el cruce para que sea visible el peatón a los usuarios del automóvil en la noche?
- ❖ ¿Cuáles son los tiempos de caminata (si los hay) para cada fase?
- ❖ ¿Hay islas peatonales disponibles?
- ❖ ¿Hay facilidades, incluyendo señalización y características de diseño, que sugieren fuertemente la presencia de un cruce peatonal?
- ❖ ¿Cuáles son las distancias de vista de la intersección? La medida de distancia mide la vista sin obstrucciones entre el motorista y el peatón.

13.2.7 Diseñar para la facilidad de acceso

«La suma de todo es esto: camina y se feliz, camina y se saludable. La mejor forma de alargar nuestros días es caminar constantemente y con un propósito.»

—Charles Dickens, novelista, 1812–1870

Una red de acceso al transporte público bien diseñada involucra tanto una buena estrategia de definición de rutas, así como atención a los detalles de diseño de la misma. Tal como se ha remarcado en este capítulo, los corredores de transporte público deben extenderse desde las estaciones hasta bien adentro de las mismas comunidades. Unos pocos metros de infraestructura de calidad alrededor de la estación de transporte público no contribuyen mucho a atraer a los pasajeros desde sus casas u oficinas.

Los elementos de diseño sencillos tales como la vegetación, el agua, las baldosas utilizadas en las aceras y las aceras cubiertas pueden adicionarle mucho valor de amenidad al usuario. Encargarse de estos detalles puede constituir una inversión relativamente pequeña en comparación con la inversión total necesaria para el sistema de BRT. No obstante, proveer un ambiente seguro, atractivo y cómodo para los peatones puede traer beneficios considerables en términos de satisfacción del consumidor y de la cantidad de viajes realizados en el sistema.

13.2.7.1 Zonas peatonalizadas

Peatonalizar los caminos que llevan hacia el sistema de transporte puede ser parte de una estrategia mutuamente beneficiosa, tanto para el transporte público como para el espacio público de la ciudad. Una zona peatonal, especialmente en las áreas centrales de la ciudad, puede contribuir a concentrar gran cantidad de personas hacia el sistema de BRT. En Curitiba, las áreas centrales peatonalizadas conducen directamente a las estaciones del BRT (Figura 13.68).

De igual forma, el sistema de transporte público es compatible con la construcción de áreas peatonales, dado que reduce la demanda de estacionamiento en el centro de la ciudad. Sin un sistema de transporte público de gran calidad resulta mucho más difícil tener espacios completamente peatonalizados y a la vez dar acceso vehicular para instalaciones de estacionamiento.

13.2.7.2 Pasos peatonales cubiertos

Hoy en día muchas ciudades están construyendo pasos peatonales cubiertos a bajo costo, con el fin de eliminar el desincentivo que el clima puede ser para aquellas personas que desean caminar o montar en bicicleta. En las ciudades que experimentan calor extremo, los pasos peatonales cubiertos pueden reducir las temperaturas entre 5 y 8 grados Celsius y, por tanto, marcan una gran diferencia en



Figura 13.68
El recorrido comercial peatonal en Curitiba conduce directamente a las estaciones de BRT.

Foto de Lloyd Wright

Figura 13.69

Tal como lo muestra este ejemplo de Ciudad de Panamá, los walkways peatonales cubiertos contribuyen a reducir dramáticamente las temperaturas de las aceras, lo que hace que el desplazamiento a pie sea mucho más placentero.

Foto de Lloyd Wright



la viabilidad de llegar a la estación de BRT cómodamente.

13.2.7.3 Contexto urbano

Fuera de las valoraciones técnicas descritas más arriba, la planificación de una estación de BRT requiere de la comprensión de cómo ésta encaja con el contexto urbano. Los factores claves que influyen en la viabilidad de la estación incluyen el flujo, los movimientos conflictivos y los desvíos. Un elemento adicional del contexto es el patrón de uso de la tierra en las áreas que rodean la estación del BRT, a las cuales el pasajero querrá acceder (el propósito del viaje). Históricamente, los usos segregados de la tierra eran favorecidos para poder minimizar los posibles conflictos. Dicho patrón de uso de tierras reduce las oportunidades de acceso y obliga a los residentes a dirigirse a múltiples destinos para hacer recados, ir al colegio o encontrar trabajo. En cambio, los usos mixtos de la tierra permiten orígenes y destinos más concentrados, que pueden ser atendidos por una misma estación de BRT que se ubica a una distancia caminable.

El contexto también debe considerar que muchos de estos factores pueden ser simplemente percibidos y no reales. Pero incluso si un factor es solamente percibido, el impacto resultante limitará la efectividad de la estación del BRT.

La documentación del contexto debe ser cualitativa. Por ejemplo, si los usuarios del sistema pueden ver la estación del BRT a través de una plaza o de una calle larga, ellos querrán encontrar la ruta más corta para llegar a ella. No obstante, si los caminos están organizados de tal forma que la estación no sea visible sino sólo hasta que se puede acceder directamente a ella, entonces será menos probable que los pasajeros tomen desvíos. No obstante, ubicar la estación en un lugar más prominente y visible incrementará su presencia, su seguridad y en últimas su uso. A fin de cuentas, se debe tener un buen entendimiento de las características de viaje de las personas cuando se discuten las rutas peatonales hacia una estación de BRT (Gehl, 1971).

13.2.8 Accesibilidad

«Algunos no caminan nada; otros lo hacen en las autopistas; otros pocos atraviesan lotes.»
(Tomado de «Walking»)

—Henry David Thoreau, autor y naturalista,
1817–1862

La accesibilidad hace referencia a la amigabilidad del sistema desde la perspectiva de los usuarios con mayores dificultades físicas. Diseñar desde la perspectiva de un padre que tiene un coche de bebé, de un niño, un adulto mayor o una persona con discapacidad física puede resultar en un buen diseño para todos. Las consideraciones dominantes respecto al diseño

accesible están sobreponiéndose a las barreras físicas, evitando los volúmenes excesivos que impiden un acceso oportuno, proveyendo rutas seguras, y minimizando conflictos y desvíos. El diseño accesible no termina en la puerta de la estación. Hacer que los vehículos y las estaciones sean accesibles para los discapacitados tiene poca importancia si no es posible garantizar que estos individuos en efecto lleguen a la estación.

13.2.8.1 Pasajeros con movilidad limitada

La clave para proveer accesibilidad a las personas con discapacidades físicas está en proveer una vía de acceso a nivel, consistente y confiable. Diseñar una infraestructura apropiada se ha convertido cada vez más en un requerimiento exigido por ley, incluso en las ciudades de países en vía de desarrollo. Aunque el campo de la accesibilidad está aún en crecimiento, existe una

serie de documentos que le ayudan a las ciudades a corregir sus diseños (Rickert, 2006; Venter *et al.*, 2004; Rickert, 2003; Alvarez y Camisão, 2005). Esta sección resume algunas de las recomendaciones de las buenas prácticas que se han desarrollado hasta la fecha.

Para los usuarios que deben utilizar una silla de ruedas, el Acta de Discapacitados Americanos (*ADA*) sugiere una ruta pavimentada accesible (*PAR* por sus siglas en inglés). El *PAR* se refiere no sólo al paso peatonal o al mismo individual, sino al sistema completo que debe proveer acceso a todos los destinos. La Tabla 13.5 resume las recomendaciones *PAR* para las *walkways* y los cruces peatonales (Access, Board, 2005). Las recomendaciones también se pueden aplicar a los asuntos relacionados con el diseño interior, tales como el ancho de los torniquetes y de otros puntos de acceso.

Tabla 13.5: Recomendaciones para acomodar a los pasajeros con movilidad reducida

Factor	Recomendación
Pasos peatonales	
Ancho de acceso	Mínimo de 1,2 metros, aunque es mejor duplicar su ancho para proporcionar suficiente espacio para que dos sillas de ruedas pasen al lado.
Superficie	La superficie debe ser estable y firme, y consistir de material resistente a los resbalos.
Transiciones de la superficie	Transiciones de las rampas a los planos deben ser impecables. Los cambios en elevación verticales no pueden exceder 6,5 mm.
Vibraciones	Los materiales deben ser suaves para minimizar vibración.
Niveles	En los planos existentes con niveles de más de 11%, una cinta de nivel debe proporcionarse para servir como un nivelador específico al sitio.
Inclinaciones de cruce (<i>Cross slopes</i>)	Las inclinaciones de cruce deben ser consistentes (esto es, planas) y no deben exceder 2%.
Obstáculos	Los obstáculos, incluyendo rejas, topes de accesos, postes, parquímetros y cicloestacionamientos, deben dejarse fuera.
Grietas	Ancho máximo de grietas: <ul style="list-style-type: none"> ■ 6,5 mm si es vertical, 13 mm si es biselado; ■ Las aberturas no pueden exceder 13 mm horizontalmente; ■ Deben estar por lo menos 0,75 m entre dos planos horizontales; ■ Más de 13 mm debe ser 1:12, como una rampa.
Cruces	
Bordillos	Los bordillos a lo largo de la ruta peatonal a la estación de transporte público deben todos tener rampas.
Esquinas	Las esquinas deben incluir pequeños radios de bordillo para maximizar la visibilidad de los peatones a los conductores que giran.
Inclinación de rampa	La inclinación máxima de una rampa debe ser 1:12 y debe ser derecha.
Sentido de rampa	Las rampas deben estar localizadas directamente adyacentes a los cruces para evitar la necesidad de giros cuando una silla de ruedas está en la calle.
Pie de la rampa	Incluir un área a nivel en el pie de la rampa para evitar que el agua se estanque allí.



Figura 13.70
Las superficies a nivel pueden incrementar enormemente la accesibilidad a las estaciones de transporte público para aquellos que tienen algún tipo de discapacidad física.

Foto cortesía de Queensland Transport (Brisbane, Australia)

La Figura 13.70 muestra rutas buenas y accesibles a los sistemas de transporte público. Los sistemas diseñados con estos estándares no sólo son útiles para aquellas personas con limitaciones de movilidad, sino también para los adultos mayores y los padres que tienen coches de bebé (Figura 13.71).

Las rampas de acceso constituyen un elemento básico y a la vez esencial para hacer que el espacio público y el transporte público sea más accesible para aquellas personas que tienen alguna discapacidad física. Las rampas deben tener una suave inclinación para garantizar que sean fáciles de utilizar. La Tabla 13.6 resume las inclinaciones recomendadas de las rampas, con sus usos apropiados relacionados. En general, una rampa de acceso debe tener el mismo ancho del cruce peatonal (Rickert, 2006). Una rampa angosta puede evitar que un usuario con discapacidad pueda hacer el cruce. Las rampas de acceso también deben incluir bandas que adviertan a los usuarios de la presencia de una rampa.

Tabla 13.6: Inclinaciones de las rampas y usos recomendados

Gradiente de la rampa	Uso recomendado	Máxima longitud horizontal
10% (1 en 10)	Distancias muy cortas solamente	1 metro
8% (1 en 12)	Mayoría de rampas de bordillo	2 metros
5% (1 en 20)	Gradiente ideal	10 metros

Adaptada de Venter et al., (2004) en Rickert (2006)



Figura 13.71

Diseñar para aquellos que tienen discapacidades físicas también ayuda a las familias con coches de bebé y a otros individuos que llevan bicicletas o paquetes grandes.

Foto de Carlos Pardo

Toda la infraestructura debe ser diseñada teniendo en mente a los individuos con discapacidad física. Los puntos de entrada a las estaciones y a los vehículos también son críticos, tal como lo son los equipos utilizados para recolectar las tarifas. Al diseñar las cabinas para comprar los tiquetes, las máquinas de expendio de tiquetes, los lectores de tiquetes y los torniquetes se debe considerar que deben ser utilizados por personas en sillas de ruedas. Rickert (2006) recomienda las siguientes dimensiones estructurales para las cabinas de venta para garantizar que las personas en sillas de ruedas las puedan utilizar:

- 800 mm de altura
- 500 mm de profundidad
- 900 mm de ancho
- 1.200 mm de espacio libre en el frente

Esta guía ha hecho especial énfasis en la preferencia por los transbordos en plataformas sencillas en vez de hacer que los pasajeros crucen intersecciones, puentes o túneles para poder cambiarse de una ruta a otra. Esta preferencia tiene obvias ventajas para los discapacitados físicos que de lo contrario requerirían de una infraestructura especial para poder realizar transbordos separados de nivel (Figura 13.72). Si se requiere la utilización de este tipo de transbordos se deben utilizar los mecanismos necesarios para garantizar que dichos transbordos sean posibles



Figura 13.72
Los pisos de las estaciones a nivel y los transbordos en plataforma en Bogotá facilitan que los pasajeros se muevan de una ruta a otra.

Foto de Carlos Pardo

y cómodos para aquellos con discapacidad física. Los ascensores son tal vez la opción más conveniente, aunque las fallas y los costos iniciales hacen que éstos no sean una opción perfecta (Figura 13.73). Es mejor tener otra alternativa. Las rampas con inclinaciones suaves son una segunda opción muy sólida en estos casos. En

algunos sistemas una plataforma móvil puede facilitar que los discapacitados suban o bajen una escalera (Figura 13.74). Idealmente, este mecanismo debe poder ser operado de forma independiente por el pasajero, dado que tener que esperar la asistencia de un empleado puede resultar muy frustrante para los usuarios.



Figuras 13.73 y 13.74
Si los transbordos de separación a desnivel en las intersecciones son necesarios, se debe tener la infraestructura requerida para garantizar que todas las personas puedan hacer dichos transbordos. Los ascensores utilizados en Bogotá (foto izquierda) y las plataformas móviles usadas en Seúl (foto derecha) son dos de las posibles opciones.

Fotos de Lloyd Wright



Figura 13.75
En ciudades tales como Bogotá, el abordaje a nivel en los corredores troncales hace que el abordaje y salida de los buses sea fácil para aquellos que tienen sillas de ruedas.

Foto cortesía de TransMilenio S.A.

El diseño del vehículo también es un área que requiere de especial atención en relación con la accesibilidad. Los puntos de entrada de los vehículos y el diseño interior son particularmente cruciales en la amigabilidad para usuarios para los discapacitados. Tal como se anotó con anterioridad, el espacio que queda entre el vehículo y la plataforma de la estación puede disuadir a los usuarios con sillas de ruedas, entre otros, de utilizar el servicio de transporte. Los puentes de abordaje tales como los utilizados en Guayaquil y Quito pueden ser bastante beneficiosos para garantizar una entrada segura y fácil para todos. La mayoría de los sistemas de BRT de gran calidad utilizan abordajes a nivel en sus corredores troncales (Figura 13.75). Otros sistemas, tal como el de Kunming, utilizan vehículos con escalones estándar en sus corredores principales (Figura 13.76). El resultado es que el sistema no puede ser utilizado por los sectores de la comunidad que no pueden manejar rápidamente la serie de escaleras necesarias para abordar y salir del bus.

Mientras que los corredores troncales de BRT por lo general garantizan una fácil entrada a los vehículos con abordajes de plataforma a nivel, con frecuencia los vehículos alimentadores utilizan accesos escalonados estándar. Entonces, aunque existe un buen diseño para la accesibilidad en los corredores principales, muchas partes de los sistemas de BRT permanecen fuera de alcance



Figura 13.76
El acceso con escalones del sistema BRT de Kunming limita su uso a aquellas personas sin discapacidad física.

Foto de Lloyd Wright

para aquellos que no pueden acceder fácilmente a un autobús estándar. No obstante, existen algunas soluciones para hacer que los buses sean aptos para los discapacitados. Una opción es utilizar los vehículos de piso bajo para los servicios de alimentación. Dicho tipo de buses facilitan la entrada de un gran número de personas y pueden utilizar una rampa manual para permitir el acceso de las sillas de ruedas (Figura 13.77). Los sistemas especiales de suspensión, conocidos como vehículos que se «arrodillan», bajan el nivel de los vehículos más cerca de la acera para reducir aún más el tamaño del paso.

Otra alternativa es tener un vehículo de piso alto con un puente de abordaje plegable que se despliegue cuando sea necesario (Figura 13.78). Aunque este instrumento no facilita la entrada de sillas de ruedas, sí hace que el abordaje sea más fácil para los adultos mayores o para aquellas personas a quienes se les dificulta subir escalones.

No obstante, cuando se requieren intervenciones externas, tal como que el conductor tenga que sacar la rampa manualmente, la persona discapacitada depende de otros. De igual forma, los ascensores hidráulicos pueden ser una solución para los vehículos alimentadores que no tienen



Figura 13.77

Una rampa operada manualmente que se extiende fuera del autobús provee acceso a los pasajeros que utilizan sillas de ruedas.

Foto cortesía de la Ciudad de Seúl

un acceso de piso bajo. Sin embargo, la operación del mecanismo requiere de una interrupción de todo el servicio (Figura 13.79). El hecho de que el conductor tenga que ir hacia la puerta para operar manualmente la rampa creará demoras para todos los pasajeros. Esta situación puede hacer sentir a los discapacitados como personas diferentes a los demás, además de hacerlos sentir como una carga para los demás pasajeros que esperan. Por estas razones, son preferibles los sistemas de entrada tales como el abordaje de plataforma a nivel que les dan a los discapacitados una independencia completa. Crear un ambiente en donde las personas con discapacidades físicas puedan acceder al sistema de la misma forma que el resto de las personas es la mejor solución para todos.

Los vehículos de piso bajo, especialmente en las rutas alimentadoras secundarias en las ciudades de países en vía de desarrollo, también tienen otras limitaciones. Las condiciones de las superficies de las calles pueden hacer que las operaciones de los buses de pisos bajos sean particularmente difíciles y propensas a requerir de un mantenimiento costoso.

El diseño interior y el espacio disponible también serán determinantes para el uso del vehículo por parte de aquellos que tienen discapacidades físicas. Un área abierta cerca de la



Figura 13.78

En Nagoya, un vehículo alimentador equipado con un puente de abordaje plegable facilita el abordaje para muchos pasajeros.

Foto de Lloyd Wright

puerta asegura que exista suficiente espacio para maniobrar una silla de ruedas. El área destinada a las sillas de ruedas también debe contar con un mecanismo para asegurar la silla y evitar que ésta se mueva durante el viaje. Este espacio también tiene un doble propósito cuando no está siendo ocupado por una silla de ruedas. Las áreas abiertas son bastante útiles durante los periodos pico para acomodar una gran cantidad de pasajeros de pie.



Figura 13.79

Un ascensor especial permite el acceso de las sillas de ruedas a los buses alimentadores de pisos elevados en Bogotá.

Foto cortesía de TransMilenio S.A.



Figuras 13.80
Las sillas azules en el TransMilenio en Bogotá se reservan para los adultos mayores, los niños y las mujeres embarazadas.

Foto de Lloyd Wright

Algunos asientos también pueden ser reservados para pasajeros especiales, si se utilizan códigos de colores que así lo indiquen. Por ejemplo, en el sistema TransMilenio en Bogotá, los asientos azules están reservados para ciertos pasajeros tales como los adultos mayores, los niños y las mujeres embarazadas (Figura 13.80). Otros pasajeros pueden usar las sillas azules si no hay ningún usuario de los mencionados grupos que puedan necesitarlas. No obstante, los pasajeros deben ponerse de pie y ofrecer la silla en el caso

en que una persona con alguna necesidad la requiera. La efectividad de este tipo de esquema depende de las costumbres y la cultura local.

Finalmente, la creación de un ambiente que sea accesible a todos debe basarse en las filosofías de administración de la compañía de transporte público y debe extenderse a todos los niveles de empleados de la empresa. Así, como parte fundamental de su desarrollo profesional, se debe capacitar a los conductores y a los demás empleados acerca de las necesidades especiales de las personas con discapacidad física. Los conductores deben estar muy pendientes de los requerimientos de abordaje y salida de los discapacitados y deben hacer lo posible para facilitarles el viaje, como por ejemplo extender -en la medida de lo posible- el tiempo de detención en la estación hasta que el pasajero en silla de ruedas esté ubicado de forma segura en su lugar.

Atender las necesidades de los clientes especiales también es otra razón para evitar que el sistema se sobre-congestione. Un usuario en silla de ruedas o un padre con un coche de bebé necesita de espacio adicional tanto en la estación como en el vehículo. Si un sistema opera a su máxima capacidad, estos individuos pueden



Figura 13.81
El periodo pico del TransMilenio en Bogotá no es del todo favorable para los clientes con necesidades especiales.

Foto de Carlosfelipe Pardo



Figura 13.82

Las marcas de pavimento elevado pueden ser una opción rentable de proveer un acceso seguro a las personas con limitación visual.

Foto de Lloyd Wright

quedarse estancados en la estación por un tiempo considerable (Figura 13.81). Las personas no deben tener que evitar las horas pico simplemente porque tienen una discapacidad física.

13.2.8.2 Pasajeros con visión limitada

Así como aquellos con movilidad limitada, los pasajeros con visión limitada pueden ser fácilmente atendidos en un sistema de BRT. Las características de diseño sencillas y la nueva tecnología pueden hacer mucho para mejorar la accesibilidad de estos individuos. Las áreas críticas de diseño son las intersecciones y los bordes entre los accesos peatonales y los corredores vehiculares. Además, las características de diseño tales como las marcas de pavimento elevado pueden ser bastante útiles para dirigir a aquellas personas con visión limitada hacia el sistema de transporte público (Figura 13.82). De igual forma, la capacidad para acceder a la información básica sobre el viaje a través de tableros en braille bien ubicados puede hacer una diferencia sustancial en términos de la viabilidad

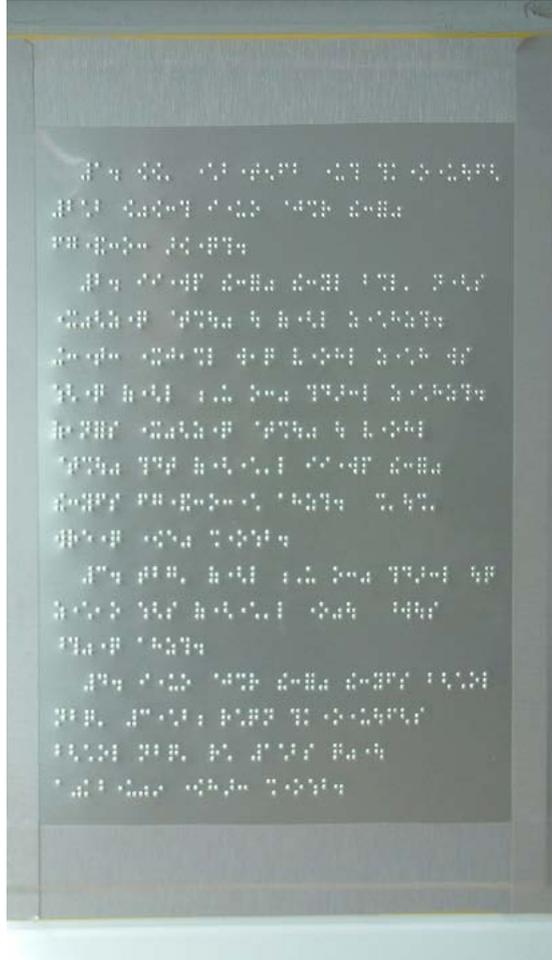


Figura 13.83

La información sobre el viaje en braille ayuda a las personas con visión limitada a planificar y realizar sus viajes (Nagoya, Japón).

Foto por Lloyd Wright

del sistema para una persona con discapacidad visual (Figura 13.83).

En los cruces de intersección que tienen un botón de pedido de cruce están disponibles diferentes tecnologías que permiten que una persona con visión limitada active la fase de caminar. Adicionalmente, estos sistemas también permiten que la persona sienta cuando la fase de caminar está activa. Estas opciones incluyen:

- Semáforos peatonales accesibles (APS por sus siglas en inglés);
- Localizador del botón suena para alertar al peatón;
- Indicación auditiva en la fase de CAMINAR (Figura 13.84);
- Indicación de CAMINAR vibro-táctil (Figura 13.85);
- Flecha táctil;
- Mapa táctil o mensaje de información del botón;
- Ajuste de sonido automático.



Figura 13.84
Las señales auditivas en un cruce que lleva a una estación de BRT en León (Méjico).

Foto de Michael King

Los avisos detectables son pequeñas elevaciones en ubicaciones clave que alertan al peatón acerca de una condición cambiante. Estas alertas son apropiadas para resaltar los bordes de las estaciones. Las modificaciones de geometría o del paisaje en las intersecciones también pueden mejorar la accesibilidad.

Las recomendaciones de diseño incluyen proveer, donde sea posible, dos rampas por esquina. Las rampas deben cruzar de forma perpendicular el bordillo de la acera y la canaleta.



Figura 13.85
Un botón vibro-táctil para solicitar una fase de cruce.

Foto cortesía de Janet Barlow



Figura 13.86
En Kobe (Japón), las distancias a las estaciones de transporte público y otra serie de destinos claves están demarcados a la escala humana.

Foto de Lloyd Wright

13.2.9 Legibilidad

La legibilidad se refiere a qué tan visualmente entendible es un sistema frente al telón de fondo del área urbana. El uso selectivo de una señalización y de mapas apropiados contribuye a la legibilidad del sistema. De igual forma, las opciones de diseño, como el color de la infraestructura, determina qué tan rápido los clientes entienden la información del sistema.

En relación con el acceso peatonal, la buena legibilidad puede jugar un rol fundamental

al dirigir a los pasajeros hacia el sistema. La señalización de las rutas locales a lo largo de las aceras y recorridos peatonales ayuda al usuario a encontrar la estación de BRT y a dirigir a los clientes a su destino (Figura 13.86). Así, el desarrollo de un sistema de BRT puede ser un mecanismo efectivo para mejorar la legibilidad de la calle a lo largo de los corredores principales de la ciudad.

13.3 Bicicletas

«Cuando el hombre inventó la bicicleta, alcanzó la cúspide de sus logros. Aquí estaba una máquina de precisión y balance para la comodidad del hombre. Y, (a diferencia de las siguientes invenciones que buscan la comodidad humana) entre más se usara, más atlética se volvía la persona. Acá, por primera vez, estaba un producto del cerebro humano que era completamente beneficioso para aquellos que lo utilizaban y que no hacía daño alguno ni irritaba a los demás. El progreso debió haberse detenido cuando el hombre inventó la bicicleta.» (Tomado de «Hovel in the Hills»)

—Elizabeth West, autora

Cada vez en más ciudades los proyectos de BRT se están utilizando simultáneamente para mejorar el ambiente para los ciclistas. Integrar el diseño de las instalaciones para montar en bicicleta al sistema de BRT es tan importante como integrar el diseño de las estructuras para vehículos motorizados. Dado que el montar en bicicleta mejora la salud humana, no genera contaminación, reduce la dependencia del país en el petróleo importado y utiliza el espacio vial

de forma extremadamente eficiente, la mayoría de las ciudades hoy en día están promoviendo activamente el ciclismo como un modo de transporte viable, sostenible y rentable.

El acceso de los buses alimentadores al sistema BRT es uno de los elementos más costosos del sistema y si una gran parte de estos viajes de pueden realizar en bicicleta se reducirán significativamente los costos del proyecto. La mayoría de los clientes consideran que el transporte público es una opción viable si se encuentra a cierto tiempo de sus casas. Por ejemplo, los individuos pueden considerar que un desplazamiento de 20 minutos es aceptable para llegar a una estación de BRT. Las bicicletas pueden cubrir esta distancia cinco veces más rápido que si el viaje se hiciese a pié. Entonces las bicicletas dan la oportunidad de incrementar 25 veces el área efectiva de captura de clientes (dado que el área se relaciona con el cuadrado de la distancia recorrida). Desafortunadamente, la falta de calles seguras para montar bicicleta y de ciclo-estacionamientos en las estaciones implica que muchos sistemas no pueden aprovechar esta rentable oportunidad.



Figura 13.87
Una ciclorruta integrada al corredor de BRT en Eindhoven (Holanda) ayuda a maximizar las opciones de movilidad de los residentes.

Foto cortesía de Advanced Public Transport Systems

13.3.1 Instalaciones para el estacionamiento de bicicletas

«Cada vez que veo a un adulto en una bicicleta, no pierdo la esperanza en el futuro de la raza humana.»

—H.G. Wells, novelista, 1866–1946

Desde el punto de vista del ciclista, la mejor opción es que se permita subir las bicicletas a los vehículos de BRT para que la persona la pueda utilizar para acceder a su destino final (Figuras 13.88 y 13.89). La viabilidad de permitir que se suban bicicletas a bordo del vehículo depende del nivel de congestión del sistema y es discutido con mayor profundidad en el Capítulo 12 (*Tecnología*). Algunos sistemas, especialmente durante los periodos valle, permiten que se suban bicicletas a bordo de los vehículos de BRT. Esta sección revisará algunas opciones para el estacionamiento de las bicicletas en el área de la estación.

Proveer una infraestructura para el estacionamiento seguro de bicicletas es esencial para



Figura 13.89
El sistema BRT MAX de Las Vegas ofrece puntos de entrada especiales para los pasajeros con bicicletas.

Foto cortesía de NBRTI

que los ciclistas se sientan cómodos al dejar sus bicicletas antes de abordar el sistema. El reto con las instalaciones de ciclo-estacionamiento en los sistemas de BRT usualmente se relaciona con el espacio disponible. En cierta medida, la ubicación del ciclo-estacionamiento puede actuar como una herramienta de marketing para fomentar el uso de la bicicleta. Entre más visible y atractiva sea la infraestructura para las bicicletas, será más probable atraer la atención de los usuarios potenciales (Figura 13.90).

Mientras que las estaciones de tren en Dinamarca, Holanda y Japón por lo general pueden destinar un espacio considerable para el estacionamiento de bicicletas (Figura 13.91), las instalaciones de BRT frecuentemente tienen menos

Figura 13.90
Un ciclo-estacionamiento atractivo y visible puede contribuir enormemente a promover el uso de la bicicleta.

Foto cortesía de TransMilenio S.A.



Figura 13.88
El sistema de metro de Copenhague permite que los ciclistas suban sus bicicletas al vehículo. El uso de la bicicleta en ambos lados del viaje constituye un beneficio significativo para el pasajero.

Foto de Lloyd Wright



Figura 13.91
Estacionamiento de bicicletas al frente de la estación de tren de Oyumino (Chiba, Japón).

Foto de Lloyd Wright



disponibilidad de espacio. En las estaciones de BRT ubicadas en el centro de la vía el espacio disponible sólo estaría al frente o en la parte trasera de la estación. Otra posibilidad sería debajo de la rampa de entrada de un puente peatonal. De manera alternativa, el estacionamiento de bicicletas también podría ubicarse en el costado de la calle. En cualquier caso, la seguridad de la bicicleta es una de las consideraciones más importantes. Particularmente en las estaciones terminales de los sistemas de BRT es donde

Figura 13.92
Luego de entrar a la terminal de TransMilenio, el cliente tiene un área segura para guardar su bicicleta.

Foto de Carlosfelipe Pardo



Figura 13.93
El estacionamiento vertical de bicicletas utilizado en el sistema TransMilenio, ahorra espacio pero puede ser difícil de utilizar para muchos.

Foto de Carlosfelipe Pardo

existe el espacio suficiente para proporcionar un ciclo-estacionamiento de buena calidad.

Se prefiere un área que pueda ser vigilada por personal de seguridad o por policías de tránsito, dado que este tipo de vigilancia desestimula el robo de bicicletas. El cubrimiento del área de estacionamiento con una cámara de vigilancia también puede ser bastante útil. En el Terminal de Las Américas del Sistema TransMilenio se cuenta con un ciclo-estacionamiento dentro de la terminal, ubicado luego del punto donde la persona ha pagado para ingresar al sistema y cuenta con vigilancia del individuo que recolecta los tiquetes (Figura 13.92).

El tipo de ciclo-estacionamiento también afecta la seguridad y la utilización de la infraestructura. El estacionamiento vertical que se muestra en la Figura 13.93 provee un estacionamiento seguro pero es bastante difícil para los niños, las mujeres y los adultos mayores que deben alzar la bicicleta para ubicarla en su lugar. TransMilenio eligió este diseño para minimizar el espacio requerido por bicicleta, pero el resultado final tiene desventajas en términos de qué tanto es usado por algunos individuos. Otra opción es conocida como el locker de bicicletas (Figura 13.94). El locker es fácil de usar y provee un espacio muy seguro que es controlado por una llave. No obstante, la desventaja del locker es su alto costo (aproximadamente US\$ 300). De igual forma, aunque los estacionamientos cubiertos proveen protección tanto del clima como del robo, pueden ser más costosos de construir.

Una de las mejores opciones para un estacionamiento simple y que se pueda asegurar es un tubo en forma de «U» que se ubica en el suelo sobre una base (Figura 13.95). La forma de «U» permite que se asegure la rueda delantera y trasera de la bicicleta. Otros mecanismos que se pueden asegurar a sí mismos pero que permiten encadenar una sola llanta son menos seguros (Figura 13.96). Si sólo una de las llantas se puede asegurar, entonces se incrementa el riesgo de robo.

Si un número insuficiente de ciclistas utiliza la estación, puede ser económicamente viable que el ciclo-estacionamiento tenga un vigilante permanente. Esta persona garantizará que exista un ambiente seguro y vigilado. También se puede establecer un mecanismo mediante el cual la



Figura 13.94
Los lockers de bicicletas proveen un ambiente muy seguro para las bicicletas aunque pueden ser relativamente costosos en comparación con otras opciones.

Foto cortesía de Cycle-Safe Incorporated



Figura 13.95
Un poste en forma de «U» que se asegura por sí solo es una opción de bajo costo y relativamente segura.

Foto de Lloyd Wright



Figura 13.96
Los ciclo-estacionamientos donde sólo se puede asegurar una llanta pueden ser menos seguros.

Foto de Lloyd Wright

bicicleta sólo puede ser retirada si se entrega el ticket de reclamo correspondiente. Financiar los costos operativos del ciclo-estacionamiento (principalmente el salario del vigilante) puede hacerse de varias formas. Preferiblemente el costo es visto como parte del servicio total prestado a los clientes y, por tanto, se incluye como parte de los costos totales de operación del sistema. De manera alternativa, también podría ser posible que el vigilante cobre un monto estándar a cada ciclista para cubrir los costos de su trabajo.

13.3.2 Infraestructura de las ciclorrutas²⁾

«La bicicleta es el medio transporte más civilizado que el hombre conoce. Otras formas de transporte cada día se vuelven más como pesadillas. Sólo la bicicleta se mantiene pura de corazón.»

—Iris Murdoch, autor y filósofo, 1919–1999

13.3.2.1 Principios básicos de la infraestructura de ciclorrutas

Los mejores sistemas de BRT reconstruyen corredores no sólo para ubicar carriles exclusivos, sino para incrementar significativamente los servicios para los ciclistas, los peatones y el tráfico mixto. Llegar a la estación en bicicleta puede ser un reto si la calidad de las ciclorrutas no es buena. Incluso los ciclistas que desean

²⁾ N. del T.: Se utiliza de igual forma el término “ciclorruta” y “ciclovia” en este documento, refiriéndose a la infraestructura permanente para bicicletas.

hacer un transbordo al sistema de BRT probablemente utilizarán el corredor del BRT al menos para una parte de su viaje (Figura 13.97). No es coincidencia que las ciudades con excelentes sistemas de BRT también posean redes de ciclorrutas excepcionales. Bogotá tiene la red de ciclorrutas más extensa de Latinoamérica con alrededor de 320 kilómetros de ciclorruta exclusiva (Figuras 13.98 y 13.99). La nueva línea Orange de BRT en Los Ángeles, en Eindhoven y muchos otros sistemas de BRT que se encuentran en desarrollo también tienen ciclorrutas a lo largo de todo el corredor.

Así como separar a los usuarios del automóvil de los buses por lo general incrementa la velocidad, capacidad y seguridad de ambos modos, separar las vías de los usuarios del automóvil y ciclistas también puede incrementar la velocidad y la seguridad de ambos en determinadas condiciones. Si no se provee una infraestructura para las bicicletas, la probabilidad de que los ciclistas utilicen el corredor es relativamente alta y muy difícil de controlar. Actualmente, la frecuencia de ciclistas en el sistema de BRT de Curitiba es mayor que la frecuencia de buses, lo que deriva en desafortunados accidentes.

Por todas estas razones, al planificar la construcción de corredores exclusivos de buses se debe considerar la opción de añadirle instalaciones para bicicletas si se reconstruye el corredor. La ubicación de dichas instalaciones en las calles de altos volúmenes y altas velocidades que se conectan con el corredor contribuirá a atraer a los ciclistas al sistema de BRT, y deben ser incorporadas al diseño del sistema completo cuando es posible. La combinación de un sistema de BRT con la red de ciclorrutas puede contribuir a proveer una movilidad urbana sostenible.

Idealmente, el sistema de BRT y la red de ciclorrutas deben ser planeados al tiempo. El proceso de planificación debe buscar que la mayor cantidad de ciclorrutas posible coincida con las estaciones de BRT en ubicaciones estratégicas. La idea no es obligar a los ciclistas a hacer un transbordo hacia el sistema de BRT sino, por el contrario, a ofrecerles la opción de combinar un desplazamiento bus-bicicleta.

Utilizando círculos concéntricos de dos kilómetros o más desde la estación de transporte público, se debe analizar la calidad del ambiente

Figura 13.97
Debido a la falta de ciclorrutas formales en Quito, los ciclistas frecuentemente utilizan la infraestructura de los corredores exclusivos. No obstante, esta práctica puede ocasionar serios accidentes.

Foto de Lloyd Wright





Figuras 13.98 y 13.99
No es coincidental que Bogotá tenga tanto un excelente sistema de BRT como una excepcional red de ciclorrutas. Los dos sistemas son mutuamente complementarios.

Fotos de Lloyd Wright

para los ciclistas. La mayoría de las medidas de seguridad y de pacificación de tráfico que se discutieron en la sección anterior no sólo disminuirán las velocidades de los vehículos, sino que simultáneamente mejorarán la calidad del ambiente para las bicicletas. Unas pocas reglas deben ser consideradas cuando se planea la infraestructura para las bicicletas en una ciudad:

- Los ciclistas son más sensibles a la superficie de las vías que los usuarios del automóvil y prefieren superficies lisas y planas. Los adoquines o los ladrillos ásperos pueden ser estéticamente agradables, pero pueden desestimular el uso de la bicicleta.
- Los ciclistas quieren ir en líneas rectas. Los caminos serpenteantes por lo general llaman la atención de los arquitectos paisajistas, pero los ciclistas desean llegar a su destino tan rápido como todos los demás y no desean tener que pasearse alrededor de árboles o de bancas de parques.
- Los ciclistas no utilizarán ciclorrutas mal tenidas, obstruidas y que se encuentren por debajo de los estándares normales de operación. Se deben construir ciclorrutas de gran calidad con carriles que proporcionen niveles de servicio tipo A o B, o si no se deben rediseñar las calles para garantizar una operación de tráfico mixto entre vehículos y bicicletas.

Desarrollar una red de ciclorrutas efectiva involucra una serie de asuntos institucionales, de diseño y de infraestructura. El Módulo de

Entrenamiento de la GTZ en Transporte No-Motorizado provee un profundo análisis de esos asuntos (Hook, 2005) y debe suministrar la suficiente información como para desarrollar instalaciones para bicicletas en corredores donde no opera el BRT. No obstante, algunos asuntos específicos acerca de la ubicación de las ciclorrutas en los corredores de BRT se presentarán en la siguiente sección.

13.3.2.2 Diseño físico

El diseño físico de las instalaciones para bicicletas es un arte emergente en vez de una ciencia, y aún se desconoce mucho acerca del diseño óptimo. Reubicar a los buses en el carril central realmente contribuye a resolver uno de los problemas más serios que diariamente deben enfrentar los ciclistas en los carriles normales de tráfico mixto. Por lo general, las bicicletas están obligadas por ley a utilizar el carril lateral. En dicho carril los ciclistas usualmente deben detenerse detrás de los buses y taxis que abordan y dejan personas, de los vehículos parqueados, y de los camiones de carga y de entregas que constantemente suben y bajan paquetes. El tener que utilizar este carril expone a los ciclistas a riesgos de seguridad y a altos niveles de contaminación. Además, tener un vehículo grande que debe ir atrás de un ciclista puede ser una situación bastante estresante (Figura 13.100). Reubicar a los vehículos de transporte fuera del carril lateral contribuye a aumentar las velocidades de los



Figura 13.100
Con frecuencia los ciclistas están expuestos a demoras, riesgos de seguridad y altos niveles de contaminación cuando deben utilizar el carril lateral.

Foto de Lloyd Wright

ciclistas en los corredores del BRT y a reducir los conflictos peligrosos con las estaciones.

Recolectar información acerca de la actividad ciclística existente y del comportamiento de los ciclistas es un primer paso muy útil, antes de diseñar las instalaciones y la infraestructura para bicicletas. Las metodologías para desarrollar este proceso son ligeramente equivalentes a aquellas utilizadas para diseñar las instalaciones peatonales, empezando con una revisión de la infraestructura existente, la identificación de las zonas peligrosas, de los lugares donde no es permitido transitar en bicicleta, la ubicación de los pares de ODs más populares para los ciclistas, la identificación de los problemas de impacto negativo más comunes, la revisión de la información sobre los puntos de mayor accidentalidad de ciclistas y la definición del tipo de intervención en estas zonas. Las metodologías son similares a las descritas más arriba para el caso de los peatones y se puede obtener una descripción más detallada en Hook (2004). No obstante, algunas guías básicas para los corredores de BRT se describen a continuación.

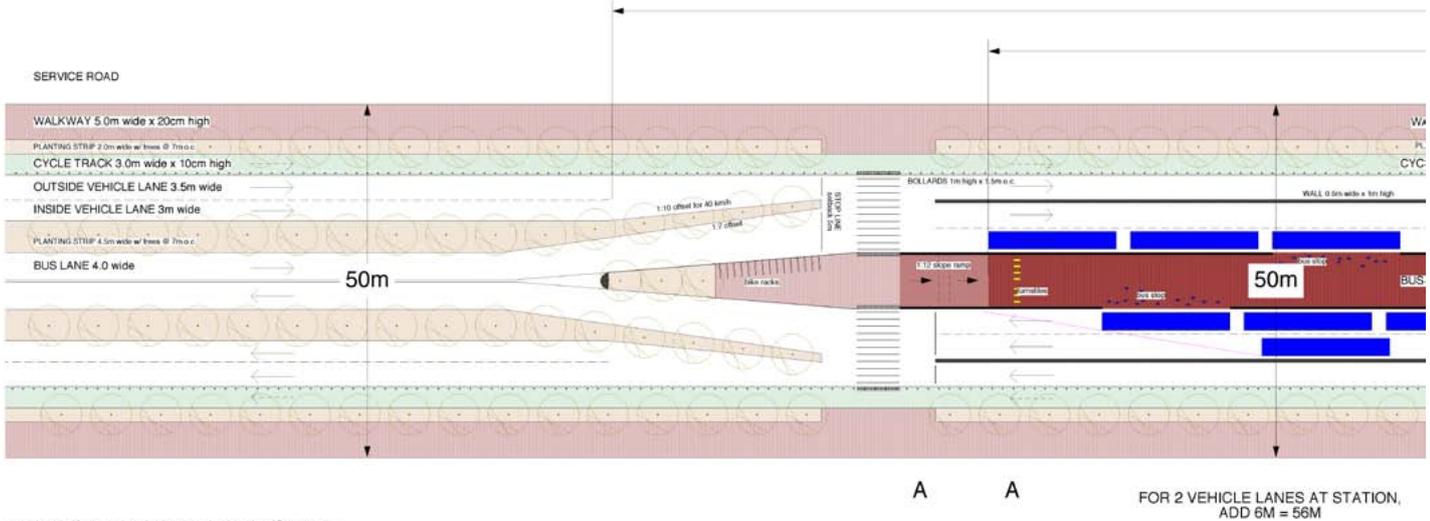
Los corredores de BRT tienden a ser localizados en arterias urbanas primarias o secundarias razonablemente anchas. En los países en vía de desarrollo, que con frecuencia no tienen una buena red de vías secundarias, estas arterias

tienden a servir a una gran diversidad de tipos de viaje: desde los buses urbanos, viajes de camiones, y trayectos de mediana y larga distancia entre diferentes ciudades, hasta viajes cortos realizados a pie o en bicicleta. Esta compleja multifuncionalidad del corredor de BRT hace que el diseño de la vía sea difícil. A medida que el ancho de vía crece, las velocidades de los vehículos tienden a incrementar y, por tanto, aumenta la necesidad de segregar a los diferentes modos con velocidades de operación significativamente distintas.

Tal como los usuarios del automóvil lo hacen en las vías arteria principales, algunos ciclistas viajarán mayores distancias y valorarán un viaje de alta velocidad sin interrupciones, mientras que otros sólo se desplazan cortas distancias y valoran el acceso a las propiedades adyacentes. Para los usuarios del automóvil en dichas arterias, este conflicto frecuentemente es resuelto al proveer carriles directos separados para los viajes de larga distancia y carriles de servicio para acceder a las propiedades. Introducir un BRT en la arteria en el carril central no introduce ningún tipo de problema particular para los usuarios del automóvil. Excluyendo a las ciclorrutas, una sección vial estándar contará con carriles de buses en el centro, luego dos carriles de tráfico mixto, luego un separador, en seguida un carril de servicio para los viajes locales y por último la acera.

La pregunta que ha suscitado un debate considerable entre expertos es dónde ubicar el carril de bicicletas.

Así exista o no un carril de servicio, la ubicación estándar de la ciclorruta ha sido entre el carril de tráfico mixto y el paso peatonal. La Figura 13.101 muestra esta configuración para una sección de vías propuesta en Dar es Salaam. Esta ubicación de la ciclorruta es muy útil para los ciclistas que hacen viajes cortos a lo largo del corredor. Normalmente las ciclorrutas ubicadas en los carriles laterales se construyen junto a las calles, y las vías se ubican entre la ciclorruta y las paredes de los edificios. Esta configuración ocurre de esta manera porque la velocidad y comportamiento de las bicicletas es más cercana al de los vehículos motorizados que al de los peatones. Si una ciclorruta es obstruida, el ciclista necesita tener una oportunidad fácil de entrar a la vía y este acceso es más difícil si



Typical Bus Rapid Transit Station
Morogoro Road, Dae es Salaam, Tanzania

ITDP w/ input from LOGIT & ICE
July 2005

MINIMUM SIZING REQUIREMENTS
FOR DISCUSSION ONLY

también debe atravesar los flujos peatonales. Por esta razón, frecuentemente los diseñadores ubican el carril de bicicletas al lado de la vía. El sistema de BRT de Hangzhou utiliza esta configuración con ciclorrutas anchas localizadas entre la vía peatonal y el carril del BRT (Figura 13.102).

Algunos diseñadores son partidarios de poner una línea de arbustos y árboles entre la ciclorruta y la calle, y poner a la ciclorruta en una

acera elevada al mismo nivel que el de la vía peatonal. Con los cortes adecuados en las intersecciones, este diseño aislará a los ciclistas del tráfico rápido, mejorará el ambiente para las bicicletas, y prevendrá que los usuarios del automóvil y los camiones de reparto detengan sus vehículos en la ciclorruta. No obstante, esta línea de arbustos y árboles entre la ciclorruta y la calle, en una acera elevada le dificulta a los ciclistas pasar entre la ciclorruta y la calle en

Figura 13.101
La distribución de la calle en Dar es Salaam, que muestra un carril exclusivo en separador y una ciclorruta ubicada entre el paso peatonal y los carriles de tráfico mixto.

Imagen cortesía de ITDP



Figura 13.102
La ciclorruta a lo largo del sistema de BRT de Hangzhou está situada entre el carril de BRT y la vía peatonal.

Foto de Karl Fjellstrom



Figura 13.103
Las ciclorrutas anchas y los pasos peatonales permiten que los dos modos se integren exitosamente en Bogotá.

Foto cortesía de Oscar Díaz y «Por el País que Queremos» (PPQ)

caso de alguna obstrucción. Lamentablemente, en el mundo en desarrollo las obstrucciones son la norma en vez de la excepción. Si se utiliza esta configuración, tal como ocurre en algunas partes de Bogotá, debe estar acompañada de un grado muy alto que reduzca al máximo el riesgo de obstrucción (Figura 13.103).

En Daar es Salam donde el riesgo de vendedores ambulantes, altos volúmenes peatonales, postes y materiales de construcción de las propiedades adyacentes es alto, se decidió poner a la ciclorruta en un borde elevado especialmente designado de la vía, separando a la ciclorruta del paso peatonal con árboles y arbustos, y no a la ciclorruta de los carriles de tráfico mixto. Poner a la ciclorruta elevada sobre de la vía hace que los usuarios del automóvil estén más pendientes de los ciclistas en la vía, lo que es particularmente importante en las intersecciones; también permite que esta elevación sea utilizada por los vehículos averiados si resulta necesario. Poner árboles y arbustos entre la ciclorruta y el paso

peatonal ayuda a prevenir las invasiones en la ciclorruta a causa de los peatones y los vendedores ambulantes, y permite que los ciclistas escapen fácilmente de la ciclorruta en caso de que exista una obstrucción. Esta configuración, no obstante, todavía crea conflictos entre los ciclistas y los carros que giran hacia la derecha, los taxis que se detienen, los carros que parquean allí ilegalmente y otra serie de obstrucciones típicas de los carriles laterales.

En las arterias más anchas donde existen calles de servicio, en el sistema de BRT de Ahmedabad y en el proyecto de Delhi, se está considerando la opción de poner a la ciclorruta en el separador entre las calles de servicio y los carriles de tráfico mixto, tal como se ilustra en la Figura 13.104.

Esta configuración por lo general se acompaña de la terminación de la calle de servicio antes de cada intersección. De esta manera, los conflictos entre muchos de los vehículos que se detienen y parquean pueden evitarse, dado que la gran mayoría de estas actividades ocurre en el carril de servicio. El acceso a las propiedades adyacentes por parte de las bicicletas puede acomodarse fácilmente en los lentos carriles de servicio. No obstante, dicha configuración requiere de un derecho de vía muy ancho. Además, tampoco resuelve los conflictos entre los ciclistas que van derecho y los carros que giran hacia la derecha en las intersecciones. Sin embargo, estos conflictos pueden ser resueltos a través del uso de tratamientos estándar de intersecciones.

Otra configuración que ha sido discutida es darle a los ciclistas la misma serie de ventajas que tienen los buses de las operaciones en carriles centrales: libertad de los conflictos para los vehículos que van derecho en las intersecciones. Muchas ciclorrutas en Bogotá están ubicadas en el separador de la calle de una forma similar al BRT. Así, otra alternativa podría ser ubicar a

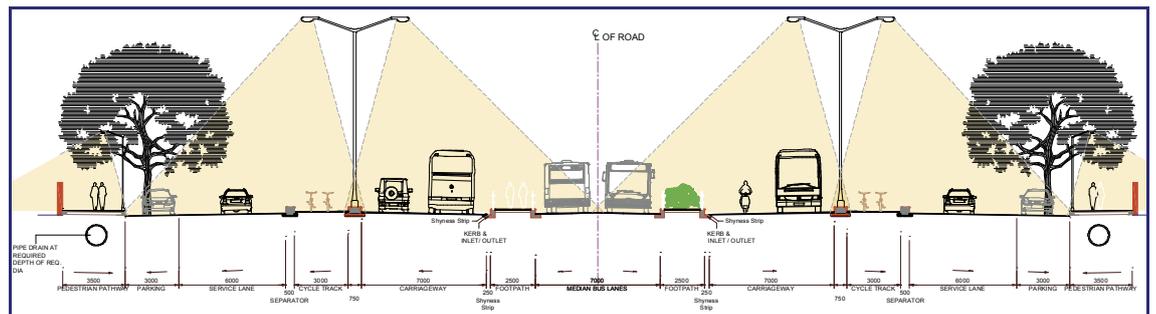
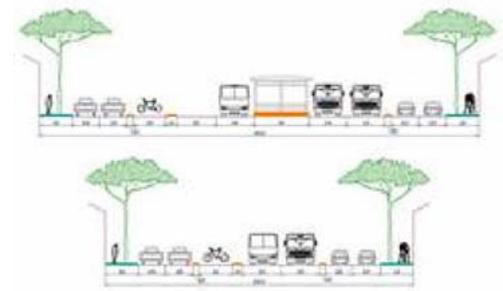
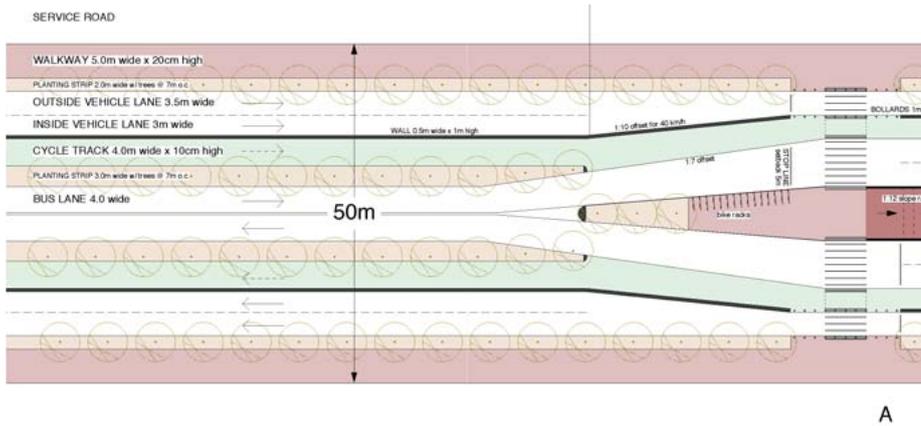


Figura 13.104
Para las calles anchas con carriles de servicio, la ciclorruta puede ubicarse entre los carriles de servicio y los de tráfico mixto.

Imagen cortesía de ITDP



Typical Bus Rapid Transit Station
Morogoro Road, Dae es Salaam, Tanzania

ITDP w/ input from LOGIT & ICE
June 2005

MINIMUM SIZING REQUIREMENTS
FOR DISCUSSION ONLY

la ciclorruta adyacente en el corredor de buses (Figura 13.105).

Esta configuración evitaría muchos de los conflictos ocasionados en las esquinas entre las bicicletas y los vehículos que giran o se detienen. Además reduciría significativamente el riesgo de invasiones en la ciclorruta a causa de vendedores ambulantes. También provee un corredor de ciclismo bastante rápido. Los ciclistas que quieren hacer viajes de acceso local, simplemente salen de la ciclorruta en la intersección o cruce peatonal más cercano a su destino y utilizan los carriles de servicio o las aceras para recorrer la distancia faltante.

13.3.3 Instalaciones de alquiler de bicicletas

Incrementar la disponibilidad de bicicletas ayuda a maximizar su uso como un componente integral de un viaje de transporte público. En las ciudades de países en vía de desarrollo las bicicletas pueden no ser ampliamente disponibles o asequibles. Además, los usuarios esporádicos pueden no querer comprar una bicicleta, pero consideran los alquileres por periodos cortos. Los planificadores de sistemas de BRT tal vez quieran proveer instalaciones para el alquiler de bicicletas dentro del área de las estaciones. El sistema de monorriel de Osaka provee dicho servicio en la mayoría de sus estaciones (Figura 13.106). Alquilar bicicletas también puede ser útil, incluso para los dueños de bicicletas. Si una persona viaja a un destino utilizando el transporte público y su destino final está a más de una distancia caminable de la estación, alquilar

una bicicleta puede ser una solución perfecta como un servicio alimentador muy flexible. Tal como sucede con el modelo de alquiler de Osaka, la disponibilidad de una canastilla ayuda a los pasajeros con maletines, bolsas de compras y otra serie de elementos personales.

A una mayor escala, la ciudad de Copenhague provee bicicletas urbanas gratis a lo largo del área de la ciudad, incluyendo las estaciones de transporte público (Figura 13.107). Una persona sólo debe insertar una moneda de 20 DKr (US\$ 3,30) para tener una bicicleta. Al devolver la bicicleta en cualquier estación, la moneda es devuelta al usuario. Si la bicicleta se parque fuera de la estación de bicicletas, entonces cualquiera puede devolverla y tomar

Figura 13.105

Una configuración que ubica a la ciclorruta al lado del carril exclusivo sobre separador tiene potencialmente muchos beneficios.

Imagen cortesía de ITDP

Figura 13.106

Las instalaciones para alquiler de bicicletas en las estaciones del monorriel de Osaka proveen una opción efectiva para los usuarios esporádicos.

Foto de Lloyd Wright



Figura 13.107

El programa de bicicletas urbanas de Copenhague pone bicicletas a disposición de los usuarios de forma gratuita en las estaciones de transporte público y en otros puntos de la ciudad.

Foto de Lloyd Wright



la moneda de 20 DKr. La publicidad llamativamente pintada en las bicicletas ayuda a pagar su mantenimiento. Aunque el robo de bicicletas arruinó muchos de los intentos iniciales de los programas de este tipo, la tecnología moderna en combinación con algunos cambios de diseño han eliminado en gran medida estas preocupaciones. Las bicicletas de Copenhague tienen un chip que permite su ubicación por medio de un sistema de seguimiento por GPS. Además, la forma y el tamaño de los componentes de la bicicleta son únicos y por tanto vender sus partes en el mercado sería totalmente ineficiente (Poulsen y Mozer, 2005). Muchas otras ciudades europeas, como Berlín y Zurik, tienen programas de alquiler de bicicletas.

En el contexto de las ciudades de países en vía de desarrollo, la disponibilidad y asequibilidad de las bicicletas puede ser una gran barrera para que sean usadas. *El Institute for Transportation & Development Policy* (ITDP) ha iniciado un programa en conjunto con las empresas más grandes de manufactura de bicicletas para mejorar su distribución en las naciones en vía de desarrollo. La base de este programa es una bicicleta de bajo costo y alta calidad denominada como «Bicicleta California», diseñada para cumplir con los requerimientos de las condiciones de una ciudad en vía

de desarrollo. ITDP y sus socios locales ayudan a los pequeños distribuidores a tener la «Bicicleta Californiana» y luego distribuirla de una forma económica a los clientes de escasos recursos.

13.4 Otros sistemas de transporte público

«Yo esperé y esperé en la plataforma pero el tren nunca llegó y me pareció extraño que nadie más estuviese esperando conmigo... Finalmente, me fui a preguntarle a un portero y él me indicó que debía tomar un autobús y cuando le pregunté acerca de dónde podría encontrar ese bus, él movió vagamente la palma de su mano en el sentido del resto del mundo.» (Tomado de «African Diary»)

—Bill Bryson, autor, 1951—

El BRT también puede complementarse con otros sistemas de transporte público urbano y de larga distancia. Las ciudades que tienen metros y servicios urbanos de trenes deben integrar estas opciones al BRT. Las ciudades con sistemas de transporte acuático también deben buscar integrar estos sistemas con la red del BRT.

Por ejemplo, São Paulo utiliza el BRT para conectar el final de su línea de metro con otras comunidades. Algunas ciudades con sistemas

de metro no pueden financiar el costo que implica completar esta línea. En esos casos, el BRT ha sido una opción económica que ayuda a tener una conexión de transporte público en la ciudad entera.

La clave para una integración exitosa está en la conexión física entre dos sistemas, el mercado competitivo, la promoción de los dos sistemas y la unificación de las estructuras tarifarias. En São Paulo la conexión física se hace a través de simples rampas que salen del sistema de metro y conducen directamente al sistema de BRT. En Brisbane la ubicación de una estación de BRT en el servicio de tren de la ciudad ha sido bastante útil para los pasajeros que desean moverse de un sistema a otro (Figura 13.108).

De igual forma, en Nagoya (Japón) la línea de BRT de Yutorito está bien integrada con el sistema subterráneo y con el sistema de trenes suburbanos (Figura 13.109).

La clara señalización también contribuye a hacer esta integración aparentemente sencilla. Además, los dos sistemas pueden hacer un mercadeo conjunto bajo un mismo nombre y un sólo logo para que los pasajeros vean que los sistemas están claramente unificados. Finalmente, una estructura tarifaria integrada permite que los pasajeros dejen un sistema de transporte y

Figura 13.108

El corredor de Brisbane (arriba centro) está bien integrado al servicio de trenes de la ciudad (derecha).

Foto cortesía de Queensland Transport



pasen a otro sin tener que comprar un ticket adicional.

El BRT también debe estar integrado a las infraestructuras de transporte público de larga distancia, tales como las estaciones de buses de larga distancia y las estaciones de tren. De nuevo, la planificación física de la interfaz es clave para hacer que esta opción sea viable. Los pasajeros de estos modos por lo general traen consigo maletas o bienes, y por tanto necesitan un mecanismo de transferencia particularmente bueno.

13.5 Taxis

«Es una pena que toda la gente que sabe cómo dirigir un país está ocupada manejando un taxi o cortando el pelo.»

—George Burns, comediante, 1896–1996

13.5.1 Taxis

Con mucha frecuencia los taxis son vistos como competencia del transporte público en vez de complementos que efectivamente extienden la cobertura del área de servicio del mismo. Al desarrollar instalaciones integradas para taxis en conjunto con estaciones y terminales de BRT se pueden adquirir múltiples beneficios.

En muchas ciudades del mundo, y especialmente en las ciudades de países en vía de desarrollo, los taxis representan una gran proporción de los vehículos en la vía en cualquier momento dado. No obstante, los taxis gastan gran parte de su tiempo buscando pasajeros en vez de proveyendo un servicio real. Antes de la introducción de los sistemas de despacho, se estimó que los taxis en

Figura 13.109
La estación Ozono del sistema de transporte público de Nagoya representa un nexo con el sistema de BRT elevado, el sistema de trenes suburbanos y el sistema de metro, así como ofrece amplias provisiones para parqueo de bicicletas.

Foto de Lloyd Wright



Figuras 13.110 y 13.111
En ciudades tales como Quito (foto superior) y Kuala Lumpur (foto inferior) la provisión de instalaciones formales de taxis integradas con el sistema de transporte público crea beneficios al consumidor, al sistema de transporte público y al conductor de taxi.

Fotos de Lloyd Wright



Shanghai estaban más del 80% de su tiempo sin pasajeros. Así, estos viajes sin consumidor aumentaban enormemente los niveles de congestión sin servir ningún propósito particular.

Diseñar paradas de taxis en las estaciones de transporte público reduce la necesidad de los conductores de taxi de operar sin pasajeros. En cambio, los pasajeros llegan al taxi en vez de que sea al contrario. La ubicación estratégica de los stands de taxis bien integrados a las estaciones de BRT puede ser una ganancia para los diseñadores del sistema, los conductores de taxi, los funcionarios públicos y el público en general (Figuras 13.110 y 13.111). Los diseñadores del sistema ganan al añadir otro importante servicio de alimentación a su estructura de rutas. Los dueños de los taxis y los conductores ganan al reducir dramáticamente sus costos operativos. Las estaciones de BRT proveen una concentración de clientes para los taxis, sin la necesidad de que éstos tengan que circular por toda la ciudad consumiendo grandes cantidades de gasolina. Los

funcionarios públicos ganan al ayudar a reducir un factor importante en la congestión de tráfico urbano. Y, finalmente, el público gana al tener un sistema de transporte público más cómodo y flexible que también reduce las emisiones urbanas y promueve una eficiencia generalizada.

Cualquier política que afecte las operaciones de taxi requerirá de planificación y participación de los dueños de taxis afectados. En las ciudades en países en vía de desarrollo las asociaciones de taxi pueden ser políticamente poderosas y, por lo general, se dejan sin control alguno. Dado que las instalaciones para taxis en las estaciones de transporte público serán percibidas como favorables para sus dueños, esta infraestructura puede ser la base para un mejor control de calidad de la industria.

Figuras 13.112 y 13.113
Tal como se evidencia en estas imágenes de Bogotá, los bici-taxis pueden formar parte de una serie de opciones de integración para los pasajeros del servicio de BRT.

Fotos cortesía de INSSA



13.5.2 Bici-taxis

Los modernos diseños de los vehículos, el incremento de los precios de la gasolina y las crecientes preocupaciones por el medio ambiente han

llevo a la reaparición de los bici-taxis en muchas partes del mundo, especialmente en las ciudades de Europa central tales como Berlín, Copenhague y Londres. Los bici-taxis pueden proveer un servicio de alimentación ideal a las estaciones de BRT, especialmente en viajes de 4 kilómetros o menos (Figuras 13.112 y 13.113). Los bici-taxis son vehículos de bajo costo que proveen altos niveles de empleo sin producir ninguna emisión.

En algunas partes del mundo en desarrollo los bici-taxis han sido prohibidos para poder darle más espacio a los vehículos motorizados. Los bici-taxis fueron prohibidos en Bangkok a comienzos de 1960. Otra serie de prohibiciones han tenido lugar en ciudades tales como Yakarta y Nueva Delhi. No obstante, las actitudes públicas están cambiando y el sistema de BRT de Delhi ha integrado estacionamiento designado para los bici-taxis en el diseño del corredor. A partir de la colaboración entre el Institute for Transportation & Development Policy (ITDP) y otra serie de socios locales, se ha desarrollado un bici-taxi modernizado para el mercado indio. Esta iniciativa comenzó en 1998 en la ciudad de Agra y fue financiada por la Agencia Internacional para el Desarrollo US AID. Rápidamente se expandió a otras ciudades incluyendo a la capital Delhi. El proyecto produjo un vehículo moderno liviano a un costo modesto (Figura 13.114).

Figura 13.115

Los diseños de los bici-taxis modernos ayudan a atraer a los consumidores así como a las empresas que podrían utilizarlos como medios publicitarios.

Foto de Lloyd Wright

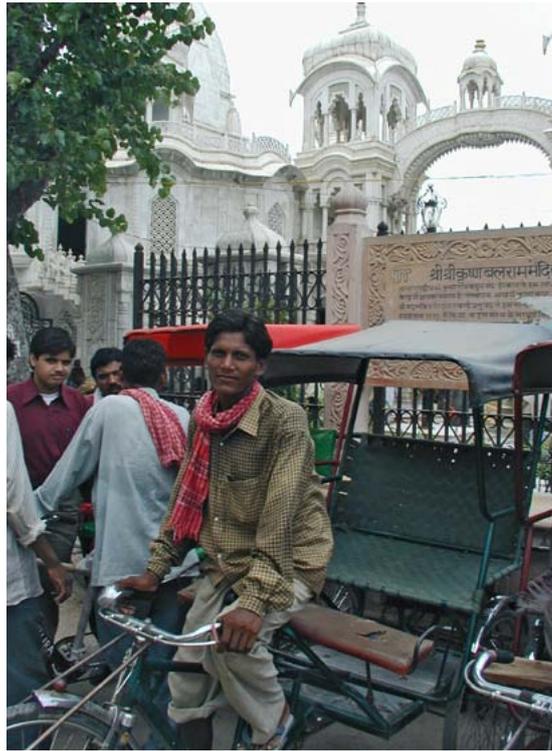


Figura 13.114
El bici-taxi modernizado en la India ha revitalizado el negocio de los bici-taxis.

Foto cortesía de ITDP

Hoy en día más de 100.000 bici-taxis modernizados transitan por las calles de la India.

Manila tiene una larga historia de uso de los bici-taxis en conjunto con otras opciones de transporte público. Adicionalmente, las ciudades tales como Yogyakarta en Indonesia están siguiendo el ejemplo de las ciudades indias y están retomando la versión moderna del bici-taxi conocido como «becak» en Indonesia.

Un proyecto de bici-taxi exitoso probablemente tendrá en cuenta una serie de componentes operativos y de diseño. Algunas de las características de un bici-taxi moderno incluyen:

Figura 13.116
Las estaciones formales de bici-taxis, la publicación de información sobre las tarifas y los uniformes de los conductores contribuyen a realzar la imagen del sistema.

Foto de Lloyd Wright



- Vehículos modernizados, con nueva ingeniería y alta tecnología (Figura 13.115);
- Carriles exclusivos para vehículos no motorizados en algunas áreas;
- Estaciones formales para bici-taxis (Figura 13.116);
- Mapas del sistema para los bici-taxis;
- Información pública sobre las tarifas;
- Entrenamiento profesional para los conductores;
- Uniformes para los conductores.

Implementar un sistema de BRT que introduce simultáneamente los servicios de bici-taxi es beneficioso para ambos modos. Los bici-taxis pueden formar una parte importante del servicio de alimentación, especialmente para las comunidades que tienen calles demasiado angostas para la operación de los buses. También puede ser posible integrar la tarifa del sistema de BRT con las tarifas de los bici-taxis.

Figura 13.117

Las instalaciones de park-and-ride en la estación de Mo Chit del Skytrain de Bangkok ayuda a aumentar la cantidad de pasajeros que viajan en el sistema, especialmente de aquellos pasajeros que normalmente viajarían en sus vehículos particulares.

Foto de Thirayoot Limanond



13.6 Park-and-Ride

Los dueños de los vehículos privados también pueden ser integrados exitosamente al sistema a través del desarrollo de instalaciones *park-and-ride* o *kiss-and-ride*. Estas instalaciones permiten que los usuarios de los vehículos privados accedan al sistema de transporte público y, por tanto, completen su recorrido completo utilizando el transporte público. Una instalación de *park-and-ride* provee un garaje o un lote de estacionamiento para que los vehículos

permanezcan seguros durante el día. Las instalaciones *kiss-and-ride* no proveen estacionamiento pero incluyen un área de descenso de pasajeros para los vehículos privados. Una instalación de *park-and-ride* también debe incluir un espacio para la opción de *kiss-and-ride*.

Los beneficios de las instalaciones de *park-and-ride* inmediatamente adyacentes a una estación popular de transporte público deben ser sopesados contra los beneficios de usos alternativos de esta tierra, como por ejemplo para el desarrollo económico o para servicios públicos. Los servicios comerciales y los accesos cómodos y seguros para los buses alimentadores, los ciclistas y los peatones, deben tener prioridad en el diseño de la estación.

Las instalaciones *park-and-ride* y *kiss-and-ride* son más apropiadas en zonas suburbanas donde las densidades de población pueden ser insuficientes para justificar el costo de los servicios de alimentación, y donde las distancias son demasiado extensas como para acceder caminando o en bicicleta a la estación. En las ciudades en vía de desarrollo dichas condiciones serán comúnmente encontradas en los barrios donde existen familias adineradas, con los suficientes ingresos como para tener un vehículo particular. Atraer a este grupo en particular hacia el sistema de transporte público puede tener muchos beneficios. En primer lugar, disminuir el uso del vehículo particular tiene una ventaja significativa en términos de la reducción de emisiones y de la disminución del tráfico. En segundo lugar, un sistema de transporte público que tiene la calidad suficiente incluso para atraer a los grupos de mayores ingresos económicos constituye un objetivo valioso. En tercer lugar, una mezcla saludable de todos los grupos de diferentes ingresos de una ciudad en un mismo sistema significa que todos los intereses políticos tendrán un incentivo para asegurar el futuro del sistema. Finalmente, los sistemas que atienden a todos los grupos de ingresos también tienen un importante rol social, dado que el sistema de transporte público puede ser el lugar donde los distintos sectores de la sociedad se unen.

Las instalaciones de *park-and-ride* y *kiss-and-ride* son mejor ubicadas en áreas suburbanas donde el valor de la tierra no es tan alto y donde los clientes objetivo son motivados a viajar lo



Figura 13.118
Las instalaciones de park-and-ride propuestas para la ciudad de Nantes (Francia).

Imagen cortesía de François Rambaud

más que puedan en los medios de transporte públicos. El *park-and-ride* es menos oportuno en el centro de la ciudad, donde los estacionamientos de vehículos son utilizados para llegar a esta parte de la ciudad. El *park-and-ride* utilizado en la estación Mo Chit del Skytrain de Bangkok es bastante popular, dado que está ubicado muy cerca de varias áreas residenciales (Figura 13.117). Los dueños de vehículos

privados usarán poco las instalaciones del *park-and-ride* si deben manejar mucho hasta allá y luego tendrán un recorrido corto en transporte público (Figura 13.118), el tiempo y el costo de cambiar al transporte público sólo para los pocos kilómetros finales significa que pocos clientes utilizarán el sistema bajo estas circunstancias. El incentivo principal para estos consumidores será el ahorro de tiempo que lograrán al



Figura 13.119
El estacionamiento en la estación Eight Mile Plains del sistema de BRT de Brisbane provee un acceso cómodo y conveniente para los pasajeros.

Foto cortesía de Queensland Transport

utilizar corredores exclusivos en la mayor parte de su trayecto.

La ubicación de las instalaciones de estacionamiento deben ser convenientes para el área de la estación (Figura 13.119). Una caminata larga puede desmotivar a los usuarios esporádicos a utilizar el sistema. En ciudades con condiciones climáticas cambiantes (viento, lluvia, sol fuerte), los aceras cubiertos en el área de estacionamiento pueden ser una inversión que vale la pena hacer. En algunas áreas, será necesario incluir medidas de seguridad en los estacionamientos. Medidas de seguridad tales como un vigilante o cámaras de video pueden ser suficientes. Si no existen garantías de seguridad, los usuarios del automóvil escogerán utilizar su vehículo particular para hacer sus viajes.

El cobro del servicio de estacionamiento depende de la ubicación de las instalaciones y de la serie de incentivos que se utilicen. Subsidiar el estacionamiento para los usuarios del automóvil de altos ingresos económicos lejos del centro

de la ciudad es justificable porque los motivará a hacer viajes largos en transporte público, reduciendo significativamente la congestión y la contaminación que de otra forma se hubiese causado en el viaje. Entre más cerca se ubique el estacionamiento al centro de la ciudad, menor será el beneficio social y, por tanto, habrá menos justificación de que reciba un subsidio público.

Los estacionamientos pueden ser bastante costosos de desarrollar y construir. Cada bahía de estacionamiento a nivel puede costar entre US\$ 3.000 y US\$ 15.000, incluyendo los costos de la compra de tierra. Cada bahía de estacionamiento en una instalación de diferentes niveles estará costando entre US\$ 20.000 a US\$ 35.000; los costos pueden ser incluso mayores en las áreas con precios de tierra elevados. Entonces, puede ser apropiado establecer una tarifa por el uso del estacionamiento en las estaciones de transporte público. El reto es desarrollar una estructura gratis que siga proveyendo un fuerte incentivo para usar el sistema de transporte público.

14. Integración de gestión de la demanda y usos del suelo

«Yo personalmente... no entiendo por qué el ideal checo, europeo y global es fabricar un número cada vez mayor de automóviles, lo cual presume la construcción de más vías y autopistas, y por ello nuevamente la irreversible destrucción de nuestro país. ¿Estamos quizás más felices, contentos, más satisfechos? En absoluto. Estamos cansados, golpeados, pesados, incesantemente corriendo de un lado al otro.»

—Vaclav Havel, antiguo presidente de la República Checa, 1936–

Los sistemas de BRT suelen ser implementados al tiempo con medidas de restricción para los vehículos privados, pues las velocidades de los

buses pueden aumentarse simplemente reduciendo la congestión vehicular. Por ejemplo, Bogotá restringió el uso de vehículos privados durante las horas pico y también eliminó los lugares de estacionamiento en las calles en algunas partes de la ciudad. Londres también ha sido un líder prominente en medidas de restricción para los automóviles a través de su aplicación de cobros por congestión. La gestión de la demanda representa un conjunto de medidas y técnicas que animan a cambiarse desde los vehículos privados a las opciones de transporte público como el BRT. Del mismo modo, las políticas de usos del suelo para fomentar desarrollo y densificación alrededor de los nodos de transporte público puede hacer mucho para incentivar cambios hacia el transporte público.

Los contenidos de este capítulo incluyen:

14.1 Desincentivos para el uso de automóviles

14.2 Integrar el BRT con la política de usos del suelo

14.1 Desincentivos para el uso de automóviles

«El derecho de tener acceso a cada edificio en la ciudad mediante vehículo privado, en una era en la cual todo el mundo posee dicho vehículo, en realidad es el derecho a destruir la ciudad.»

—Lewis Mumford, historiador, 1895–1990

El BRT cambia inherentemente la regulación del uso de los vehículos privados en ciertas vías. La implementación de un sistema de BRT requiere algunas veces cambios que son difíciles de negociar con relación al diseño y regulación del espacio de la vía en algunas calles, en particular las vías que pasan a través del centro de la ciudad. Con frecuencia, los planificadores del tráfico abogarán por sistemas por debajo de la tierra o elevados argumentando que no «trastornan» las condiciones de la superficie de las vías. Sin embargo, las condiciones de las vías de superficie de la mayoría de ciudades de países en vías de desarrollo están lejos de ser óptimas. Si bien es más complejo de implementar socialmente como resultado, el BRT también ofrece la oportunidad de cambiar fundamentalmente la forma como se regula y organiza el espacio de

las vías de superficie, con el potencial de mejorar profundamente las condiciones económicas y sociales en la ciudad.

Para poder entregar un servicio de buses sostenible y de alta velocidad, los sistemas de BRT deben estar protegidos del problema de la congestión cada vez mayor inducida por los vehículos motorizados privados. Como los mejores sistemas de BRT ofrecen servicios mejorados para el mayor número de pasajeros, tienden a construirse en arterias urbanas que le dan servicio al centro de la ciudad, donde la congestión y la competencia por un espacio vial escaso son más altas; precisamente donde dedicar un carril será más difícil.

En circunstancias ideales, un BRT se construirá en vías que pasan a través del centro de la ciudad, donde los volúmenes de buses son altos y el derecho de vía es suficientemente amplio como para permitir por lo menos dos carriles de tráfico abiertos a los camiones, automóviles privados y otras formas de tráfico mixto. Bajo estas condiciones, implementar un BRT puede aumentar las velocidades y el flujo de los buses y del tráfico mixto. En este caso, el uso de automóviles ha sido regulado mas no restringido.

Sin embargo, algunas veces este tipo de solución no es posible, y en otros casos puede no ser deseable. Los tomadores de decisión pueden decidir que los beneficios para los pasajeros del transporte público superan las incomodidades para los motoristas. Construir un sistema de BRT puede empeorar la congestión del tráfico mixto en ciertas secciones, y ciertamente durante la fase de construcción este problema será probablemente agudo. Algunas partes de la red de BRT pueden tener que pasar a través de calles muy estrechas con múltiples necesidades de acceso. En tales calles, construir vías de buses físicamente separadas al tiempo que se permite acceso a los camiones y a los automóviles puede no ser posible o deseable. Inevitablemente, algunas partes de la red de BRT, como mínimo los buses alimentadores, operarán en condiciones de tráfico mixto congestionado. Una opción para mantener las velocidades de los buses en dichas calles es restringir el acceso vehicular por otros medios, a través de una variedad de medidas. Algunas de estas medidas tenderán a disminuir los viajes mediante vehículos privados motorizados, y se conocen como gestión de la demanda. Otras medidas puede no disminuir el uso de automóviles, sino regular el tiempo y la ubicación de los vehículos privados.

Restringir el acceso y el flujo vehicular en ciertas calles para mejorar el desempeño del sistema de buses generalmente puede equilibrarse con mejoras para los vehículos privados en calles paralelas, de modo que el efecto neto en el tráfico mixto sea neutro o incluso positivo.

Sin embargo, un número creciente de políticos también están decidiendo que, al mejorar la calidad del servicio de transporte público, los proyectos de BRT crean una oportunidad única de reducir el uso de los automóviles en la ciudad de forma más general, para reducir la polución del aire, aumentar el espacio público e incrementar el número de pasajeros y la rentabilidad del transporte público. Esta sección discute los mecanismos para implementar medidas que aumenten la capacidad del municipio para regular mejor el acceso de los vehículos privados a diferentes partes de la ciudad de acuerdo con las necesidades locales específicas.

Estas medidas incluyen las siguientes:

- Reducción en las unidades de estacionamiento disponibles;
- Costos de estacionamiento aumentados
- Aumento en los mecanismos de cumplimiento de las normas de estacionamiento;
- Programas de estacionamiento de cash-out;
- Restricciones durante el día por número de matrícula;
- Cobros por congestión y tarificación vial;
- Travel Blending o TravelSmart™;
- Planes de viaje verdes (Green travel plans);
- Medidas para calmar el tráfico.

Una descripción más completa de las opciones de GDT puede encontrarse en la Enciclopedia en línea de GDT del Instituto de Políticas de Transporte de Victoria (Victoria Transport Policy Institute - VTPI, 2006).

14.1.1 Regulación de estacionamientos

«¿Qué pasa si no logramos detener la erosión de las ciudades por parte de los automóviles?... En ese caso, nosotros los americanos debemos deliberar sobre un misterio que ha preocupado a los hombres durante milenios: ¿Cuál es el propósito de la vida? Para nosotros, la respuesta será clara, establecida y para todo propósito práctico, indisputable: el propósito de la vida es producir y consumir automóviles.»

—Jane Jacobs, escritora y activista, 1916–2006

Pocas políticas tienen tanta carga emocional para los ciudadanos como la política de estacionamientos. Amenazar con la remoción aun de unos pocos lugares de estacionamiento para poner un sistema de BRT puede parecer un desafío desalentador para un político, incluso si mejora cientos de miles de viajes de pasajeros en el transporte público al día. Los alcaldes del primer mundo tienen los poderes legales para regular el estacionamiento sobre las calles, pero la mayoría temen usar este poder. En el mundo en desarrollo, el control político sobre los estacionamientos generalmente no está completamente en manos de los alcaldes, sino en manos de la policía, de los gobiernos sub-municipales, o incluso de las mafias locales.

Gran parte del estacionamiento está en manos privadas. Con frecuencia los empleados del gobierno y la policía misma reciben acceso privilegiado para elegir ubicaciones de estacionamiento y para los ingresos por estacionamientos.

El alcalde Peñalosa de Bogotá casi fue destituido cuando su administración eliminó el estacionamiento sobre las calles en gran parte de la porción central de la ciudad (Figuras 14.1 y 14.2) como preparación para implementar TransMilenio. El alcalde de Curitiba, Jaime Lerner, enfrentó una agitación similar por parte de los tenderos cuando quitó los estacionamientos y peatonalizó las calles adyacentes al nuevo sistema de BRT. Sin embargo, ambos alcaldes se llevaron grandes recompensas políticas una vez que los ciudadanos vieron los beneficios y los tenderos vieron que su negocio no disminuía sino que aumentaba.

Las condiciones de estacionamiento existentes en la mayoría de países en desarrollo generalmente están lejos de ser óptimas desde la perspectiva de casi todo el mundo. Esta situación crea la oportunidad para que un proyecto de BRT en realidad mejore la situación global de estacionamiento para los motoristas, incluso si el proyecto mismo necesita quitar miles de unidades de estacionamiento sobre las calles. Si bien un alcalde puede elegir usar el proyecto de BRT para reducir en realidad el estacionamiento total en el centro de la ciudad para así fomentar el uso del transporte público y desestimular el uso de automóviles (driving), hay herramientas técnicas disponibles incluso para un alcalde que no quiere reducir la disponibilidad de los estacionamientos. En cualquier caso, un plan de estacionamiento técnicamente sólido es crítico, y la oficina del alcalde debería preparar una buena campaña de conciencia pública y divulgación.

La Tabla 14.1 resume las diversas estrategias de manejo de estacionamientos que le permiten a los municipios controlar mejor el espacio público y el crecimiento del uso de vehículos privados.

14.1.1.1 Evaluación de las condiciones de estacionamiento

Asegurar el apoyo político para cualquier cambio en el régimen existente de estacionamientos es crítico. El primer paso es entender completamente la situación existente de los estacionamientos y luego hacer publicidad sobre los elementos del status quo que son injustos y desiguales. El sistema de BRT puede presentarse entonces como una oportunidad para optimizar la regulación de los estacionamientos en el área impactada, y si el tiempo lo permite, también en la ciudad de forma más general. Para presentarle esta idea al público, los tomadores de decisión deberían prepararse con tanta información como fuera posible. Un buen lugar para comenzar es conducir un estudio de ocupación de estacionamientos que revise la situación existente de los estacionamientos.

El estudio de estacionamientos usualmente primero involucra recoger datos sobre lo siguiente:

- Total de unidades de estacionamiento en la calle oficialmente designadas existentes y sus ubicaciones específicas;
- Total de ubicaciones donde la gente estaciona con regularidad, sin importar si son oficialmente designadas o no;
- Total de unidades de estacionamiento fuera de la calle disponibles;

Figuras 14.1 y 14.2
Imágenes del antes y el después de la Avenida 15 en Bogotá. El alcalde Enrique Peñalosa casi fue destituido por hacer estacionamiento y por mejorar el espacio público. Al final se convirtió en uno de los más populares alcaldes de Bogotá con su ambiciosa visión.

Fotos cortesía de la oficina del Alcalde de Bogotá



Tabla 14.1: Estrategias de gestión de estacionamientos

Estrategia de gestión	Descripción
Estrategias que dan como resultado un uso más eficiente de las instalaciones de estacionamiento	
Estacionamiento compartido	Los espacios de estacionamiento son compartidos por más de un usuario, lo que permite que las instalaciones sean usadas de forma más eficiente.
Regular el uso de las instalaciones de estacionamiento	Se manejan y regulan espacios de estacionamiento más convenientes y visibles para darles prioridad a los viajes de más alto valor, aumentar la eficiencia y la conveniencia para el usuario.
Estándares más precisos y flexibles	Reducir o ajustar los estándares para reflejar con mayor precisión la demanda en una ubicación particular, teniendo en cuenta factores geográficos, demográficos y económicos.
Máximos de estacionamiento	Establecer estándares de estacionamiento máximos además o en vez de mínimos para evitar una disponibilidad excesiva de estacionamientos.
Estacionamiento remoto	Animar a quienes usan estacionamientos durante largos períodos de tiempo para que empleen instalaciones de estacionamiento lejanos o marginales, de modo que haya espacios más convenientes para los usuarios prioritarios.
Mejorar información al usuario y mercadeo	Ofrecer información conveniente y precisa sobre la disponibilidad y costos de estacionamiento usando mapas, señales, folletos y comunicación electrónica.
Crecimiento inteligente y desarrollo eficiente en localización	Fomentar un desarrollo más combinado, mixto, multi-modal, que permita más estacionamiento compartido y uso de modos alternativos.
Mayor facilidad de caminar	Mejorar las condiciones peatonales para permitir que los usuarios de estacionamientos tengan acceso conveniente a más instalaciones de estacionamiento, con lo que se aumenta el suministro funcional en el área.
Asociaciones de Gestión del Transporte	Las asociaciones de gestión del transporte son organizaciones privadas, sin ánimo de lucro y controladas por los miembros, que pueden proporcionar una variedad de servicios que fomentan un uso más eficiente del transporte y de los recursos de estacionamiento en un área.
Estrategias que reducen la demanda de estacionamientos	
Programas de gestión de la demanda del transporte	Varias estrategias y programas pueden fomentar patrones de viaje más eficientes, lo cual reduce los viajes en automóvil y la demanda de estacionamientos.
Cobros por estacionamiento	Cobrar directamente a los motoristas por usar las instalaciones de estacionamiento y poner tarifas para fomentar un uso eficiente de las instalaciones de estacionamiento.
Mejorar los métodos de cobro por estacionamiento	Uso de técnicas de ajuste de precios más convenientes y efectivas para hacer que los precios de los estacionamientos sean más aceptables y rentables.
Incentivos financieros para los conmutadores	Los beneficios de cash out en parqueo y de tránsito le dan a los conmutadores incentivos financieros para cambiar de modo y para reducir la demanda de estacionamientos.
Parqueo desligado	Arrendar o vender espacios de estacionamiento separados del espacio de construcción, de modo que los ocupantes solo paguen por el número de espacios de estacionamiento que usan.
Impuesto a las instalaciones de estacionamientos	Poner impuestos especiales a las instalaciones de estacionamiento y a las transacciones de estacionamientos comerciales.
Mejorar mecanismos de cumplimiento de las normas y control	Los mecanismos de cumplimiento de las normas deben ser consistentes, justos y amistosos. Los pases de estacionamiento deberían tener limitaciones claras sobre donde, cuando y como pueden ser utilizados, y estas limitaciones deben hacerse cumplir.
Instalaciones para bicicletas	Proveer instalaciones de estacionamiento, almacenamiento y cambio para bicicletas, en lugar de algunos espacios para estacionamiento de automóviles.
Estrategias que reducen los impactos negativos	
Desarrollar planes contra el desbordamiento de los estacionamientos	Fomentar el uso de instalaciones de estacionamiento remotas y promover el uso de modos alternativos durante las horas pico, como durante las horas de mayores compras y de grandes eventos.
Abordar los problemas de desbordamiento	Abordar directamente los problemas de desbordamiento de estacionamientos con estrategias de gestión, precios y cumplimiento de las normas.
Diseño y manejo de las instalaciones de estacionamiento	Mejor diseño de instalaciones de estacionamiento para abordar la seguridad, gestión de agua de tormentas, la comodidad del usuario, la seguridad y los objetivos estéticos.

Fuente: Litman, 2004a

- Régimen existente de regulación de estacionamientos, incluyendo las restricciones de tiempo si las hubiere y la estructura de tarifas para cada tipo de unidad de estacionamiento;
- Ocupación real total de estas unidades de estacionamiento durante el día.

La evaluación de la situación actual de los estacionamientos y sus ramificaciones para la disponibilidad de los estacionamientos en el área impactada por el sistema de BRT deberían discutirse en un diálogo público. En dicho diálogo, generalmente se hará claro que algunas personas se beneficiarán mucho más del régimen actual de estacionamientos que otras.

14.1.1.2 Tarifas de estacionamiento

Incluso si no existe la voluntad política de reducir el número existente de espacios de estacionamiento, hay medidas que pueden tomarse para mejorar la eficiencia de los estacionamientos. Aumentar los cobros por estacionamiento puede hacer mucho para desestimular el uso de vehículos incluso sin quitar espacios de estacionamiento.

Implementar políticas progresivas de estacionamiento con frecuencia requiere ciertos cambios legislativos. En la mayoría de los casos se necesita la aprobación del consejo local e incluso la aprobación legislativa nacional para poner en marcha un cobro de este tipo. Dejarle los mecanismos de cumplimiento de las normas sobre las infracciones de estacionamiento a un municipio o a una compañía privada de policía de nivel nacional o estatal puede ser un proceso difícil. Como con muchos de estos temas, la voluntad política es crítica, e idear una estrategia política acertada es la clave para el éxito. Como con cualquier impuesto u honorario, muchos grupos de interés se opondrán vehemente a él. Los grupos influyentes, tales como los motoristas y los intereses de negocio, podrían formar una oposición poderosa, pero aumentar los cobros por estacionamiento también puede aumentar la rotación de los espacios de estacionamiento, lo cual ayuda a los comerciantes. La recuperación del control político de las mafias políticamente poderosas siempre es un desafío. Ciertamente, un acoplamiento directo entre ingresos crecientes por cobros a los estacionamientos y una mejora del transporte público políticamente

popular y de alto perfil como el BRT puede ser a menudo una estrategia política acertada.

Por supuesto, no todos los vehículos que entran en un área urbana están destinados a utilizar un espacio de estacionamiento. El tráfico que solamente está pasando a través de la ciudad no se verá afectado por el cargo del estacionamiento. La imposición de un cobro de estacionamiento también puede animar viajes adicionales con conductores en los cuales otro miembro de la familia, amigo, o conductor contratado lleva a la persona a su destino. En este caso, la persona simplemente es dejada en el destino y no hay estacionamiento implicado. Estos tipos de viajes con conductor realmente duplican el número de viajes y la distancia cubierta, puesto que cada viaje implica un viaje de dos vías (un viaje a la ciudad y otro viaje de nuevo al hogar). Así, para que un programa de cobros por estacionamiento funcione, probablemente tendrá que ser combinado con otras medidas de GDT que desalienten ese «juego» en el sistema. Por ejemplo, combinar un cobro por estacionamiento con un programa que restrinja los viajes en ciertos días con base en el número de la matrícula puede funcionar bien para evitar tales problemas.

Costos variables por estacionamiento

La mayoría de los expertos en estacionamientos convienen en que la política de estacionamientos debe apuntar a asegurarse de que el estacionamiento disponible está ocupado aproximadamente el 85% del tiempo. Si las unidades de estacionamiento se ocupan menos del 85% del tiempo, el espacio está siendo subutilizado. Si las unidades de estacionamiento se ocupan más del 85% del tiempo, los clientes potenciales del estacionamiento tendrán que pasar mucho tiempo conduciendo mientras buscan un espacio de estacionamiento y contribuyen así a la congestión del tráfico.

Lograr una tasa de ocupación de 85% generalmente se hace a través de dos mecanismos: límites de tiempo sobre el estacionamiento gratuito o cobros por estacionamiento (Figura 14.3), o una combinación de ambos (parquímetros combinados con un límite de tiempo). Los cobros variables por estacionamiento son el método preferido, por razones que se describirán a continuación.

Al planear un sistema de BRT, el nivel de ocupación del estacionamiento en diversas partes

Figura 14.3

Una tarifa variable por el estacionamiento puede ser un medio sencillo pero efectivo para controlar el uso de los vehículos privados, como se ve aquí en Brasov (Rumania).

Foto de Manfred Breithaupt



del área del impacto le dirá mucho sobre si existe una escasez absoluta de suministro o si hay una mala asignación del suministro existente. Rara vez el status quo está siquiera remotamente cerca de lo óptimo. La mayoría del tiempo, el suministro existente de estacionamientos se ha asignado de forma pésima, y optimizar el suministro de estacionamientos disponibles al tiempo que se quitan unidades de estacionamiento para hacer lugar a un proyecto



BRT mitigará la necesidad de construir unidades adicionales de estacionamiento.

Típicamente, incluso hay poco estacionamiento disponible en algunas localizaciones, hay grandes cantidades de estacionamiento disponible en ubicaciones próximas que requieren caminatas un poco más largas. Asignar los espacios más convenientes de estacionamiento en orden de llegada con un costo muy bajo de estacionamiento no conduce a la asignación óptima de un recurso de estacionamiento escaso. Una buena política de estacionamiento asignará racionalmente las escasas unidades de estacionamiento a quienes más lo necesiten. La conveniencia de un espacio de estacionamiento debe ser proporcional al número de la gente que necesita hacer el viaje en un cierto día. Los consumidores de estacionamiento pueden ser divididos en diversos segmentos de mercado con diversas necesidades de estacionamiento:

- Los residentes locales, quienes tienden a estacionar en la noche y hacer pocos viajes al día entre su vivienda y su automóvil;
- Los empleados, quienes tienden a estacionar todo el día y a pasar entre sus automóviles y sus oficinas solo una vez al día;
- Los servicios de carga y entrega, que necesitan estar adyacentes al bordillo solo para recoger y entregas pequeñas, pero en muchos sitios diferentes a lo largo del día;
- Los compradores, quienes necesitan estacionar en la tienda durante solo un corto tiempo, o en un área de compras durante un tiempo un poco más largo, pero la tienda necesita muchos de ellos para sobrevivir;
- Los usuarios de lujo, incluyendo los usuarios recreacionales, la gente que sale a comer o a cine, etc.

Un buen régimen de estacionamiento desalentará a los viajeros y a los empleados de estacionar delante de las tiendas, donde el espacio debe estar disponible para los clientes y vehículos de entrega. Si cientos de personas quisieran visitar

Figura 14.4

El estacionamiento no controlado en el centro histórico de Quito significa que los peatones pierden acceso a las aceras, el ambiente visual de la arquitectura histórica se compromete y los motoristas no tienen incentivos para usar medios de transporte alternativos.

Foto de Lloyd Wright

una tienda o un museo en el centro, pero solamente una persona está trabajando en la tienda o en el museo, obviamente es mejor permitir que los compradores estacionen directamente delante de la tienda, y animar a la persona que trabaja en la tienda o en el museo, o que vive en un apartamento cercano, a estacionar más lejos. Esta aproximación aumenta la eficiencia puesto que el trabajador o el habitante del apartamento solamente hace la caminata una vez al día, mientras

que incomodar a los clientes incomoda a centenares de clientes al día. El estacionamiento libre e infravalorado delante de las tiendas crea la probabilidad de que un residente o un empleado de la tienda consuma el escaso espacio de estacionamiento por un día entero, forzando quizás a centenares de compradores a caminar una larga distancia, en detrimento de los negocios en el área (Figura 14.4). Aumentar los cargos de estacionamiento por hora aumentará la disponibilidad de

Cuadro 14.1: BRT y gestión de estacionamientos en Dar es Salaam

Dar es Salaam representa uno de los sistemas de estacionamiento mejor regulados para un país en desarrollo. El Concejo de la Ciudad de Dar cobra actualmente una sola tasa por hora para todos los estacionamientos sobre la calle en el distrito central de negocios, y una tasa por hora un poco más baja por estacionar en un área popular de mercado cercana. Ninguna otra área de la ciudad cobra por estacionar sobre la calle.

El equipo del proyecto para el sistema BRT de Dar es Salaam (DART) determinó que se necesitaría quitar 1.004 unidades de estacionamiento en el centro de Dar es Salaam para acomodar los carriles exclusivos del sistema BRT. Para evaluar si estas unidades de estacionamiento necesitaban ser reemplazadas con nuevas unidades en otro lugar, o simplemente removidas, se condujo una encuesta de ocupación de estacionamientos en el área.

El estudio halló que había disponibles 13.803 unidades de estacionamiento tanto sobre la calle como fuera de ella en promedio durante los períodos de pico de los negocios, y que solo 10.594 de estas estaban ocupadas generalmente. Una parte del suministro de estacionamientos sobre las calles había sido vendido en bloques a pequeños negocios a un costo muy bajo, y otros bloques de estacionamiento sobre la calle estaban controlados por agencias gubernamentales e internacionales. Estos hallazgos mostraron una tasa de ocupación de cerca de 77%. Como generalmente se considera que 85% es el equilibrio óptimo entre eficiencia y facilidad para encontrar un espacio, el estudio determinó que no había una carencia global de

disponibilidad de estacionamiento en el centro de la ciudad, y que la remoción de las unidades de estacionamiento para el sistema DAR podía proceder sin necesidad de construir o designar nuevas unidades.

No obstante, lo que sí encontró fue que la tasa de ocupación estaba lejos de ser uniforme. En la parte central del distrito central de negocios, la tasa de ocupación era de 104%, debido a un número grande de automóviles estacionados ilegalmente, mientras que en otras la tasa de ocupación era tan baja como de 62%. También halló que cerca de un 20% de los espacios de estacionamiento vacantes estaban en unidades de estacionamiento reservadas para negocios específicos. De esto se concluyó que el estacionamiento en la parte sur del distrito central de negocios tenía un precio muy bajo, en otros sitios los precios estaban bien, y que la venta de bloques de estacionamiento a negocios específicos estaba limitando severamente la disponibilidad global de estacionamientos. Estos dos cambios harían más que compensar la pérdida de unidades como resultado del proyecto de BRT (Millard-Ball 2006).

Estos hallazgos se presentaron en una reunión pública y fueron exitosos para mitigar las preocupaciones de la mayoría de los tenderos y de los dueños de propiedades. El ejercicio demostró al público que el tema de la disponibilidad de estacionamientos no es absoluto sino relativo al sitio y al precio. Las tasas de estacionamiento planas cobran menos de lo debido por estacionar en ciertos sitios y más de lo debido por otros; no es inherentemente más equitativo y de ninguna manera es más óptimo desde el punto de vista económico.

estacionamiento en los sitios más populares para los clientes de estacionamiento con el incentivo económico más grande para utilizar el estacionamiento: los compradores de corto plazo y los vehículos de entrega.

Un análisis de estacionamiento conducido para el proyecto de BRT de Dar es Salaam ayudó a identificar el potencial para un aumento en la eficiencia de los estacionamientos a través de una nueva estructura de tarifas por estacionamiento. El Cuadro 14.1 resume el proceso que llevó a mejoras en la gestión de estacionamientos en Dar es Salaam.

El siguiente paso es investigar los puntos de mayor importancia (hot spots), y la tasa de movimiento de estacionamientos en estas ubicaciones. Si el tiempo promedio de estacionamiento por vehículo es muy largo, generalmente indica que los cobros por estacionamientos son demasiado bajas. Un estudio en el distrito comercial de Westwood, California (EE.UU.), indicó que la tasa de ocupación de estacionamiento era de 100%, queriendo decir que era virtualmente imposible que los compradores encontraran un lugar de estacionamiento. En una tasa de ocupación de estacionamiento de 100%, el número de gente que podía estacionar en 829 unidades cada hora era de 829 vehículos. Cuando los cobros por estacionamiento en el bordillo aumentaron a los mismos niveles que el estacionamiento fuera de la calle, el número de vehículos que podían estacionar aumentó a 1.410, debido a un aumento en la tasa de movimiento. También indujo a la gente a compartir los vehículos, así que la ocupación de vehículos también subió. El número total de gente que llegaba a las tiendas por lo tanto aumentó de 1.078 por hora a 2.397 por hora (Shoup, 2005,

p. 366). Como cada uno de estos visitantes potencialmente es un cliente de altos ingresos, aumentar los precios pudo incrementar perceptiblemente la disponibilidad de estacionamiento en el centro de la ciudad y el número total de compradores. Por lo tanto, el aumentar los costos de estacionamiento no funcionó como medida de la gestión de la demanda; de hecho indujo nueva demanda. No redujo el suministro de estacionamientos sino que lo aumentó. Por lo tanto, si un proyecto BRT tiene que cortar unidades de estacionamiento, esta pérdida de disponibilidad de estacionamiento puede ser atenuada aumentando los costos de estacionamiento y por lo tanto el índice de movimiento de las unidades disponibles de estacionamiento.

Impuesto al espacio de estacionamiento

En países desarrollados, los impuestos comerciales al estacionamiento son quizás la forma más común de cobro por estacionamiento. Esta técnica es un simple impuesto a las ventas aplicado a las compañías privadas de estacionamiento. La cantidad del impuesto varía según la ciudad; los ejemplos incluyen un impuesto de estacionamiento de 50% en Pittsburgh (EE.UU.) y un impuesto de estacionamiento de 25% en San Francisco (EE.UU.) (Litman, 2006a). Si bien tales impuestos son muy populares, el impuesto comercial al estacionamiento puede crear consecuencias indeseadas. Primero, sin un sistema bien definido de registros y de cumplimiento

Figura 14.6

Un impuesto al espacio de estacionamiento también puede conducir a un nuevo desarrollo de los lotes de estacionamiento que pueden ser viables actualmente con unos pocos vehículos estacionados.

Foto de Lloyd Wright

Figura 14.5
Con un impuesto al espacio de estacionamiento las tiendas tienen un incentivo inherente para proporcionar solamente el número de espacios de estacionamiento verdaderamente requeridos.

Foto de Lloyd Wright



puede presentarse evasión fiscal. En segundo lugar, la carga tributaria generalmente estará muy restringida geográficamente a los centros comerciales, puesto que las instalaciones comerciales de estacionamiento generalmente se encuentran solamente en esas áreas. Tercero, si bien el impuesto puede proporcionar un incentivo para que los operadores reduzcan los espacios comerciales de estacionamiento, puede al mismo tiempo fomentar un número creciente de espacios libres de estacionamiento.

En contraste, un impuesto al espacio de estacionamiento funciona cobrando un honorario fijo a todos los espacios no residenciales de estacionamiento, sin importar si el espacio se utiliza o no (Figura 14.5). Un impuesto al espacio de estacionamiento se puede recoger de forma periódica de manera similar a las formas comunes de impuestos de suelos. Un impuesto al espacio de estacionamiento proporciona múltiples ventajas que pueden no solamente fomentar el uso del transporte público sino también conducir un uso mejorado del espacio público. Varias ciudades en Australia, incluyendo Sydney y Perth, han sido pioneras del concepto de impuesto al espacio de estacionamiento.

De acuerdo con estas experiencias, un cobro por estacionamiento puede ser muy eficaz en múltiples objetivos complementarios: 1.) reducción del uso de vehículos privados; 2.) estimular viajes en el transporte público; y, 3.) aumentar ingresos para la infraestructura de transporte público. Los cobros por estacionamiento pueden ser también una opción particularmente relevante para las ciudades de naciones en desarrollo, especialmente como mecanismo de recaudación en el corto y mediano plazo.

Como el impuesto al espacio del estacionamiento se evalúa independiente de si un espacio se está utilizando regularmente o no, los dueños de propiedades tienen un incentivo para escrutarse la utilidad de mantener cada espacio del estacionamiento. Sin un impuesto al espacio del estacionamiento, un lote urbano de estacionamiento puede ser financieramente viable incluso si solamente se utiliza realmente una fracción de los espacios (Figura 14.6). Con un impuesto al espacio de estacionamiento, los dueños de propiedades tenderán a convertir el espacio para aplicaciones más productivas.

14.1.1.3 Mecanismos de cumplimiento de las normas de estacionamiento

«Un millar de policías que dirigen el tráfico no le pueden decir por qué viene ni a dónde va.»

—T.S. Elliott, poeta y dramaturgo, 1888–1965

Ver un vehículo estacionado en el pavimento peatonal no es infrecuente en muchas ciudades en desarrollo (Figura 14.7). La policía a menudo es incapaz o está poco dispuesta a disuadir de tales prácticas. El resultado es una cultura que permite que los vehículos privados consuman el espacio público, lo cual debilita aún más la posición social de caminar y de otras formas sostenibles de movilidad. Sin embargo, los mecanismos de cumplimiento de las normas de tráfico y las leyes sobre el estacionamiento pueden producir inmediatamente el efecto opuesto. La aplicación de multas y de penas a los vehículos estacionados de forma ilegal desalentará la práctica y mitigará el suministro global de estacionamiento. Se ha hecho trabajo para sugerir los diversos mecanismos para mejorar el cumplimiento de normas sobre estacionamiento (Cracknell, 2000). Las mejoras en dicho cumplimiento de las normas del estacionamiento tienen muchas ventajas más allá de estimular el uso del transporte público. Los mecanismos de cumplimiento de las normas de estacionamiento también ayudan a incorporar una cultura ciudadana, mejoran la seguridad para el peatón y para el tráfico, y crean un ambiente urbano más agradable.

Figura 14.7
Estacionar ilegalmente en las aceras peatonales desestimula las caminatas y envía un mensaje de que los vehículos son más importantes que las personas.

Foto de Lloyd Wright





Figura 14.8
Bogotá ha eliminado gran parte de su anterior estacionamiento sobre la calle para disuadir el uso de vehículos privados. Los antiguos espacios de estacionamiento se están convirtiendo en espacio público más atractivo.

Foto de Lloyd Wright

14.1.1.4 Reducir la disponibilidad de estacionamientos

Como el BRT proporciona a los pasajeros un servicio de transporte masivo hacia el centro de la ciudad nuevo y de alta calidad, un alcalde puede elegir reducir el suministro total de estacionamientos para vehículos privados para intentar inducir un cambio modal entre los automóviles y el nuevo sistema BRT, que reduzca la congestión, la contaminación



Figura 14.9
Las instalaciones de estacionamiento de bicicletas pueden actuar como bolardos y ser al tiempo infraestructura útil para los ciclistas.

Foto de Lloyd Wright

atmosférica, y libere suelo del centro de ciudad anteriormente usado para estacionamientos para otros propósitos públicos. Bogotá ha sido la más agresiva con respecto a cortar los estacionamientos disponibles, pues cortó aproximadamente la tercera parte de las unidades totales de estacionamiento sobre la calle en áreas centrales antes de la puesta en marcha de TransMilenio. Las instalaciones privadas de estacionamiento fuera de la calle se tomaron algo de esta demanda. Sin embargo, al contrario de los estacionamientos sobre la calle, las instalaciones privadas de estacionamiento cobraron por el servicio. El resultado final fue la terminación del estacionamiento libre en la ciudad y la recuperación del espacio público. En muchos casos, los antiguos espacios de estacionamiento se han convertido en un nuevo ambiente atractivo para los peatones (Figura 14.8).

Quitar el estacionamiento sobre la calle, para toda su complejidad política, es extremadamente simple desde un punto de vista técnico. El área de estacionamiento señalada puede ser simplemente removida. Puede ser sustituida por un carril de tráfico mixto, un carril de bicicleta, una senda para peatones o paisaje. En muchos casos, los planificadores pueden decidir sustituir el espacio del estacionamiento por el espacio adicional de la senda para peatones. Puesto que los mecanismos de cumplimiento de las normas son un asunto delicado en los países en vías de desarrollo, puede ser necesario el uso de estructuras físicas como bordillos muy altos y bolardos para mantener a los motoristas lejos de las sendas para peatones. Sin embargo, en general el uso de árboles u otro paisaje es una forma estéticamente más agradable de barrera protectora. Algunos países utilizan estacionamientos de bicicleta como bolardos que proporcionan además un servicio útil (Figura 14.9).

El estacionamiento por fuera de la calle también se puede regular con impuestos, con el retiro de subsidios, y con cambios en los códigos de construcción. En algunos países se les da a los dueños de construcciones un descuento en los impuestos si proporcionan estacionamiento fuera de la calle. Dichos descuentos tributarios tienden a estimular el uso de vehículos motorizados privados. Para desalentar ese uso, estos descuentos en los impuestos deberían ser

eliminados o se debe dar a los empleados que quieren usar la bicicleta o el transporte público un subsidio de igual valor. Los garajes fuera de la calle también pueden ser gravados.

Los códigos de construcción suelen con frecuencia crear incentivos sub-óptimos para el suministro de estacionamientos, y deberían ser revisados y modificados si fuera necesario. Un proyecto de BRT puede ser una buena oportunidad para revisar estos estándares. La Tabla 14.2 resume los estándares mínimos de estacionamiento requeridos en Dar es Salaam.

Tabla 14.2: Requisitos mínimos de parqueo en Dar es Salaam

Uso	Requerimiento de parqueo
Distrito central de negocios	
Oficinas	1 espacio por cada 100 m ²
Comercial	1 espacio por cada 200 m ²
Hotel	1 espacio por cada 10 camas
Hospital	1 espacio por cada 10 camas
Apartamentos	1 espacio por cada unidad
Distrito Kariakoo	
Edificios bajos	Un espacio por piso
Edificios altos	Mínimo cuatro espacios

Estos estándares son aproximadamente 25% a 50% de los mismos estándares en los EE.UU., que son altos según los estándares internacionales. Sin embargo, Dar es Salaam tiene una distribución modal para los automóviles privados que ingresan al centro de ciudad de por debajo del 5%, comparado con una distribución modal típica para los automóviles privados en EE.UU. de más del 70%. Las cifras de Dar es Salaam son bastante típicas para un país en desarrollo. Los constructores estarían con frecuencia felices de tener que construir pocas unidades de estacionamiento, pero son forzados a construir instalaciones de estacionamiento en número mayor del necesario por la regulación del gobierno. En Dar es Salaam, el resultado es que muchas de las instalaciones de estacionamiento son utilizadas realmente para almacenamiento y otros propósitos. Un proyecto BRT se debe utilizar para revisar los requisitos mínimos de estacionamiento para los edificios en el área del impacto

14.1.2 Restricciones diarias por número de matrícula o por ocupación del vehículo

«Si el automóvil hubiera seguido el mismo ciclo de desarrollo que el computador, un Rolls-Royce hoy costaría US\$ 100, andaría un millón de millas por galón y explotaría una vez al año, matando a todo el que estuviera adentro.»

—Robert X. Cringely, InfoWorld

14.1.2.1 Restricciones basadas en el número de la matrícula

Las velocidades en deterioro de los buses, la severa congestión del tráfico y la contaminación del aire en algunas ciudades en desarrollo ha incitado a los funcionarios a hacer cumplir prohibiciones de vehículos con base en los números de las matrículas. El último dígito del número de la matrícula de un vehículo determina el día o días durante los cuales el vehículo puede funcionar en una zona particular de la ciudad. Viajar con una matrícula inválida durante un día particular dará lugar a una pena o a una multa. Tales medidas se podrían poner en ejecución simultáneamente con un proyecto BRT para aumentar las velocidades de los buses en situaciones en las que los buses todavía estén funcionando en tráfico mixto.

Para ser eficaces, las restricciones por matrícula deben ser susceptibles de cumplimiento. Esto requiere generalmente señalar el área dentro de la cual la restricción debe hacerse cumplir, por ejemplo dentro de un anillo vial o cualquier otro perímetro natural como un río, en donde el número de puntos de acceso para supervisar pueda ser reducido al mínimo. También podrían probarse zonas más pequeñas relacionadas específicamente con las áreas del impacto del BRT.

El éxito de los programas de restricción por matrícula ha sido mixto. La ventaja de la restricción por matrículas se disipa a medida que el número de vehículos aumenta. En ciudades tales como Ciudad de México y São Paulo, los programas tenían éxito inicial que se desvaneció con el tiempo, y la crudeza de la aproximación tuvo algunas consecuencias indeseadas. Muchos residentes en estas ciudades evitaron las restricciones simplemente comprando un segundo vehículo con una matrícula que terminara con un número distinto. Así, teniendo dos vehículos

con números distintos, la persona todavía puede viajar cada día en vehículo privado. Además, como el segundo automóvil típicamente era un vehículo usado de baja calidad, el resultado final fue que aún se liberaron en el aire aún más emisiones.

Sin embargo, un programa bien diseñado puede evitar los problemas experimentados en Ciudad de México y en São Paulo (Figura 14.10). Algunas de las técnicas usadas para evitar los juegos con los números de matrícula con múltiples vehículos incluyen:

- Restringir cuatro números o más durante el día;
- Cambiar los días correspondientes a un día particular regularmente (por ejemplo cada 6 o 12 meses);
- Aplicar la restricción solo durante las horas pico;
- Requerir de nuevo el registro de cualquier vehículo usado que cambie de dueño y dar el mismo número final a cualquier vehículo adicional que esté siendo registrado en la misma dirección;
- Aplicar cargos por tenencia de vehículos como limitación al crecimiento de vehículos motorizados.

Bogotá ha desarrollado un programa de restricción por matrículas que ha tenido éxito en quitar 40% de los vehículos privados de la ciudad de las calles cada día laboral durante las horas pico. La aproximación de Bogotá ha tenido éxito debido a un diseño cuidadoso de un sistema para desalentar la compra del segundo (o tercer) vehículo. Primero, Bogotá ha elegido prohibir cuatro números de la matrícula cada día de uso en vez de solo dos o tres. La Tabla 14.3 enumera los números de matrícula restringidos según el día. La restricción de cuatro números

de matrícula cada día implica que una persona tendría que comprar tres vehículos en vez de dos para cubrir cada día de la semana. En segundo lugar, la prohibición a los vehículos en Bogotá se aplica solamente durante las horas pico. Estas horas son desde las 06:00 hasta las 09:00 de la mañana y entre 16:30 y 17:30 de la tarde. Así, los vehículos con los números prohibidos en un cierto día pueden viajar durante horas no-pico.

El efecto neto es estimular un cambio bien a usar transporte público o a utilizar un vehículo privado en horas no pico. Esta flexibilidad, conjuntamente con la restricción que se aplica a cuatro números de la matrícula, ha significado que Bogotá no ha experimentado un problema por las personas que compran varios vehículos para superar la restricción. La medida ha contribuido a que un estimado de 10% de usuarios anteriores de automóviles cambien al transporte público como su modo diario de viaje.

Tabla 14.3:
Restricciones por matrícula en Bogotá

Día de la semana	Las matrículas que terminan con estos números tienen restricción de uso
Lunes	1, 2, 3, 4
Martes	5, 6, 7, 8
Miércoles	9, 0, 1, 2
Jueves	3, 4, 5, 6
Viernes	7, 8, 9, 0

14.1.2.2 Restricciones basadas en la ocupación de los vehículos

Las ciudades pueden también restringir el acceso a los carriles, a las calles o a zonas con base en la ocupación de los vehículos, y algunas lo han hecho de manera relacionada con el BRT. Los carriles de ocupación alta son populares en ciudades de los EE.UU. En las carreteras donde hay pocas paradas, y en condiciones como en los EE.UU. y partes de África donde los volúmenes de de buses son muy bajos pero las velocidades de los buses también son bajas, combinar un carril de prioridad para los buses con otros vehículos de alta ocupación puede hacer más aceptables los carriles prioritarios para buses a ojos del público sin comprometer significativamente las velocidades de los buses. En Nueva York, en las vías expresas de Staten Island, Brooklyn-Queens



Figura 14.10
Un esquema de matrículas bien diseñado puede evitar fácilmente el problema de la compra de un segundo automóvil.

Foto cortesía de Fundación Ciudad Humana

y el Puente Verazanno, existe un carril de buses, vehículos de alta ocupación y taxis. Las propuestas para carriles combinados de buses y vehículos de alta ocupación están yendo hacia delante en Ciudad del Cabo y en varias ciudades de los EE.UU. Para que sean eficaces, las restricciones sobre la ocupación del vehículo requieren una cantidad grande de esfuerzo para hacerlas cumplir. La carencia de aplicación en muchas ciudades de naciones en desarrollo puede significar que tales esquemas sean descaradamente ignorados por la mayoría de los motoristas.

Yakarta tiene una restricción de «tres en uno» durante el pico de la mañana en el mismo corredor norte-sur donde el sistema BRT TransJakarta fue construido. Este sistema de restricción vehicular tiene un cierto efecto sobre el tráfico pero también algunos efectos perversos. Ha llevado a una industria de personas que van junto con el conductor por un pequeño costo para aumentar la ocupación del vehículo. En algunos casos, los niños están abandonando sus estudios para convertirse en «jockeys» del tres-en-uno para los dueños de automóviles. También ha producido un pico dual peculiar, uno en el pico normal de la mañana y uno justo después de la restricción tres en uno. Como resultado del sistema BRT, hay discusiones activas para ampliar el sistema tres en uno a todo el día y para sustituirlo eventualmente por un esquema de cobros por congestión.

14.1.3 Cobros por congestión y tarificación vial

14.1.3.1 Definiendo los cobros por congestión

La infraestructura vial de una ciudad tiene una capacidad finita para acomodar cantidades de vehículos privados siempre en aumento. La congestión que resulta pone costos innumerables sobre una ciudad en la forma de contaminantes del aire, ruido, tensión personal, servicios de entrega no fiables e incapacidad de las personas de viajar eficientemente.

La mayoría de los economistas están de acuerdo en que la congestión del tráfico es el resultado de no cobrar apropiadamente por el valor del acceso a la vía, y ven los cobros por congestión como la solución óptima. El último motorista en ingresar en una vía retrasa su propio viaje



Figura 14.11
Cobrarle a los motoristas el acceso al espacio de la vía proporciona un incentivo financiero para considerar modos alternativos como un BRT.

Foto de Lloyd Wright

solamente de forma marginal, pero también retrasa a todos los demás en la vía. En consecuencia, el costo social de la decisión del motorista de utilizar esa vía durante un período congestionado es mucho más alto que el costo para el individuo que tiene que tomar la decisión. Un cobro por congestión, haciendo que el motorista pague todo el costo social de la decisión de utilizar una vía congestionada, puede hacer mucho para reducir la congestión (Figura 14.11).

En la práctica, la implementación de un régimen perfecto de cobro por el acceso a la vía ha sido evasiva, pero un número creciente de ciudades está acercándose cada vez más. Al proporcionar un servicio de transporte público muy mejorado, un proyecto BRT también crea una posible oportunidad política de comenzar a introducir cobros por congestión. Los nuevos métodos electrónicos de cobro están creando nuevas posibilidades para regular el acceso de los vehículos de formas más dependientes de la ubicación, que pueden juntarse cada vez más con proyectos BRT para optimizar los usos de las vías y las velocidades de los buses en ciertas localizaciones.

Las distintas aproximaciones para a la mejor internalización de los costos sociales de conducir automóviles se conocen con nombres diferentes, que incluyen cobros por congestión, tarificación vial y preciación de área.

Los cobros por congestión ponen un valor monetario a usar el espacio de la vía durante las horas pico de viaje. Los motoristas que deseen entrar en una zona de congestión deben pagar una tarifa para tener acceso legal al uso de la vía. Al cobrar por el uso del recurso vial

solamente quienes valoran más el acceso a la vía que el cobro por congestión viajarán durante las horas pico.

Londres, Singapur, Estocolmo y tres ciudades en Noruega han implementado esquemas de cobro. Los resultados han mostrado una reducción marcada en la congestión, así como también la generación de ingresos por apoyar opciones de transporte sostenible.

14.1.3.2 Tarificación vial electrónica (Electronic Road Pricing) en Singapur

Entre 1975 y 1998, Singapur operó un esquema de tasación de vía controlado manualmente. El esquema requiere que los motoristas paguen por el ingreso a una zona central restringida. Los avances tecnológicos permitieron a la ciudad implementar un esquema electrónico de tarificación vial (ERP, Electronic Road Pricing) en 1998. El sistema utiliza señales de radio de corto alcance entre unidades electrónicas al interior del vehículo y las entradas (Figura 14.12). Las entradas están en las avenidas importantes que ingresan al distrito central de negocios y a lo largo de ciertas vías. Así, los cobros se aplican no solamente al distrito central de negocios sino también a las carreteras congestionadas. Una

tarjeta inteligente se introduce en la unidad al interior del vehículo para validar la entrada en la zona restringida. Se puede llenar la tarjeta inteligente en las estaciones de gasolina o en los cajeros automáticos.

Las entradas tienen realmente tres funciones. Primero, un conjunto de tecnología en la entrada envía una señal a la unidad al interior del vehículo y deduce un cobro. Un segundo conjunto de tecnología es un sistema de cumplimiento de las normas. Si la comunicación entre la unidad al interior del vehículo y las antenas de radio de la entrada indica que el cobro por la vía no está siendo pagado, una cámara fotográfica en la entrada marará una fotografía a los vehículos que violen la norma e identificará su matrícula. Tercero, las entradas recogen la información del tráfico y la envían a un centro de control para manejar y para coordinar el sistema.

El software del sistema permite que se aplique una tarifa distinta durante períodos de media hora. La tarifa más alta actualmente es de US\$ 1,71 por cada media hora que se pase en la zona restringida. El costo de la infraestructura del sistema ERP de Singapur fue de aproximadamente US\$ 114 millones. Cada año el sistema genera US\$ 46 millones en ingresos, y tiene gastos de operación de US\$ 9 millones. Se le acredita al



Figura 14.12
El sistema de tarificación vial electrónica (ERP) en Singapur ha sido efectivo para reducir el uso de vehículos, especialmente durante las horas pico.

Foto de Manfred Breithaupt

esquema de ERP la reducción de los niveles del tráfico en un por 50% y el aumento de las velocidades medias del tráfico de cerca de 18 km/h a 30 km/h.

El sistema de Singapur le da a los gestores del tráfico un gran poder para ajustar el cobro por congestión a puntos muy específicos donde la congestión es peor. Como tal, tiene el potencial para acercarse mucho más a optimizar la estructura de los cobros a las ubicaciones donde la congestión es peor.

Sin embargo, el sistema de Singapur requiere que cualquier persona que ingrese al distrito central de negocios tenga una unidad electrónica en su automóvil. Como Singapur es una ciudad-estado, no hay un volumen alto de tráfico que ingrese a Singapur desde otras jurisdicciones, y ese nivel del tráfico se puede manejar fácilmente mediante instalaciones al lado de la vía donde se puede comprar o alquilar el transmisor. Si bien el precio de las unidades electrónicas al interior del vehículo está bajando, para que otros sistemas utilicen el mismo esquema debe desarrollarse un mecanismo para facilitar el acceso a las unidades al interior del vehículo para los motoristas de otras jurisdicciones. También es más fácil hacer cumplir las normas cuando virtualmente todo el tráfico es de la misma jurisdicción municipal.

14.1.3.3 Cobros por congestión en Londres

La introducción del esquema de cobro por congestión en Londres ahora ha ayudado a ampliar el atractivo de los cobros por congestión para los planificadores de transporte en todo el mundo. En las últimas décadas la congestión del tráfico de Londres se había empeorado al punto que las velocidades medias del tráfico eran similares a las velocidades de los coches de caballos utilizados en Londres durante



el siglo XIX. En respuesta, el alcalde Ken Livingstone de Londres decidió implementar un esquema de cobro por congestión en el núcleo del centro de la ciudad.

En la actualidad se impone un cobro de £ 8 (US\$ 14) a los vehículos que ingresen en la zona central entre 07:00 y 18:30 (lunes a viernes). Los motoristas pueden pagar a través de una variedad de mecanismos, incluyendo Internet, teléfono, mensajes de texto por móvil, máquinas de auto-servicio, correo y almacenes por detal (Figura 14.13). Los motoristas tienen hasta la media noche del día del ingreso para pagar el cobro aunque los pagos después de las 22:00 aumentan a £ 10 (US\$ 18). Posteriormente se aplica una multa de £ 80 (US\$ 144) a los motoristas que no paguen antes de la medianoche.

El sistema de Londres se diferencia del sistema de Singapur de varias maneras. Primero, el sistema de Londres no requiere una unidad electrónica al interior del vehículo, y no requiere ningún sistema de tarjetas de efectivo. Es un sistema solamente de cumplimiento de las normas. Londres no utiliza puertas sino que por el contrario confía en la tecnología de



Figura 14.13
Los motoristas tienen un amplio rango de opciones para pagar el cobro por congestión en Londres, incluyendo las tiendas locales.

Foto de Lloyd Wright

Figura 14.14
La tecnología de cámaras se utiliza en Londres para hacer cumplir el cobro por congestión.

Foto de Lloyd Wright

cámaras fotográficas para identificar las matrículas de todos los vehículos que pasan el punto, y envía esta información a una computadora central (Figura 14.14). Al final de cada día, la lista de los vehículos identificados entrando en la zona se compara con la lista de vehículos que han hecho pagos a los operadores del esquema. Todo dueño que no ha pagado es referido para las acciones de cumplimiento de la norma.

Londres adoptó un sistema basado en cámaras en vez de un sistema electrónico de pórticos (gantries) por varias razones. Primero, se esperaba que la eliminación del sistema electrónico al interior del vehículo y de la tarjeta de efectivo redujera los costos administrativos. En segundo lugar, Londres también tenía preocupaciones estéticas por las enormes entradas usadas en Singapur. Tercero, los funcionarios estaban preocupados por las limitaciones de funcionamiento sin interferencia de los sistemas basados en GPS en las vías urbanas estrechas bordeadas por edificios altos.

El sistema de Londres tiene algunas desventajas. Al contrario del sistema de Singapur, el sistema de Londres tiene que cobrar una tarifa plana para un área cuidadosamente definida. Para ganar apoyo político, a los residentes dentro de la zona de cobro con vehículos motorizados se les dio un descuento de 90%. Esta exención ha hecho que la ampliación de la zona sea difícil, pues ampliar la zona también amplía el número de personas elegibles para el descuento. La congestión tampoco es uniforme alrededor de una zona, en particular una zona más grande. Para una zona más grande puede haber una congestión mínima en las vías de acceso que dan servicio a áreas de bajos ingresos y una congestión más alta en las vías de acceso que dan servicio a poblaciones de altos ingresos. Un sistema de cobro específico para un punto como el de Singapur tiene un potencial mucho mayor de optimizar los cobros en los puntos específicos de la congestión.

La detección de la matrícula no se requiere para asegurar el pago, sino que se requiere solamente para fiscalizar en caso de no pago. Por esta razón el sistema no tiene que ser 100% exacto; el sistema solamente es suficientemente preciso como para inducir a la gente a que pague la tarifa voluntariamente. El sistema de Londres también tiene algunos problemas para cobrarle a las

motocicletas, que por lo tanto están exentas. Las cámaras fotográficas incurrieron en un porcentaje de fallas entre de 20 y de 30% en la lectura de matrículas de motocicletas debido al tamaño más pequeño de las matrículas y al hecho de que las motocicletas no siempre van por el centro del carril. Algunas matrículas pueden ser difíciles de leer debido a la luz deslumbrante o a las obstrucciones por parte de camiones, u otras restricciones de la vista, y las motocicletas son más propensas a estos problemas. En decidieron eximir a las motocicletas para asegurar un alto nivel de confianza del consumidor en el sistema, pero en otras ciudades con una gran cantidad de motocicletas tendrían que ser incluidas.

Además de eximir las motocicletas, el cobro por congestión de Londres tampoco se aplica a los taxis, al transporte público, a la policía y vehículos militares, a las personas físicamente discapacitadas, a ciertos vehículos con combustibles alternativos, a ciertos trabajadores del cuidado médico ni a las grúas de remolque. Los vehículos eximidos representan 23% (25.000 vehículos) del tráfico total en la zona.

Después de un año de operación, el cobro por congestión de Londres ha producido algunos resultados impresionantes. Los niveles de congestión se han reducido en un 30%, y el número total de vehículos que entraban en la zona ha caído en 18%. Las velocidades promedio han aumentado desde 13 km/h hasta 18 km/h. Quizás la ventaja más inesperada era el impacto sobre el sistema de buses de Londres. Con menor congestión, las velocidades de viajes en autobús aumentaron en 7%, impulsando un aumento dramático de 37% en la demanda de los buses. Los ingresos del programa de Londres se aplican a apoyar esquemas de prioridad para buses y a proyectos de ciclovías. Londres está planeando actualmente una extensión de la zona de cobro por congestión.

14.1.3.4 Cobro por congestión en Estocolmo

El 3 de enero 2006 Estocolmo se unió a Londres y Singapur como ciudades grandes que emplean un cobro por congestión. Estocolmo ha pedido prestados conceptos de sus dos precursores al tiempo que invoca varias innovaciones tecnológicas más recientes. El cobro en Estocolmo fue implementado como mecanismo de ensayo

durante un período de seis meses, momento después del cual el público votó para decidir si se mantenía. De hecho, en septiembre de 2006 la mayoría de los ciudadanos de Estocolmo votó para mantener el cobro por congestión.

La zona de cobro en Estocolmo incluye toda el área central de la ciudad, con un total de 19 diversos puntos de entrada que permiten el ingreso a la zona (Figura 14.15). Como Singapur, Estocolmo tiene una localización fortuita con cuerpos de agua que restringen el número de puntos de acceso reales al centro de ciudad. Esta entrada restringida naturalmente facilita las tareas técnicas de controlar una gran cantidad de puntos de entrada.

La cantidad de cobro de Estocolmo depende tanto del número de veces que un vehículo ingresa en la zona central como de la hora del día (Tabla 14.4). Para los vehículos que ingresan y que salen de la zona de cobro varias veces al día, la cantidad máxima a pagar es de 60 SEK (US\$ 7,80). Como Londres y Singapur, se permiten varios tipos de exenciones, incluyendo los vehículos de emergencia, los vehículos de transporte público y los buses escolares, los taxis, los vehículos con permisos de discapacidad, los vehículos amistosos para el ambiente (esto es, eléctrico, etanol, y biogás) y las motocicletas. El costo de capital para el período de prueba de seis meses del cobro fue de SEK 3,8 mil millones (US\$ 494 millones) (Pollard, 2006).

Tabla 14.4:
Cobros en el cobro por congestión de Estocolmo

Hora de cruce de la frontera de la zona	Costo (SEK)	Cost (US\$) ^{a)}
06:30 – 07:00	10	1,30
07:00 – 07:30	15	1,95
07:30 – 08:00	20	2,60
08:30 – 09:00	15	1,95
09:00 – 15:30	10	1,30
15:30 – 16:00	15	1,95
16:00 – 17:30	20	2,60
17:30 – 18:00	15	1,95
18:00 – 18:30	10	1,30
18:30 – 06:30	0	0,00

a) Tasa de cambio de US\$ 1 a SEK 7,7 (Corona Sueca).
Fuente: Ciudad de Estocolmo (2004)

Estocolmo utiliza dos tipos diferentes de tecnologías de detección de vehículos, que son

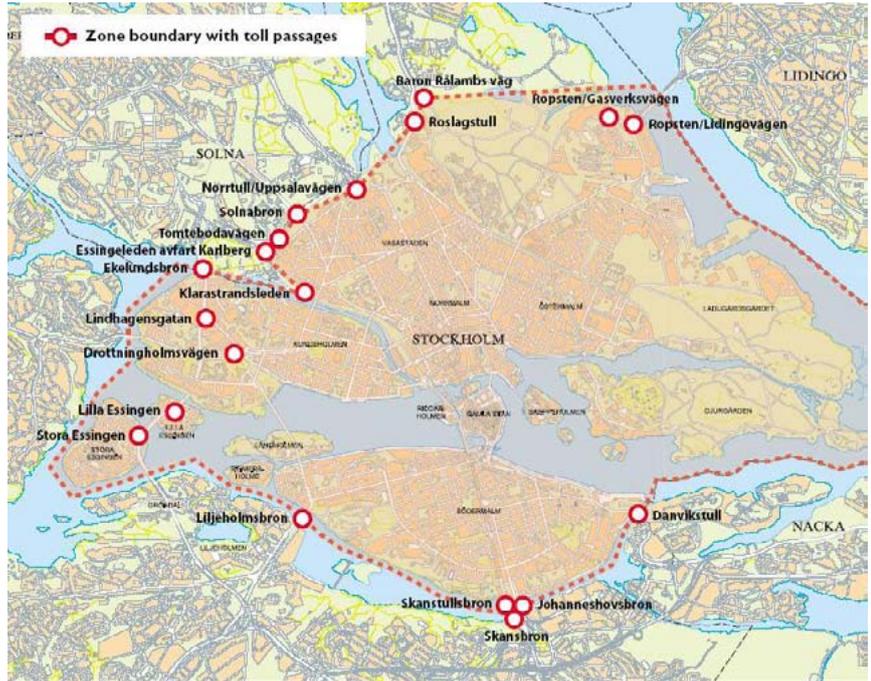


Figura 14.15
La zona de cobro de Estocolmo y los 19 puntos de entrada.
Imagen cortesía de la ciudad de Estocolmo

similares a las tecnologías usadas en Londres y en Singapur. Los viajeros frecuentes al área central pueden obtener una etiqueta electrónica que lee automáticamente la entrada del vehículo en el área. Con esta etiqueta electrónica, se deduce automáticamente el cobro de la cuenta bancaria de la persona. Aproximadamente 60% de la gente que entra en la zona utiliza la etiqueta electrónica.

Alternativamente, para los vehículos que no emplean la etiqueta electrónica, se utiliza una tecnología de cámara fotográfica similar a la de Londres. La cámara fotográfica detecta el número de la matrícula del vehículo, y el motorista tiene cinco días para pagar la tarifa por correo o en una tienda. Si no se paga la tarifa en el plazo de cinco días se impone una multa de SEK 70 (US\$ 9). Después de cuatro semanas, el cobro sin pagar da lugar a una multa de SEK 525 (US\$ 68) (Webster, 2006).

En el primer mes de operación, el cobro por congestión en Estocolmo redujo los niveles de congestión en un 25%, que es equivalente a reducir los viajes de vehículos privados aproximadamente en 100.000 automóviles cada día. La reducción del porcentaje es relativamente similar a la de Londres, pero fue alcanzada con un cobro significativamente más bajo. El cobro por congestión ha influido sobre el tiempo que la gente viaje y su elección modal.

Aproximadamente 2.000 conductores viajan ahora para llegar temprano al trabajo para entrar en la zona antes del comienzo del cobro a las 06:30. Otros 40.000 motoristas privados se han cambiado ahora al transporte público (Public CIO, 2006).

Quizás la lección más instructiva de Estocolmo ha sido la forma de implementación. El cobro por congestión se ha aplicado como un ensayo de seis meses que terminó en julio de 2006. En septiembre de 2006 el público votó sobre si continuar con el cobro. Al comienzo del experimento de cobro por congestión, aproximadamente dos tercios (67%) del público se oponía a dicho cobro. El 17 de septiembre de 2006, 52% del público aprobó el referéndum para hacer permanente el cobro por congestión.

La aproximación del referéndum puede ser así un mecanismo eficaz para ganar la ayuda pública al permitir un ensayo inicial. Si no, las protestas al principio pueden evitar que el proyecto se concrete. Sin embargo, este acercamiento no está exento de riesgos. A medida que la gente experimenta las ventajas de la reducción en la congestión, el apoyo a la medida puede aumentar dramáticamente, como fue el caso en Estocolmo. Sin embargo, cualquier ciudad que emplee la idea del referéndum para proyectar la aprobación y la continuación del proyecto debe prepararse para un voto negativo. Sin embargo, dar a gente una voz democrática en la aplicación de medidas de GDT puede ser un acercamiento que merece una seria consideración.

14.1.3.5 Desarrollar aplicaciones en la ciudad para cobrar por congestión

El éxito de los esquemas de precios de Londres y de Singapur ha atraído interés para proyectos similares en ciudades en desarrollo. La naturaleza de alta tecnología de los cobros por congestión entre alcaldes y otros funcionarios puede aumentar su atractivo para los funcionarios que buscan tecnologías modernas para sus ciudades. Sin embargo, la complejidad de tales esquemas, junto con los relativamente altos costos iniciales, puede limitar el grado en el cual el cobro por congestión se puede aplicar en el contexto de los países en desarrollo.

Varias ciudades de naciones en desarrollo, tales como Yakarta y São Paulo, han dado una seria

consideración a la opción de cobrar por congestión. São Paulo, durante la administración del alcalde Martya Suplicy, contrató un estudio de viabilidad del cobro por congestión, pero no fue implementado por el alcalde siguiente. El estudio, no obstante, planteó algunos temas de relevancia para los usos en los países en vías de desarrollo.

Las estructuras legales requeridas para el cumplimiento apropiado de las normas son una de las principales preocupaciones. Es importante determinar legalmente si tiene importancia que el cobro por congestión se señale como «impuesto» o como «tarifa para el usuario». La ley necesita dar al municipio el derecho de hacer cumplir directamente el recaudo del cobro. En São Paulo aproximadamente la tercera parte de los motoristas está operando sus vehículos sin un registro vehicular válido, con lo cual la aplicación se hace muy difícil. Un gran número adicional de vehículos está registrado fuera del estado de São Paulo, en estados donde no hay reglas mutuas de cumplimiento de las normas entre los estados en casos de violaciones de tránsito.

Lo más simple sería convertir el esquema de restricción existente de matrículas rodizio en un cobro por congestión, pues los motoristas ya hacen frente a un tipo de restricción vehicular sub-óptima. Sin embargo, la zona para el esquema rodizio incluye más o menos la mitad de la población de la ciudad. Las exenciones para los residentes dentro de la zona le quitarían sentido al cobro en esta situación, y el número de entradas o de cámaras fotográficas necesarios es demasiado alto.

Los motoristas en países desarrollados también valoran su tiempo más que en los países en vías de desarrollo. La tecnología usada en los nuevos sistemas de Londres y de Singapur es sumamente costosa, y lograr la recuperación completa de los costos en tales sistemas de alta tecnología tomaría mucho tiempo para los motoristas de bajos ingresos. Soluciones económicas tales como los esquemas de licenciamiento de área (ALS, Area Licensing Schemes), que son operados manualmente, pueden ser un punto de partida más apropiado para las ciudades de los países en desarrollo. Al igual que en el caso de Singapur, un ALS manual puede convertirse

eventualmente en un Electronic Road Pricing (ERP) más sofisticado.

Combinar medidas múltiples y más sencillas de GDT podría ser más apropiado para las ciudades de las naciones en desarrollo. Por ejemplo, la combinación de restricciones diarias por números de matrícula y restricciones de estacionamiento en Bogotá han sido muy acertadas para la reducción de uso de vehículos privados sin la dificultad de implementar un esquema de tarificación vial. Asimismo, los esquemas de tarifas por estacionamiento pueden producir ingresos iguales o superiores (debido a que los gastos de operación son más bajos) a los de los esquemas de tarificación vial. Así, las medidas de restricción para los automóviles no son mutuamente excluyentes. Los esquemas de tarificación vial se pueden implementar en conjunto con las reformas de estacionamientos y otras medidas de GDT.

14.1.4 Reducir la oferta vial

La infraestructura prioritaria de transporte público en las vías responde a un propósito importante más allá de proporcionar un servicio de alta calidad a los usuarios del transporte público. La reducción simultánea en el espacio de la vía para los automóviles crea un incentivo poderoso para que los motoristas cambien al uso del transporte público. Mientras que algunos pueden ver el uso del espacio de la vía por parte de los sistemas de transporte público como un sacrificio, este consumo del espacio del automóvil puede ser una de las ventajas globales más grandes.

La noción de «tráfico inducido» está bien apoyada en el conocimiento generalizado de la planeación del transporte. El tráfico inducido implica una conclusión un poco contraintuitiva: *La construcción adicional de vías da lugar a más*

congestión del tráfico. El tráfico inducido esencialmente dice que una ciudad no puede «construir» una salida al problema. Si bien la construcción adicional de vías puede conducir a una reducción temporal en los niveles del tráfico, este espacio libre de la vía eventualmente atrae tráfico adicional, especialmente cuando hay demanda latente para el uso del vehículo privado.

Es interesante que la investigación sugiera que el proceso también funciona al revés. La evidencia de cierres de puentes y de calles en el Reino Unido y los EE.UU. indica que una reducción en la capacidad de la vía realmente reduce los niveles totales del tráfico, incluso dando cuenta de transferencias potenciales del tráfico a otras áreas (Goodwin *et al.*, 1998). Esta desaparición del tráfico, conocida como «degeneración del tráfico» o «evaporación del tráfico», da una de las indicaciones más fuertes para la viabilidad de desarrollar infraestructura BRT. Además, la reducción de los carriles de vehículos privados puede tener un impacto beneficioso total en el ambiente urbano de la ciudad.

Quizás uno de los ejemplos más espectaculares de este concepto en la práctica es el proyecto del corredor Cheonggyecheon en Seúl. El riachuelo de Cheonggyecheon históricamente era una parte que definía el ambiente de Seúl, y de hecho era la razón por la cual Seúl fue seleccionada como la capital de la dinastía Joseon en 1394. Desafortunadamente, con la modernización, el canal fue cubierto en 1961 para proporcionar un mejor acceso para los coches privados. Para 1968 una autopista elevada proporcionó otra capa de concreto que borraba la memoria del canal.

Con su elección en 2002, el alcalde Myung Bak Lee de Seúl decidió que era hora de que el riachuelo de Cheonggyecheon regresara de

Figuras 14.16 y 14.17
Imágenes antes y después del proyecto del corredor Cheonggyecheon en Seúl. A pesar de derrumbar una de las principales vías expresas a la ciudad, los impactos resultantes en la congestión fueron mínimos, especialmente teniendo en cuenta que los nuevos corredores de BRT ayudaron a ganar pasajeros de los antiguos usuarios de vehículos.

Imágenes cortesía del Instituto de Desarrollo de Seúl



sus años oculta bajo el concreto. El proyecto de Cheonggyecheon ha significado la restauración de 5,8 kilómetros de canal y de puentes peatonales históricos, la creación de amplias zonas verdes e instalaciones públicas de promoción del arte (Figuras 14.16 y 14.17). Con base en un estudio hecho por el instituto de Desarrollo de Seúl (2003), el proyecto de la restauración de Cheonggyecheon producirá ventajas económicas de entre 8 trillones y 23 trillones ganados (US\$ 8 mil millones a US\$ 23 mil millones) y creará 113.000 nuevos trabajos. Más de 40 millones de visitantes experimentaron el riachuelo de Cheonggyecheon durante el primer año después de la restauración.

Más aún, aunque la principal vía de acceso para los automóviles al centro de la ciudad era la vía expresa elevada, no hubo impactos significativos sobre la congestión. En parte, el nuevo sistema de BRT de Seúl ayudó a mitigar algunos de los impactos de tráfico (Figura 14.18).

También otras ciudades como Portland, San Francisco y Milwaukee en los EE.UU., han demolido vías para reducir la dependencia del automóvil y para devolver un ambiente más humano. El desarrollo de un nuevo sistema BRT puede ser un momento oportuno para

investigar las oportunidades para la reducción del espacio vial.

14.1.5 Travel blending

Varias ciudades en Australia y Europa han desarrollado una nueva técnica para lograr cambios dramáticos en la proporción de viajes con costos muy bajos. La técnica, conocida como «traffic blending», es una forma de comercialización social. La idea es simplemente dar a la gente más información sobre sus opciones para conmutar a través de un proceso totalmente personalizado, y facilitar así cambios en el comportamiento de los recorridos. Mientras que el foco hasta la fecha ha estado en los países desarrollados, un éxito reciente en Santiago (Chile) indica que puede ser aplicable también a las ciudades en desarrollo.

Se ofrece más información sobre esta técnica en el Capítulo 18 (*Mercadeo*).



Figura 14.18
El nuevo sistema de BRT de Seúl ha contribuido a hacer posible la reducción del espacio vial dedicado exclusivamente a los automóviles.

Foto cortesía de la Ciudad de Seúl

14.2 Integrar el BRT con la política de usos del suelo

«El suburbio es un lugar donde un desarrollador corta todos los árboles para hacer casas, y luego le da los nombres de los árboles a las calles.»

—Bill Vaughn, columnista y autor

Un proyecto de BRT puede ser un momento oportuno para introducir cambios largamente buscados del uso del suelo dentro del paisaje urbano. La utilización del suelo se refiere a la manera como se moldea la forma urbana con acciones de políticas y preferencias de los consumidores. La utilización del suelo con frecuencia se caracteriza con lo que se conoce como las 3 «D»: Densidad, diversidad, y diseño. Si se desarrolla a través de un paquete de medidas que se apoyen mutuamente, las 3 Ds pueden ser la base para la creación de una base eficaz de pasajeros para los sistemas de transporte público tales como el BRT.

Las áreas con media y alta densidad de población proporcionan una masa crítica de habitantes que apoyan las tiendas y los servicios

Figura 14.19

La alta densidad de ciudades como Bogotá hace que el transporte público sea financieramente viable y reduce las distancias globales de viaje.

Foto de Carlos Pardo



públicos sin requerir acceso con vehículos motorizados (Figura 14.19). En las áreas de baja densidad los usuarios deben ser traídos de un área más amplia para que los centros comerciales alcancen la viabilidad financiera (Figura 14.20). El automóvil se convierte en una necesidad para cruzar esas distancias. Las comunidades de alta densidad pueden proporcionar una base suficiente de clientes desde una distancia que se puede cubrir caminando. Por esta razón, existe un círculo virtuoso de relaciones la densidad urbana, la propiedad de vehículos, el uso de energía y las emisiones vehiculares.

La diversidad se refiere a crear una mezcla de usos dentro de un área local. Al combinar usos residenciales y comerciales en una sola área, el número de viajes y la longitud de los recorridos se reducen. La gente puede resolver la mayoría de sus necesidades diarias caminando, yendo en bicicleta, o usando el transporte público.

El diseño se refiere a la planeación de las viviendas, tiendas y transporte público de forma que apoyen la reducción en la dependencia de automóviles. El desarrollo orientado al transporte público (TOD, Transit-oriented development, desarrollo orientado al transporte público) ha emergido como uno de los mecanismos principales para hacer que esto suceda. Esta sección revisa la forma como la política de usos del suelo se puede moldear para apoyar un sistema BRT exitoso.

Figura 14.20

Las comunidades de baja densidad, como estas de Houston, hacen que los servicios de transporte público rentables no sean prácticos.

Foto de Lloyd Wright



14.2.1 Introducción al desarrollo orientado al transporte público

«A pesar de sus significados diversos y conflictivos, todas las partes superficialmente apoyan el 'crecimiento inteligente' porque es claramente superior a la alternativa: 'crecimiento torpe'.»

—Anthony Downs, escritor y estudioso de la administración pública

Los patrones locales de uso de la tierra afectan significativamente el uso de los sistemas de transporte público. Los viajeros generalmente utilizarán el transporte público solamente si requiere caminar menos de un kilómetro. Aumentar la porción de destinos (hogares, obras, tiendas, escuelas, servicios públicos, etc.) ubicados cerca de estaciones del transporte público, y mejorar las condiciones para caminar en áreas servidas por el transporte público hacen el sistema más efectivo para los usuarios y más provechoso para los operadores. Este tipo de utilización del suelo se llama *desarrollo orientado al transporte público o crecimiento inteligente*.

Los proyectos BRT pueden proporcionar un catalizador para el desarrollo orientado al transporte público. Una estación de transporte público puede ser el núcleo de un centro de tránsito, también llamado aldea urbana (Figura 14.21). Una aldea típica contiene una mezcla apropiada de vivienda, escuelas, tiendas y oficinas públicas, centros de empleo, instalaciones religiosas (iglesia, mezquita, sinagoga), e instalaciones de recreación y entretenimiento. Los destinos importantes deben situarse, en la medida de lo posible, a la vista de la estación de transporte público, de modo que los visitantes puedan encontrarlos con facilidad. Cada aldea urbana debe tener su propio nombre e

identidad, lo cual puede estimularse con señales apropiadas y arte público, y con acontecimientos especiales, como un festival del barrio.

Las viviendas de alta densidad, como los edificios de apartamentos de varios pisos y los condominios, deben situarse cerca de las estaciones de transporte público. Las viviendas de mediana densidad, como por ejemplo edificios de apartamentos bajos, casas urbanas y hogares unifamiliares en pequeños lotes, pueden ubicarse un poco más lejos, pero todavía situados a una distancia conveniente del centro del tránsito, de modo que sea posible caminar hasta allí.

Una aldea urbana típica tiene un diámetro de entre 1 y 1,5 kilómetros, un tamaño que permite que la mayoría de los destinos estén ubicados a una distancia de máximo medio kilómetro, que se puede cubrir caminando, de la estación de transporte público. Este diámetro contiene un área de entre 80 y 160 hectáreas, suficientes para dar vivienda a entre 2.000 y 4.000 residentes con viviendas de mediana densidad (25 residentes por hectárea), o más con vivienda de alta densidad. Por supuesto, no toda aldea urbana tendrá este diseño exacto, algunas pueden ser centros especialmente comerciales, industriales o recreativos, y otras están limitadas en tamaño debido a características geográficas como parques y canales. Algunas pueden ser más pequeñas o más grandes, dependiendo de factores demográficos y de utilización del suelo. Cada aldea urbana se debe planear cuidadosamente para aprovechar sus características únicas.

El desarrollo orientado al transporte público proporciona muchas ventajas en comparación con patrones más dispersos del uso del suelo. El TOD aumenta el número de destinos dentro del alcance a pie de las estaciones de transporte público. Esto aumenta al tiempo el número de pasajeros los ingresos del sistema de transporte público, y reduce los problemas del tráfico local. Un desarrollo más compacto con aldeas urbanas bien pensadas tiende a reducir el costo de proporcionar servicios públicos como electricidad, acueducto y demás, vías, policía y escuelas. Las condiciones mejoradas para caminar, la reducción en el tráfico de vehículos de motor y la mejora en los servicios públicos tienden a aumentar las condiciones de vida del barrio. También proporciona ventajas de eficiencia

Figura 14.21

El desarrollo orientado al transporte público (TOD, transit-oriented development) crea aldeas urbanas a lo largo de las líneas de tránsito, con una parada de tránsito con las principales instalaciones comerciales y públicas en el centro, rodeada por desarrollos residenciales de alta y media densidad.

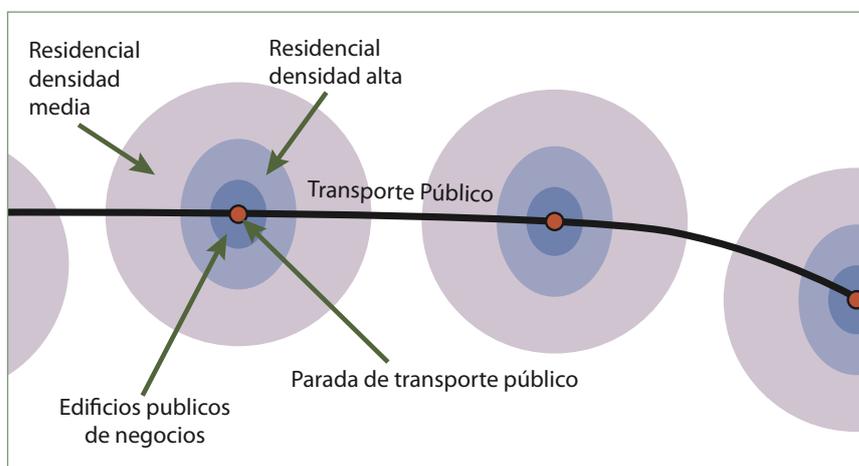


Tabla 14.5: Beneficios del desarrollo orientado al transporte público (TOD)

Beneficios para el usuario de transporte	Beneficios para los operadores de transporte	Beneficios para la sociedad
<ul style="list-style-type: none"> ■ Más destinos cerca de las estaciones de transporte ■ Mejores condiciones para caminar ■ Seguridad mejorada cerca de las estaciones 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Más pasajeros ■ Menores costos por pasajero ■ Mejor imagen 	<ul style="list-style-type: none"> ■ Reducción en los problemas de tráfico ■ Reducción en los costos de la infraestructura pública y de servicios ■ Mejores condiciones de vida en la comunidad ■ Aumento en los valores de la propiedad, la actividad de negocios y los ingresos por impuestos.

económica, incluyendo menores costos para los negocios en estacionamientos y distribución de bienes y mayor disponibilidad de mano de obra. Estas eficiencias tienden a incrementar la productividad global, la actividad económica y los ingresos fiscales. Aun la gente que no utiliza el transporte público se beneficia de tener un servicio BRT y un desarrollo orientado al transporte público en sus comunidades (Tabla 14.5).

Debido a estas ventajas, los valores de la propiedad tienden a aumentar en áreas con servicios de transporte público de alta calidad (Smith y Gihring, 2004). Un estudio reciente de los valores de las propiedades residenciales a lo largo de líneas de BRT en Bogotá, encontró que, después de controlar por otros atributos del edificio y del barrio, los costos residenciales de alquiler aumentaron entre 6,8 y 9,3% por cada reducción de 5 minutos en tiempo de caminata a una estación BRT. Esto indica que los residentes valoran significativamente el acceso al transporte público (Rodríguez y Targa, 2004). El aumento en el desarrollo comercial y residencial a lo largo de los corredores de TransMilenio indica claramente el vínculo entre un



sistema de transporte público de alta calidad y la apreciación del valor del suelo (Figura 14.22). Asimismo, las estaciones de Curitiba y los corredores BRT se han vuelto famosos por la gran afluencia de desarrollo acompañante.

Figura 14.22
El sistema TransMilenio en Bogotá ha llevado a un desarrollo comercial y residencial significativo en las estaciones y a lo largo de los corredores.

Foto de Carlosfelipe Pardo

14.2.2 Características de diseño del desarrollo orientado al transporte público

«Hagamos un momento de silencio por cada Americano atrapado en el tráfico mientras iba a un club de salud para montar en una bicicleta estática.»

—Representante Earl Blumenauer, Congreso de EE.UU., 1948—

El desarrollo orientado al transporte público refleja varias características específicas del uso del suelo. La densidad se refiere al número de personas o de trabajos en un área dada. La

densidad aumentada tiende a reducir los viajes en automóvil per capita y a aumentar los pasajeros para el transporte público. Este resultado se da porque la densidad aumenta el número de personas y de destinos servidos por el transporte público, lo cual conduce al un mejor servicio de transporte público (un servicio más frecuente y con mayor cobertura) y a mejores condiciones peatonales. Como regla general se necesitan densidades de por lo menos 25 empleados o residentes por hectárea a una distancia susceptible de cubrirse caminando de una línea de transporte público (es decir, a máximo 0,5 kilómetros de cada estación) para crear la demanda requerida para un servicio de calidad. Los requisitos exactos de densidad son afectados por varios factores, incluyendo la porción de residentes que conmutan por transporte público y la distancia que los residentes están acostumbrados a caminar, así que pueden variar de área en área.

Las Figuras 14.23 y 14.24 ilustran los efectos de la densidad sobre el transporte público y los viajes en automóvil. A medida que aumenta la densidad, los viajes en transporte público per capita tienden a aumentar y los viajes en automóvil per capita disminuyen.

La **agrupación** (clustering) quiere decir que los negocios de uso frecuente y los servicios públicos están situados juntos en una aldea urbana, centro comercial o distrito, en oposición a que estos servicios estén repartidos a lo largo y ancho de una comunidad o dispersos a lo largo de una vía. El clustering hace estos negocios y servicios más convenientes para los peatones y para el acceso del transporte público. El clustering permite que se hagan varias diligencias durante un solo viaje, ayuda a crear la masa crítica de pasajeros de transporte público necesaria para un servicio de calidad, y fomenta el viaje al transporte público al ubicar más servicios (cafés, bancos, y almacenes) cerca de los sitios de trabajo para que los empleados los usen durante los descansos.

Curitiba ha buscado explotar las ventajas del clustering en conjunto con sus estaciones de BRT al desarrollar las «calles de la ciudadanía». Estas calles son una mezcla de tiendas y

Figura 14.23
Densidad de la ciudad contra número de viajes de transporte público

Fuente: (Kenworthy y Laube, 2000)

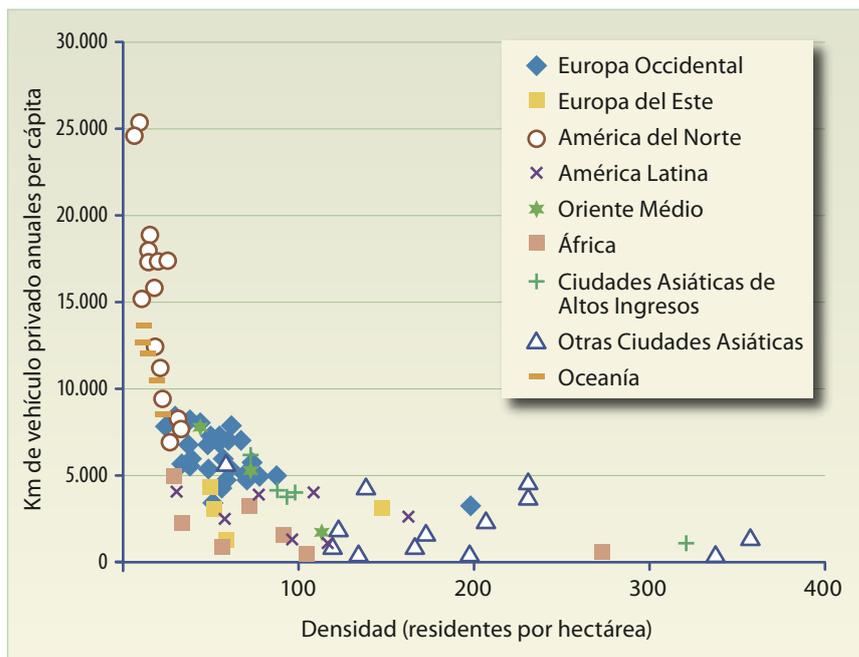
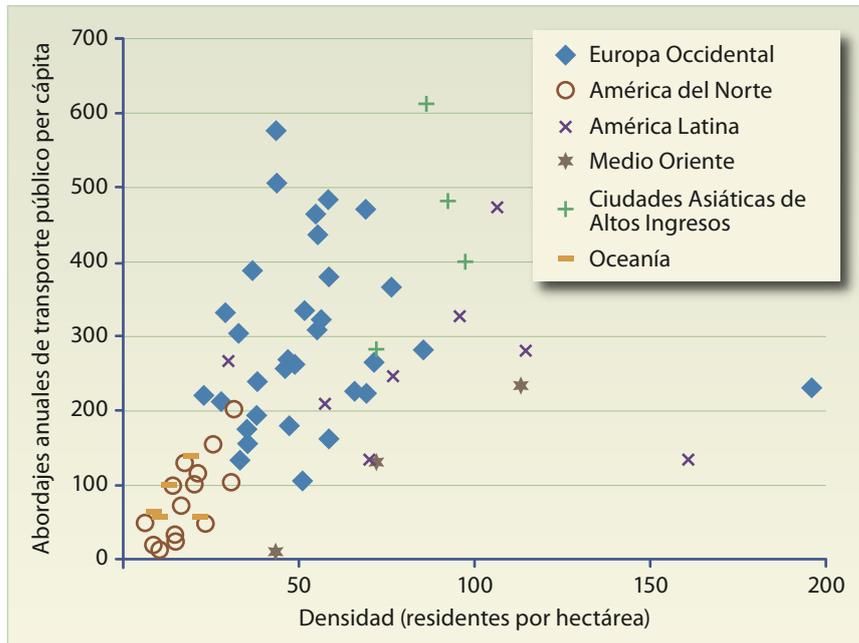


Figura 14.24
Densidad de la ciudad contra uso de vehículos privados

Fuente : (Kenworthy and Laube, 2000)

de servicios públicos clave tales como cuidado médico, consejería, servicios de empleo, gimnasios y bibliotecas (Figura 14.25). Las calles de la ciudadanía son completamente peatonales y generalmente uno de sus lados bordea una estación BRT. Una persona puede resolver a menudo la mayoría de sus requisitos diarios de viaje visitando una sola calle de la ciudadanía. Asimismo, Bogotá ha localizado sus centros de servicio «SUPERCADÉ» en los terminales de BRT; estos centros permiten que los ciudadanos paguen cuentas y que tengan acceso a servicios públicos en un solo lugar (Figura 14.26).

La **mezcla de uso de suelo** se refiere a ubicar actividades diferentes pero relacionadas una cerca de la otra, como por ejemplo casas, escuelas y tiendas. La mezcla del uso de suelo reduce la necesidad de viajes por automóvil al permitirle a los residentes y a los negocios caminar en vez de conducir hacia diferentes actividades.

La **conectividad** se refiere al grado en el que las redes de vías y senderos permiten recorridos directos de un sitio a otro. Las manzanas más pequeñas de la ciudad, las calles conectadas y los atajos para los recorridos no motorizados tienden a reducir al mínimo las distancias de los recorridos y a fomentar que se vaya caminando y en bicicleta, y por lo tanto los recorridos en el transporte público. Las manzanas grandes, los callejones sin salida y las inadecuadas instalaciones para caminar reducen la conectividad, aumentando la distancia que la gente debe viajar para alcanzar sus destinos. La Figura 14.27 ilustra la diferencia entre patrones altos y bajos de conectividad en la calle.

La **caminabilidad** (walkability) se refiere a la calidad del ambiente para caminar, incluyendo la condición de los senderos peatonales, los cruces de caminos, la limpieza y la seguridad. Como mínimo, las aldeas de tránsito necesitan



Figura 14.25
Las «Calles de la ciudadanía» de Curitiba están ubicadas cerca de las estaciones de BRT y les permiten a los residentes cumplir con muchas tareas en un solo viaje.

Foto de Vera de Vera



Figura 14.26 ▼
Bogotá sitúa sus centros de servicios públicos en las terminales de BRT para llevarle a la población estos servicios de forma más eficiente.

Foto de Lloyd Wright

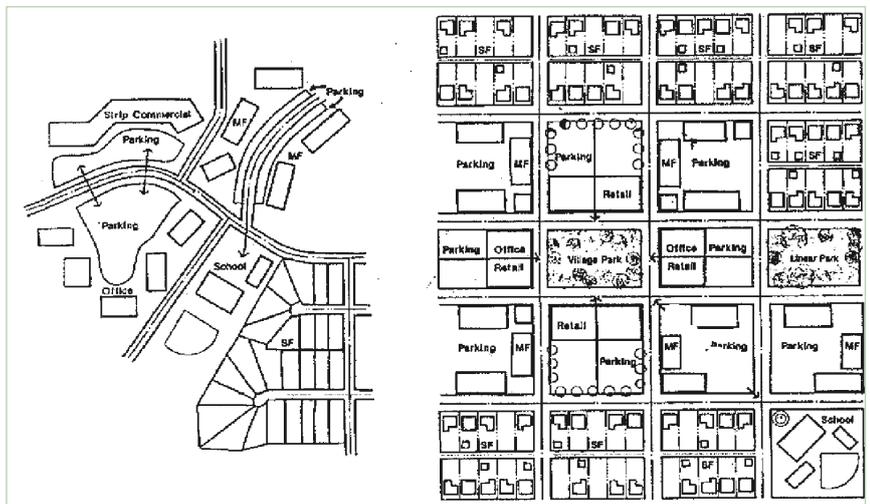


Figura 14.27

El sistema vial convencional jerarquizado, ilustrado a la izquierda, tiene muchas calles sin salida y requiere viajar en las arterias para la mayoría de los recorridos. Un sistema de caminos conectados, ilustrado a la derecha, permite un viaje más directo entre los destinos y ofrece más rutas entre las cuales elegir, con lo que los recorridos no motorizados se hacen más posibles (Kulash, Anglin and Marks, 1990).

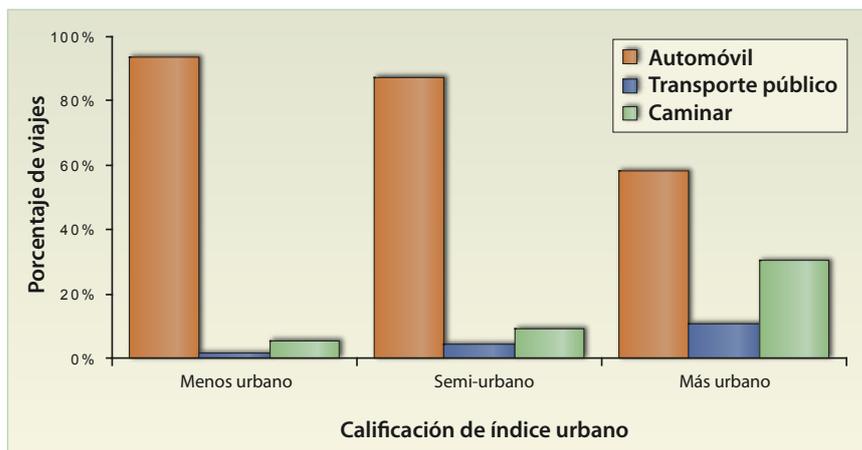


Figura 14.28
El impacto de la urbanización sobre la elección modal.

Fuente: Lawton, 2001

senderos peatonales amplios y bien mantenidos, cruces que permitan que los peatones atraviesen con seguridad las calles congestionadas, y limpieza y seguridad adecuadas. Además es deseable tener parques públicos, árboles de sombra y otro tipo de paisaje, edificios atractivos, islas peatonales (de modo que los peatones necesiten cruzar solo la mitad de la calle cada vez) y pacificación del tránsito (para controlar velocidades del tráfico vehicular), carriles de bicicleta, baños, fuentes para beber y otras comodidades para realzar la conveniencia, la comodidad y el placer para el peatón.

El **diseño del sitio** se refiere a cómo se diseñan y ubican los edificios con respecto a las vías, a los senderos peatonales y a las instalaciones de estacionamiento. Los edificios con entradas que se conectan directamente con el sendero peatonal, en vez de estar puestas detrás de un gran lote de estacionamiento, tienden a animar a la gente a caminar.

La **gerencia de estacionamientos** se refiere a cómo se provee, se regula y se cobra por el estacionamiento. Un suministro abundante de estacionamientos crea patrones más dispersos de uso de suelo que son menos convenientes para caminar y para el acceso del transporte público. El estacionamiento gratuito representa un subsidio para los automóviles que aumenta la propiedad y el uso de vehículos. La aplicación ineficaz de las regulaciones de estacionamiento puede conducir a que los motoristas estacionen en las sendas para peatones, con lo que se crean barreras para los recorridos peatonales.

Juntos, estos factores de uso de suelos pueden tener un efecto enorme sobre los comportamientos de viaje. La investigación en países en vías de

desarrollo y desarrollados indica que una combinación de densidad creciente, mezcla del uso de suelo, conectividad de la calle y caminabilidad aumentan los recorridos mediante el transporte público y medios no motorizados, y reducen los recorridos en automóvil per capita (Kenworthy y Laube, 1999; Ewing, Pendall y Chen, 2002; Mindali, Raveh y Salomon, 2004; y Litman, 2004b). La Figura 14.28 muestra los resultados de un estudio que indica que los residentes de los barrios más urbanizados de Portland (EE. UU.) usan el transporte público cerca de ocho veces más, caminan seis veces más y conducen la mitad de lo que lo hacen los residentes de las áreas menos urbanas.

14.2.3 Políticas de desarrollo orientado al transporte público

«El desarrollo se ha convertido en algo ante lo cual debe haber oposición en vez de darle la bienvenida; la gente se muda a los suburbios para hacer sus vidas, solo para hallar que están jugando con las excavadoras. Sienten nostalgia por las comodidades que no sean monstruosidades tanto como por darles a sus hijos la experiencia de un prado, ese paraíso infantil, dejado al final de la calle. Muchas comunidades no tienen aceras y ningún lugar a donde caminar, que es tan malo para la seguridad pública como para la salud física de nuestra nación. En estos contextos se ha hecho imposible que los vecinos se saluden entre ellos en la calle, o que los niños caminen a sus escuelas cercanas. Un galón de combustible puede usarse en solo ir a comprar un galón de leche. Todo esto se acumula para volverse más tensionados en unas vidas familiares ya estresadas.»

—Al Gore, ex vice presidente de los EE.UU., 1948–

En países en vías de desarrollo, donde es difícil con frecuencia regular el uso del suelo, intervenciones en el sector del transporte como los BRT son una de las mejores maneras de afectar los cambios en el uso del suelo, dominados en gran parte por decisiones basadas en el mercado privado. Sin embargo, hay algunas políticas públicas que se han utilizado con éxito para fomentar desarrollos de alta densidad en el área servida por un nuevo sistema BRT. Esta sección describe las políticas públicas específicas que pueden ayudar a implementar un desarrollo orientado al transporte público.



Figuras 14.29 y 14.30
Restringir los desarrollos elevados solo a los corredores de transporte masivo produce múltiples beneficios para Curitiba.

Fotos cortesía del municipio de Curitiba

14.2.3.1 Localización de instalaciones públicas e inversiones de infraestructura

Una de las formas más sencillas para que un gobierno asegure el desarrollo orientado al transporte público es ubicar las instalaciones públicas, como las oficinas gubernamentales, los colegios y las universidades, los centros de deporte y recreación y las instalaciones culturales a lo largo de los corredores de transporte público. Bogotá construyó varios colegios nuevos a lo largo del corredor de BRT de TransMilenio.

Se le puede dar prioridad a los centros de tránsito y a las aldeas urbanas cuando se hacen inversiones públicas para mejorar los senderos peatonales, las vías, los parques, los servicios públicos como el acueducto y el alcantarillado, la recolección de basuras y la electricidad. Por ejemplo, el Plan de Mejoramiento del Transporte de Rhode Island (TIP) le da prioridad a los proyectos que fomentan un desarrollo compacto. Como resultado, la mayor parte de los fondos para el transporte se gastan en administración del sistema y en proyectos de preservación, y se dedica menos a expandir la capacidad de las vías en áreas con desarrollo no planeado y disperso.

14.2.3.2 Códigos de zonificación

En ciudades donde existen códigos de zonificación y se hacen cumplir, zonificación hacia arriba a lo largo de un corredor de BRT y zonificación hacia abajo áreas fuera de los corredores de BRT puede ser una de las formas más poderosas de mantener y aumentar el número de pasajeros en el sistema BRT a largo plazo. Tal vez la aplicación mejor conocida de los códigos de zonificación en conjunción con el transporte público es el sistema de BRT de Curitiba. El desarrollo elevado en Curitiba se restringe solo a aquellas áreas a lo largo de los corredores de BRT (Figuras 14.29 y 14.30). El efecto es bastante fuerte en términos de eficiencia en la ciudad y de pasajeros en el transporte público. Las áreas con filas de rascacielos en Curitiba hacen bastante fácil la identificación de las vías de buses.

Se pueden usar también incentivos por densidad (densidad más alta de la que normalmente se permita) para fomentar desarrollos importantes en las áreas bien servidas por el transporte público, y para incorporar características de diseño de desarrollo orientado al transporte público. Muchas ciudades tienen estándares alternativos

de desarrollo (ADS, Alternative Development Standards) que se aplican en centros orientados al tránsito, con lo que se permiten densidades más altas, utilización mixta del suelo y menores requisitos para los estacionamientos. Por ejemplo, la ciudad de Portland, Oregon (EE.UU.) reduce sus requisitos mínimos de estacionamiento en 10% para las ubicaciones cercanas a las líneas de buses, y en 20% para ubicaciones cerca de una estación de ferrocarril. El estacionamiento se reduce aún más para desarrollos que están situados en barrios susceptibles de andar caminando o que tengan ciclovías cercanas.

Para desalentar un desarrollo disperso y orientado al automóvil en la margen urbana, algunas jurisdicciones limitan la cantidad de desarrollo que puede darse fuera de las áreas urbanas mediante límites de crecimiento urbano y reservas de tierras para la agricultura. Otros limitan la extensión de las líneas de agua y alcantarillado para prevenir el desarrollo de alta densidad en áreas subdesarrolladas.

14.2.3.3 Viviendas y el BRT

En el mundo en desarrollo, donde los códigos de zonificación son a menudo difíciles de hacer cumplir, las políticas de vivienda pueden ser una de las herramientas más poderosas para afectar cambios en el uso de los suelos. El grado y la forma de intervención del gobierno en el sector de vivienda varía enormemente de país en país.



Figura 14.31
El programa Metrovivienda de Bogotá ha proporcionado vivienda de bajo costo muy próxima a los servicios alimentadores de TransMilenio.

Foto cortesía de Por el País que Queremos (PPQ)

Aunque rara vez se ha hecho, el ideal sería coordinar programas de vivienda de bajos ingresos y el desarrollo de un proyecto BRT, de modo que los beneficiarios del programa de vivienda pudieran también beneficiarse de la mejora de la movilidad básica. Si tales programas fueran coordinados desde el principio, las familias de bajos ingresos también podrían ser aisladas del riesgo de los aumentos en los precios de los alquileres como resultado del nuevo sistema BRT.

Los gobiernos tienen grados diversos de influencia sobre el sector de vivienda. En un extremo están los países con estados muy poderosos y con mucha tierra controlada por los municipios, como China. En China todos los niveles del gobierno construyen algo de vivienda, las empresas públicas son propietarias de la vivienda, y varias ramas del gobierno, incluyendo los militares, están directamente implicadas en el desarrollo de propiedades inmobiliarias. En países así, el alcalde tiene un enorme poder discrecional para influir sobre qué tierra se desarrolla y en qué densidad. Sin embargo, la densificación de los corredores de transporte masivo en China ocurre casi automáticamente. En el otro extremo, muchos países africanos muy pobres poco pueden permitirse hacer para intervenir en el sector de vivienda más allá de proporcionar alguna infraestructura básica.

El programa Metrovivienda de Bogotá proporciona un buen ejemplo de cómo los programas de vivienda de bajos ingresos se pueden ligar a un sistema BRT. Metrovivienda es una autoridad municipal que compró tierra no inmediatamente adyacente al corredor troncal BRT de TransMilenio, sino en las áreas que tendrían servicio por parte de los vehículos alimentadores de TransMilenio, donde la tierra era barata pero probablemente aumentaría de precio debido al proyecto de TransMilenio (Figura 14.31). El municipio subvencionó la adquisición de la tierra, pero luego contrató desarrolladores privados para que hicieran viviendas asequibles pero provechosas en la tierra. Los desarrolladores fueron elegidos por oferta competitiva. Podían vender las casas con una utilidad porque los desarrolladores no tuvieron que pagar por la tierra. Este proceso pudo proporcionar propiedad de los hogares a precios casi 25% menores de lo que habría podido obtenerse a través del



Figura 14.32
La Ecovía de Quito ha impulsado el desarrollo de edificios altos de apartamentos y tiendas a lo largo del corredor.

Foto de Lloyd Wright

mercado privado. Además, después de que TransMilenio se construyó, los precios de la tierra en el área aumentaron en más de 6% sobre el aumento general de los precios de la tierra. Al hacer que el gobierno comprara la tierra pero que desarrolladores privados construyeran en ella, Metrovivienda pudo proporcionar vivienda de bajos ingresos en un área servida por TransMilenio, al tiempo que los residentes estaban aislados de los aumentos en los precios de la tierra.

Curitiba no incorporó programas de vivienda de bajos ingresos en su sistema BRT, y la densificación a lo largo del corredor de BRT condujo a un desarrollo de propiedades inmobiliarias de medios y altos ingresos de muy alta densidad que desplazó a familias de bajos ingresos a ubicaciones menos deseables. Asimismo, Quito no intervino directamente para estimular la construcción de complejos de viviendas a lo largo de sus corredores de BRT. En su lugar, el sector privado ha reconocido la oportunidad y ha construido varios nuevos desarrollos cerca de los corredores y de las estaciones (Figura 14.32). Sin embargo, Quito ha alterado las regulaciones de zonificación para ayudar a facilitar este proceso.

Un ejemplo innovador de EE.UU., un esfuerzo cooperativo entre agencias locales y federales de EE.UU. y bancos privados, se conoce como la Iniciativa Hipotecaria con Ubicación Eficiente (Location Efficient Mortgage Initiative). Esta iniciativa permite que los compradores de casas califiquen para préstamos para hogares más grandes si la vivienda propuesta está situada a una distancia no mayor de un cuarto de milla (400 metros) de una línea de buses o a media milla (800 metros) de un sistema de trenes o de ferrocarril ligero. La iniciativa también ofrece pasajes para buses anuales con descuento para un miembro de la casa.

14.2.3.4 Impuestos y tarifas

Los impuestos y las tarifas de servicios públicos pueden estructurarse para favorecer el desarrollo de aldeas urbanas, reflejando las mayores eficiencias y los costos más bajos por unidad de proporcionar servicios públicos en tales áreas. Por ejemplo, los impuestos se pueden diferir o descontar para edificios que reflejan características de desarrollo orientado al transporte público. Se le puede ofrecer a las viviendas que

no poseen un automóvil un descuento en el impuesto a la propiedad, reflejando los costos más bajos que imponen sobre las redes viales de la ciudad y sobre los servicios de transporte.

Por ejemplo, la ciudad de Austin (EE.UU.) impone una «tarifa por usuario de transporte» especial para financiar las vías, que representa un promedio de US\$ 30 a US\$ 40 anualmente para una vivienda típica. Este cobro se basa en el número promedio de recorridos diarios de vehículo motorizado por propiedad, reflejando su tamaño y uso. Por ejemplo, se estima que los desarrollos unifamiliares generan 40 viajes de vehículos motorizados por acre por día, los condominios y las viviendas urbanas generan 60 viajes de vehículos motorizados por acre por día, y las oficinas generan aproximadamente 180 de vehículos motorizados por acre por día. La

ciudad proporciona exenciones a las propiedades residenciales con inquilinos que no poseen automóvil, y en los negocios animan a los empleados a utilizar modos alternativos, tales como el transporte público.

14.2.3.5 Diseño y gestión de la calle

Las calles en las aldeas de tránsito deberían diseñarse y administrarse para favorecer el transporte público y los modos no motorizados, incluyendo carriles especiales para buses y bicicletas donde sea necesario, espacio adecuado para los senderos peatonales, especialmente alrededor de las estaciones de transporte público, comodidades tales como bancas, árboles de sombra, canecas de basura y baños públicos a lo largo de los senderos peatonales y de los parques; pacificación del tránsito y fiscalización para controlar las velocidades del tráfico; y cumplimiento efectivo de las leyes de tránsito y de estacionamiento, y protección a la seguridad personal de los peatones. Algunas ciudades han implementado «dietas de vías», lo cual involucra reducir el número de carriles de tráfico vehicular para permitir más espacio para los carriles de giro, de bicicletas y para los senderos peatonales.

Por ejemplo, la ciudad de Seattle (EE.UU.) ha implementado más de 1.000 círculos de tráfico en calles residenciales y añadirá docenas más cada año. La ciudad tiene un proceso estándar para que los residentes soliciten la implementación de pacificación del tránsito en sus calles, y varias fuentes de financiación. La respuesta ha sido positiva: hay centenares de solicitudes cada año para más círculos de tráfico, y aunque los dispositivos pueden ser quitados si los residentes no están contentos con el resultado final, esto solo ha ocurrido una vez.

Figura 14.33
En el distrito central de Curitiba, el diseño del sistema de BRT está cuidadosamente incluido con el ambiente urbano circundante.

Foto cortesía de Volvo Bus Corporation

