

MULTIMODALIDAD SOSTENIBLE EN LAS REGIONES URBANAS

COMITÉ TÉCNICO B. 3 MULTIMODALIDAD SOSTENIBLE EN
REGIONES URBANAS



SOBRE LA ASOCIACIÓN MUNDIAL DE LA CARRETERA

La Asociación Mundial de la Carretera (AIPCR) es una organización sin fines de lucro establecida en 1909 para mejorar la cooperación internacional y fomentar el progreso en el ámbito de las carreteras y el transporte por carretera.

El estudio objeto del presente informe se definió en el Plan Estratégico de la AIPCR de 2016-2019 aprobado por el Consejo de la Asociación Mundial de la Carretera, integrado por representantes de los gobiernos nacionales miembros. Los miembros del Comité Técnico responsable de este informe fueron nominados por los gobiernos nacionales miembros debido a sus competencias especiales.

Las opiniones, resultados, conclusiones y recomendaciones expresadas en esta publicación son las de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista de sus entidades o agencias matrices.

*Este informe está disponible en la página web de la Asociación Mundial de la Carretera:
<http://www.piarc.org>*

Copyright World Road Association. Reservados todos los derechos.

*Asociación Mundial de la Carretera (PIARC)
Arche Sud 5° niveau
92055 La Défense Cedex, France*

ISBN: 978-2-84060-529-4

Portada © Oscar Fariña

MULTIMODALIDAD SOSTENIBLE EN REGIONES URBANAS

**COMITÉ TÉCNICO B. 3 *MULTIMODALIDAD SOSTENIBLE EN
REGIONES URBANAS***

AUTORES/ AGRADECIMIENTOS

Este informe ha sido preparado por el Comité Técnico B.3 "Multimodalidad sostenible en regiones urbanas" de la Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR). El informe aborda tres cuestiones principales que estructuran la presentación en tres capítulos principales precedidos de una introducción que presenta el contexto general. Los autores y revisores de estos capítulos son:

Tema	Autores y revisores
Introducción	BROTO André y LUZERNE Mathieu (Francia) ENDO Akira y YAJIMA Takashi (Japón)
1-Políticas y estrategias de transporte urbano multimodal	MC CLEAN Michael (Australia) DEBAUCHE Wanda (Bélgica) ENDO Akira (Japón) BROTO André y LUZERNE Mathieu (Francia) YAJIMA Takashi (Japón) MBAMBO Dudley (Sudáfrica) NAMKUNG Ok (Corea del Sur)
Soluciones de movilidad basadas en 2 carreteras, incluidos los intercambiadores multimodales y la nueva movilidad vial.	FARINA Oscar (Argentina) DEBAUCHE Wanda (Bélgica) DOSTAL Ivo (República Checa) BROTO André y LUZERNE Mathieu (Francia) ENDO Akira (Japón) MILLER Harlan (Estados Unidos)
3-Usos del suelo y desarrollo urbano	MACOUN Thomas (Austria) DOSTAL Ivo (República Checa) NISHIMURA Takumi (Japón)

Los que participaron en los intercambios y contribuyeron a mejorar la calidad de este informe lo son:

Stefan EBNER (Austria)

Isabelle DULAERT (Bélgica)

Francois RAMBAUD (Francia)

Felix HUBER (Alemania)

Andrea SIMONE (Italia)

Suichi KAMATA (Japón)

Izmi KAWAGUCHI (Japón)

Ken-Ichi NAKAMURA (Japón)

Peter LOS (República Eslovaca)

Lina Sofia TOMCZAK (Suecia)

Seungmo KANG (Corea del Sur)

Los editores de la versión en inglés de este informe son Harlan MILLER (Estados Unidos de América) y Dudley MBAMBO (Sudáfrica).

La traducción al francés/inglés de la versión original fue realizada por Wanda DEBAUCHE (Bélgica), André BROTO (Francia) y Mathieu LUZERNE (Francia).

La traducción al español/inglés de la versión original fue realizada por Oscar FARINA (Argentina).

El Comité Técnico estuvo presidido por Andre BROTO (Francia) y Mathieu LUZERNE (Francia), Harlan MILLER (Estados Unidos de América) y Oscar FARINA (Argentina), respectivamente, que eran los secretarios de habla francesa, inglesa y española.

2019R13ES

MULTIMODALIDAD SOSTENIBLE EN REGIONES URBANAS

La labor del Comité B.3 está en consonancia con la de anteriores comités sobre cuestiones de movilidad urbana. Las cuestiones generales relacionadas con la movilidad urbana se agruparon en una moción que se propuso para su discusión en el XX Congreso Mundial de Carreteras celebrado en Montreal en septiembre de 1995. Esta moción condujo a la creación de un Comité Técnico de la AIPCR para la **Ciudad y el Transporte Urbano Integrado (C10)**. El título del comité permaneció sin cambios hasta el ciclo 2004-2007 incluido. El título actual (**Multimodalidad sostenible en las zonas urbanas**) refleja la necesidad de tener en cuenta un cambio significativo en las prácticas de movilidad de las poblaciones urbanas y rurales, que debe recordarse en la introducción.

La globalización y la especialización han permitido el florecimiento de las ciudades y han dado lugar a la concentración de actividades y poblaciones, lo que ha provocado un aumento de las necesidades de transporte urbano y una escasez de espacio público. En estas zonas urbanas caracterizadas por una elevada densidad de población y empleo, la congestión de los sistemas de transporte ha sido la norma por lo que es necesario compartir el espacio público. Por otra parte, en un contexto de escasez de las finanzas públicas, cada vez resultaba más difícil aplicar la nueva normativa, sobre todo porque en el pasado no se habían resuelto todos los problemas de desplazamiento. Por lo tanto, en estas áreas densas, se hizo necesario organizar y optimizar los sistemas de transporte existentes.

Luego, con el desarrollo de los medios de transporte, cada vez más habitantes han aprovechado estas nuevas ofertas para conciliar el atractivo de los puestos de trabajo de la ciudad con el menor coste de la vivienda en las afueras, o incluso la calidad de vida en el campo. El resultado ha sido una rápida expansión de la zona de influencia de las ciudades en términos de empleo, que se extiende mucho más allá de la zona urbanizada y de las redes congestionadas, con un rápido aumento de las necesidades de transporte para los viajes cotidianos. El Plan Estratégico de la AIPCR ha tenido en cuenta este fenómeno al solicitar que la incidencia sobre la ciudad se extienda a las regiones metropolitanas, centrándose en las necesidades en los servicios de movilidad (no sólo en las necesidades de transporte) y en los de la multimodalidad. Además de las de la problemática de la densidad y escasez de espacio, era necesario añadir el tratamiento de los vínculos que unen a los territorios rurales de muy baja densidad con las densas zonas urbanas. ¿Qué necesidades de transporte? ¿Cómo hacer posible el acceso al empleo en el centro de la urbe y de manera más general, el acceso a los servicios de la ciudad (educación, cuidados, cultura) en buenas condiciones de equidad social y de coste? ¿Cómo se puede orientar el desarrollo para limitar las necesidades de transporte sin olvidar las necesidades esenciales de los habitantes de la periferia?

Por último, el siglo XXI viene siendo testigo del rápido crecimiento de la tecnología digital y de sus múltiples aplicaciones en el ámbito de la movilidad (aplicaciones de red, servicios de coche compartido, bicicletas eléctricas, renovación de vehículos de motor eléctrico, conducción autónoma, etc.) y de la aparición de nuevos comportamientos (economía compartida, economía

RESUMEN EJECUTIVO

circular, etc.). La AIPCR deseaba que estas tendencias se incluyeran en el ámbito de la interacción urbana.

Es sobre estas bases, traducidas en los términos de referencia del Plan Estratégico 2015-2019, que una docena de miembros del CTB3 han aunado la diversidad de sus países de origen (Argentina, Australia, Austria, Bélgica, República Checa, Francia, Japón, EE.UU., Sudáfrica, Corea del Sur) y la de sus campos de especialización (representantes de las administraciones de carreteras y de los servicios públicos de ingeniería, académicos y actores del sector privado) para aportar cada uno de ellos con su especificidad, experiencia y perspectiva sobre estos temas.

Como continuación de publicaciones anteriores, el Comité ha organizado este informe en tres capítulos que corresponden a los tres retos planteados en el Plan Estratégico:

- Políticas y estrategias de transporte multimodal
- Soluciones de movilidad vial, incluidos los centros multimodales y la nueva movilidad vial
- Ordenamiento del territorio y desarrollo urbano

Algunos de los temas tratados en el informe anterior no se continuado desarrollando. Este es el caso, por ejemplo, de la movilidad activa, para la que el lector puede consultar los informes "*Strategies to balance the modal share of urban transport in order to improve mobility and reduce road congestion*" (Referencia AIPCR: 2013R02FR) y "*Key issues to improve mobility strategies in large urban areas*" (Referencia AIPCR: 2016R27FR). Sin embargo, en este informe se tratan nuevos servicios como el uso compartido de bicicletas o las bicicletas eléctricas.

Finalmente, el comité preparó un resumen de cada uno de los temas al principio de cada capítulo; los lectores más ansiosos podrán consultarlo para obtener una visión general condensada de los temas y aspectos destacados relacionados con cada capítulo.

Este informe es responsabilidad exclusiva de sus autores, pero refleja la riqueza de los enfoques, la diversidad de situaciones que son el resultado de la historia de cada territorio y de la cultura de cada país, y la complejidad de los retos a los que se enfrentan las administraciones de carreteras en los diferentes territorios que componen las regiones urbanas, ya sean países en desarrollo o industrializados. De hecho, las necesidades de movilidad son similares y, aunque las soluciones de desarrollo dependen necesariamente del contexto en el que se aplican, los problemas y los métodos son comunes.

Al final de este ciclo de cuatro años, la Comisión desea compartir algunas cuestiones, pero también una certeza.

Las cuestiones se refieren al futuro de la movilidad. Hemos visto en esta breve introducción que nuestras sociedades han pasado en menos de un siglo de un modelo tradicional con dos tipos de entornos de vida (ciudades y comunidades de pueblos) prácticamente independientes en términos de movilidad diaria, a un modelo de periurbanización en el que cientos o incluso miles de comunidades de pueblos situados a más de un centenar de kilómetros de distancia de una ciudad viven en estrecha relación con ella, una relación que se traduce en intercambios cotidianos para el acceso al empleo, a la educación, a la atención o al ocio. La pregunta que se plantea hoy es si este modelo de ocupación espacial, que consiste en un mosaico de territorios geográficamente separados y estrechamente vinculados por intercambios diarios, continuará expandiéndose, estabilizándose o multiplicándose.

RESUMEN EJECUTIVO

Dado que la tecnología digital ya permite el trabajo a distancia, ¿veremos una mayor dispersión de los lugares de vida y de trabajo con menos presencia física en el lugar de trabajo? También acercará los servicios esenciales (educación, asistencia, etc.) a los espacios vitales: por lo tanto, debería conducir a una reducción de las necesidades de movilidad. Pero también permite, en particular, gracias al vehículo autónomo, reducir los costes de transporte, el tiempo perdido por el conductor y la incomodidad de los viajes; el resultado debería ser un efecto de rebote consistente en transformar estas innovaciones (como ha ocurrido con cada innovación en el ámbito del transporte) en nuevos deseos de viajar más lejos (o más a menudo) para acceder a nuevas oportunidades. Por último, ¿cómo podemos tener en cuenta los retos del cambio climático y la escasez de recursos naturales?

La certeza está relacionada con la necesidad de seguir compartiendo observaciones, buenas y malas prácticas a nivel internacional, y la multiplicidad de puntos de vista sobre estas prácticas. También aborda la necesidad de ampliar la transversalidad de la reflexión confrontándola con nuevos enfoques, en particular a través de las ciencias sociales.

Que todos estos aportes ayuden a las autoridades viales a dar una respuesta sostenible a las necesidades de los habitantes de estas Regiones



CONTENIDO

1. INTRODUCCION	3
1.1. TERMINOS DE REFERENCIA	3
1.2. ¿QUÉ ENTENDEMOS POR "REGIONES URBANAS"?	4
1.3. COMPLEJIDAD DEL TRANSPORTE URBANO	11
2. POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE TRANSPORTE URBANO MULTIMODAL	16
2.1. PANORAMA GENERAL.....	16
2.2. ¿CUÁLES SON LAS NECESIDADES DIARIAS DE LOS HABITANTES?.....	20
2.3. CONSECUENCIAS DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE EN LAS ESTRATEGIAS Y POLÍTICAS DE TRANSPORTE	26
2.4. NIVEL DE SERVICIO MULTIMODAL VIAL (RMMLOS).....	36
3. SOLUCIONES DE MOVILIDAD BASADAS EN CARRETERAS, INCLUIDOS LOS INTERCAMBIADORES MULTIMODALES Y LA NUEVA MOVILIDAD VIAL.	42
3.1. PANORAMA GENERAL.....	42
3.2. MANUAL DE PRIORIDAD DE AUTOBÚS Y BRT.....	43
3.3. HOV HOT CARRILES ADMINISTRADOS.....	73
3.4. CENTROS DE TRANSITO MULTIMODAL	78
3.5. NUEVOS SERVICIOS DE MOVILIDAD COMPARTIDA	91
4. USO DEL SUELO Y DESARROLLO URBANO	113
4.1. VISION DE CONJUNTO	113
4.2. DESARROLLO ORIENTADO AL TRANSITO	116
5. 4. CONCLUSIONES	148
6. BIBLIOGRAFIA	151
APENDICES	155
6.1. APÉNDICE 1 : MARCOS DE NIVEL DE SERVICIO MULTIMODAL.....	155

1. INTRODUCCIÓN

1.1. TÉRMINOS DE REFERENCIA

Este informe ha sido elaborado por el Comité Técnico B.3, que se incluye en el Tema Estratégico B

1.1.1. Tema Estratégico B: Acceso y Movilidad

El objetivo del tema estratégico B (Acceso y movilidad) es fomentar la mejora del acceso y la movilidad de los viajeros y la industria a través de la explotación eficiente de la red de carreteras y la integración con otros modos de transporte.

Este tema estratégico B reconoce que las autoridades viales prestan un servicio a la comunidad y a la industria, reconociendo a estos grupos como clientes. En el centro de esta cuestión está la necesidad de proporcionar servicios predecibles y de garantizar que la capacidad de recuperación de la red se encuentre a un nivel adecuado.

El tema estratégico B incluye cuatro (4) Comités Técnicos y un Grupo de Trabajo:

- El Comité Técnico B.1 (Explotación de Redes de Carreteras/Sistemas de Transporte Inteligente) examina las cuestiones relativas a la obtención del máximo beneficio de la infraestructura de red existente, proporcionando actualizaciones al Manual de Explotación de STI/Redes de Carreteras.
- El Comité Técnico B.2 (Servicio de Invierno) estudia cuestiones de vulnerabilidad de las redes de carreteras a los efectos adversos del clima invernal, además de preparar el programa técnico para el Congreso de Vialidad Invernal.
- Comité Técnico B.3 (Multimodalidad Sostenible en Regiones Urbanas) compara estrategias de movilidad.
- El Comité Técnico B.4 (Flete) examina la eficacia y eficiencia del transporte multimodal de mercancías y examina las buenas prácticas relacionadas con el transporte de mercancías energéticamente eficiente.
- El Grupo de Trabajo B.1 (Diseño e Infraestructura de Carreteras para Soluciones Innovadoras de Transporte) identifica las principales consideraciones en el desarrollo y despliegue de la tecnología que permite la comunicación de Vehículo a Infraestructura y de Vehículo a Vehículo.

1.1.2. TC B.3 - Multimodalidad sostenible en regiones urbanas

El Comité Técnico B.3 (Multimodalidad sostenible en regiones urbanas) compara estrategias de movilidad urbana, identificando políticas y estrategias de transporte de países desarrollados y en desarrollo para mejorar las opciones de viaje y la accesibilidad en el contexto de las fuertes demandas impuestas por las condiciones urbanas. Este comité técnico tiene tres temas:

- Tema B.3.1: Políticas y estrategias de transporte urbano multimodal

Se compara la eficiencia de las diferentes políticas y estrategias de transporte multimodal teniendo en cuenta las necesidades de movilidad, los objetivos sociales y las características de los modos de transporte.

- Tema B.3.2: Soluciones de movilidad basadas en la carretera, incluidos los intercambiadores multimodales y la nueva movilidad vial.

El objetivo de esta sección es investigar y documentar de manera cualitativa y cuantitativa soluciones tales como: compartir coche/bicicleta, compartir coche, electro-movilidad, aumento en la utilización del transporte público.

- Tema B.3.3: Uso del suelo y desarrollo urbano

El objetivo es tratar el impacto del uso de la tierra integrado con el desarrollo del sistema de transporte en los centros urbanos y áreas suburbanas, considerando las tendencias de urbanización.

Por lo tanto, el presente informe está estructurado en tres partes principales (subdivididas en diferentes capítulos) para responder a las expectativas de estas tres cuestiones.

1.2. ¿QUÉ ENTENDEMOS POR "REGIONES URBANAS"?

1.2.1. Área Urbana y Área de Conmutadores

Un sistema de transporte está compuesto por una diversidad de modos de transporte (modos activos, coches individuales, transporte público,...), la distribución modal está relacionada con la densidad espacial, la forma urbana, las características de la población, la demanda de movilidad de los habitantes.

Los sistemas de transporte, incluido el transporte por carretera en grandes zonas urbanas, dependen de las densidades medias y de la distribución espacial de las densidades. He aquí algunos ejemplos según Alain Bertaud.

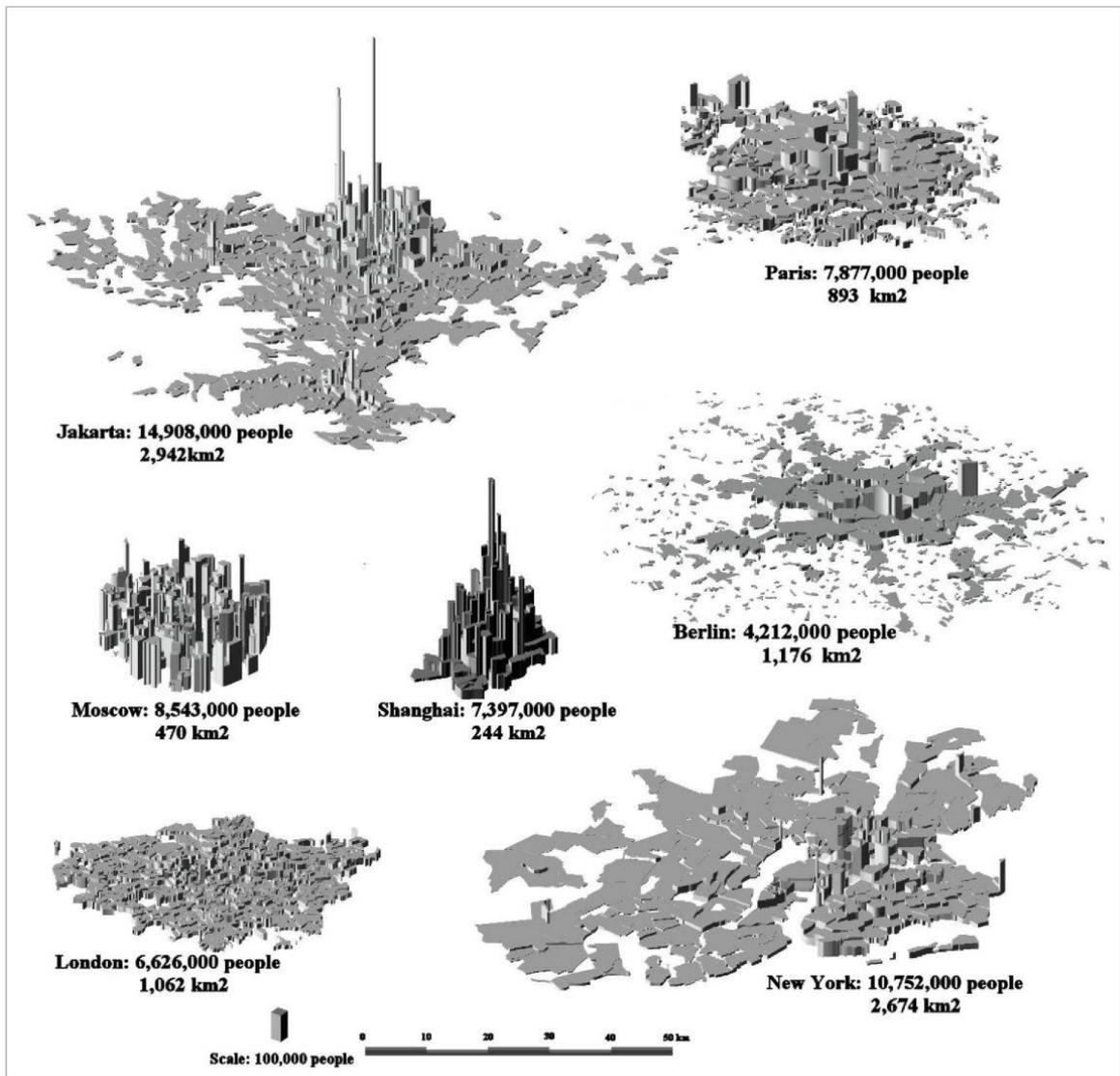


Figura1 : Representación 3D de la distribución espacial de la población en 7 metrópolis representada a la misma escala por Alain Bertaud

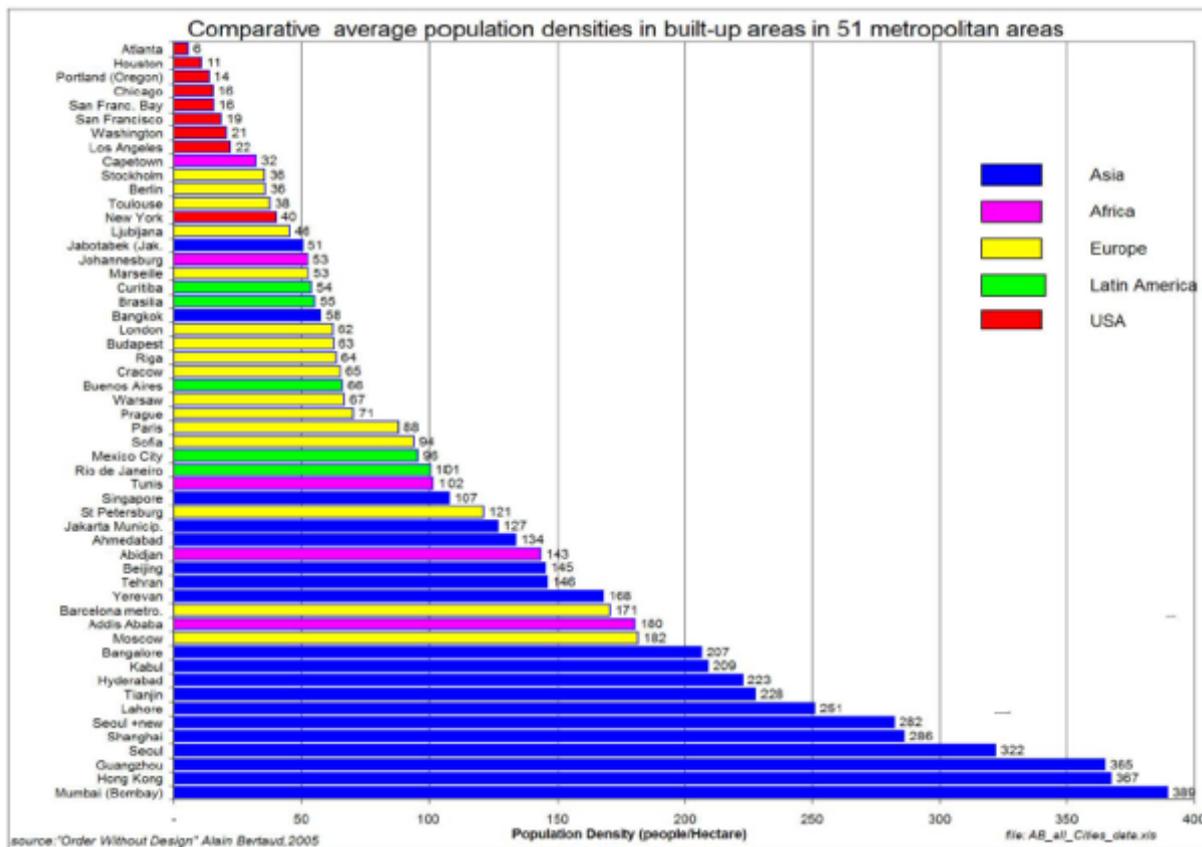


Figura 2 : densidad media de población en las zonas urbanizadas por Alain Bertaud

COMPARATIVE POPULATION DENSITIES IN THE BUILT-UP AREAS OF SELECTED METROPOLITAN AREAS (1990)

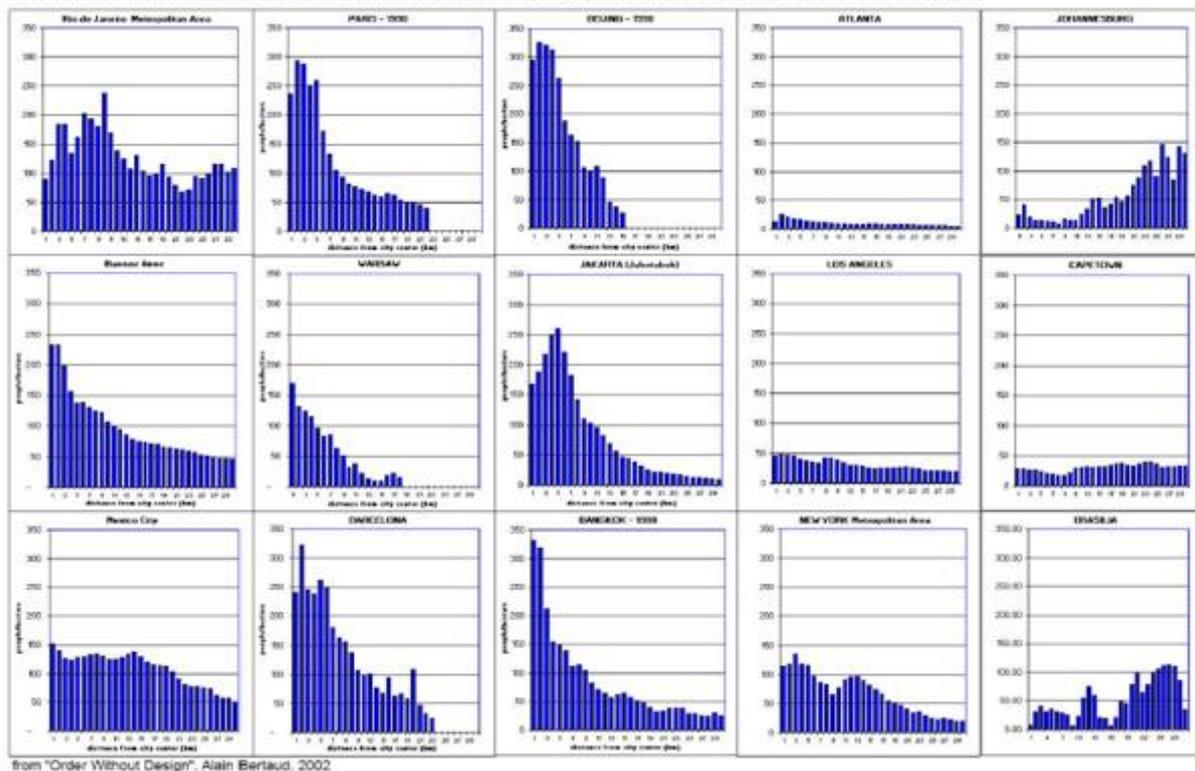


Figura 3 : Diferentes patrones de distribución de las densidades de población en las zonas urbanizadas por Alain Bertaud

Pero cuando nos centramos en las necesidades diarias de transporte, debemos tener en cuenta no sólo el área urbana en sí (900 km² en el caso de París), sino también su área de desplazamiento, que es al menos diez veces mayor que el área urbana (15.000 km² en el caso de París). Por esta razón, los Términos de Referencia se refieren a las "regiones urbanas".

1.2.2. Estructura espacial formal

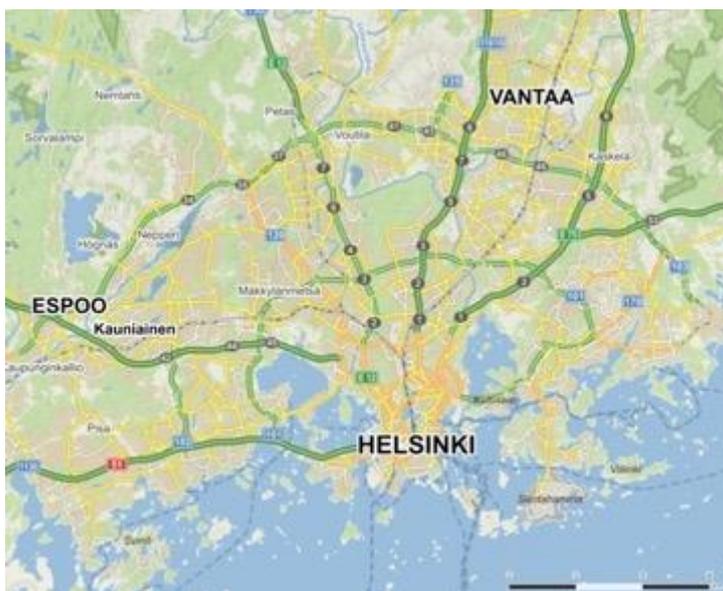
La estructura formal de la ciudad se define por la organización del sistema urbano y la configuración de los principales ejes de desarrollo y corredores de transporte que conectan las principales partes de la ciudad. A menudo, también puede haber una combinación de múltiples formas dentro de una misma ciudad.

La estructura formal de la ciudad se define por la organización del sistema urbano y la configuración de los principales ejes de desarrollo y corredores de transporte que conectan las principales partes de la ciudad. A menudo, también puede haber una combinación de múltiples formas dentro de una misma ciudad.



Ciudad radial-céntrica - las principales arterias de transporte son los radiales que conectan el centro de la ciudad (CBD) con los distritos suburbanos y se complementan con carreteras de circunvalación que cubren los enlaces tangenciales. Normalmente el centro está congestionado por el transporte, pero en general las distancias de viaje son cortas.

Figura 4 (izquierda) : Moscú (Federación Rusa) - ejemplo de ciudad radial-céntrica



Ciudad en forma de abanico - caso específico de ciudad radial-céntrica cuya disposición espacial se vio afectada por condiciones geográficas externas como la costa marina, un gran río o el pie de una cordillera alta. Los ejes de desarrollo se desarrollaron sólo en direcciones seleccionadas y están conectados por caminos de medio anillo.

Figura 5 (izquierda): Área metropolitana de Helsinki (Finlandia) desarrollada como ciudad en forma de abanico.

Ciudad lineal/de franjas - el desarrollo de dicha ciudad se concentra a lo largo de una arteria de transporte. Sin embargo, la posible expansión de la ciudad se limita a los extremos de la banda lineal. El corredor de transporte arterial es sensible a la congestión y vulnerable a las interrupciones debidas a obras de construcción, accidentes graves de tráfico, catástrofes naturales, etc., ya que no existen rutas alternativas para desviar el tráfico en estas situaciones.

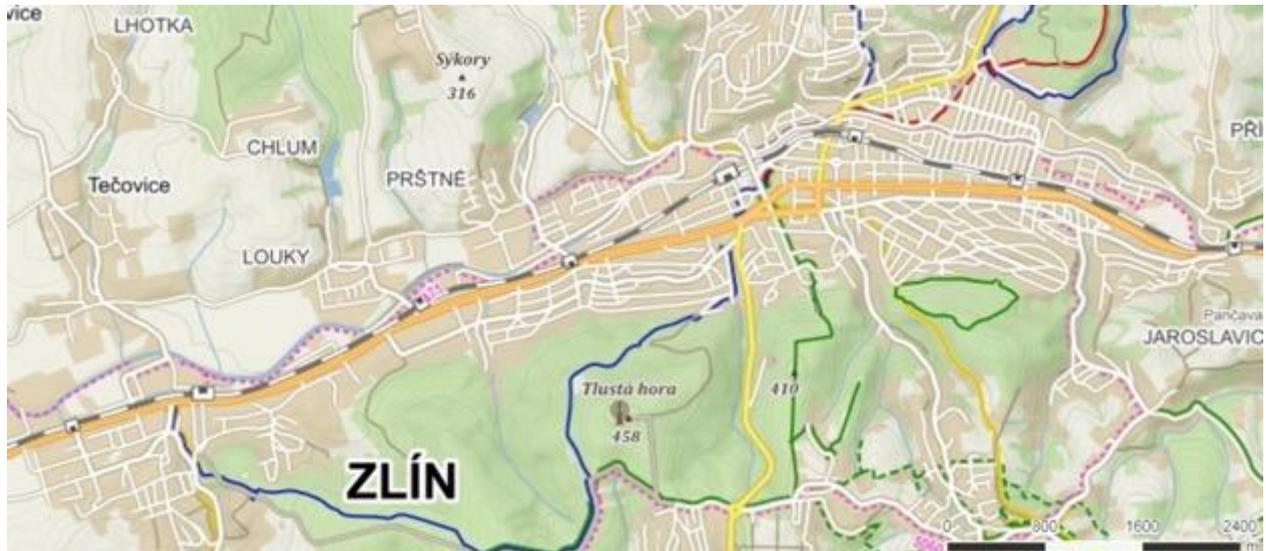


Figura 6 : Zlín en la República Checa surgió en la década de 1920 bajo la influencia de los principios de una ciudad lineal.

Ciudad rectangular (o cuadrícula) - está compuesta por sectores dispuestos en un sistema rectangular. Este sistema es típico de las ciudades de nueva creación en una zona verde que ofrece una buena accesibilidad y la distorsión de los flujos de tráfico cuando la red de transporte está bien estructurada. Esta forma necesita una estructura regular y se adapta mal a las condiciones orográficas.



Figura 7 (derecha): Milton Keynes en el Reino Unido fue fundada en 1967 como una ciudad rectangular.

1.2.3. Algunas definiciones "Área urbana y zona de desplazamiento"

1.2.3.1. Introducción

En 2011, la OCDE elaboró una nueva definición de la ciudad y de su zona de desplazamiento, en particular para hacer frente a la falta de armonización de las definiciones de las ciudades de los países europeos. Así, la definición de la OCDE identifica 828 grandes ciudades que consisten en un centro urbano de al menos 50.000 habitantes en la Unión Europea, Suiza, Islandia y Noruega. Esta metodología identifica 492 en Canadá, México, Japón, Corea y Estados Unidos. En el caso de las ciudades europeas, representan casi el 40% de la población de la Unión Europea.

Para más información:

http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/focus/2012_01_city.pdf

Desde esta normalización, la definición de centros urbanos en Europa (pôles urbains en Francia) y es relativamente cercana a la de las zonas urbanas en los Estados Unidos (I). Sin embargo, se observan diferencias en los umbrales entre las zonas urbanas funcionales de Europa (aires urbaines en Francia) y las áreas metropolitanas de Estados Unidos (II).

1.2.3.2. Área Urbana (Estados Unidos) / Centro Urbano (UE) / Polo Urbano (Francia) / : definiciones relativamente cercanas.

Centro urbano (UE) o área urbana (Estados Unidos), estos dos conceptos son relativamente cercanos en la medida en que se basan en densidades de población comparables (1500 habitantes / km² para la OCDE; 1000 habitantes / milla² para la Oficina del Censo de Estados Unidos).

Unión Europea

La definición europea (Eurostat) del "aire urbaine fonctionnelle" incluye un centro urbain.

El centro urbano es un concepto basado en células con una densidad de 1500 habitantes/km² o más agrupadas cuando son contiguas. Los clusters con una población de 50.000 o más habitantes se denominan "centros urbanos". Los municipios con al menos la mitad de la población dentro del centro urbano están integrados en la ciudad.

En Francia, el INSEE también integra en el cálculo de sus polos urbanos la noción de edificio continuo con cortes de menos de 200 metros: Una unidad urbana se define como un municipio o grupo de municipios con una superficie edificable continua sin corte de 200 metros o más entre dos construcciones.

Estados Unidos :

El término área urbana se utiliza para designar lo que corresponde aproximadamente a la unidad urbana francesa (pôle urbain), es decir, un grupo de unidades con una densidad de población de al menos 1.000 habitantes por milla² y las unidades adyacentes con una densidad de al menos 500 habitantes por milla².

La Oficina del Censo de los Estados Unidos también utiliza el concepto de aglomeración para describir el componente nodal del área metropolitana: área urbana de 10.000 o más habitantes. Cada área estadística metropolitana debe tener al menos un área urbanizada de 50.000 o más habitantes. Cada zona estadística micropolitana debe tener al menos un grupo urbano de al menos 10.000 habitantes pero menos de 50.000 habitantes.

- Unión Europea : Centro urbano : "población de 50.000 habitantes o más" y "densidad de 1500 habitantes / km² o más".
- Estados Unidos : Área urbana: "Grupo de unidades de censo de densidad de población de 1.000 habitantes/milla² o más", y "Unidades de densidad adyacentes de 500 habitantes/milla² o más".

zona estadística micropolitana debe tener al menos un grupo urbano de al menos 10.000 habitantes pero menos de 50.000 habitantes.

- Zona periférica (condados periféricos): que están vinculados a ella a través del mercado laboral y los intercambios comerciales. Una zona periférica se caracteriza por:
 - 25% o más de los residentes empleados trabajan en los condados centrales del área metropolitana,
 - El 25% o más del trabajo está formado por trabajadores que viven en los condados centrales.

Resumen

- Unión Europea: Área Urbana Funcional = Ciudad/Centro Urbano + Área de Conmutadores
- Francia: Área urbana = centro urbano / unidad urbana + corona periurbana
- Estados Unidos : Metropolitana y Micropolitana = Aglomeración + Zona periférica

Aire urbaine (Francia), zona urbaine fonctionnelle (Unión Europea) o área metropolitana (Estados Unidos) tienen una estructura similar. De hecho, puede observarse que para Eurostat, el INSEE y la Oficina del Censo de los Estados Unidos, esa estructura añade dos capas principales, a saber, un centro urbano y una periferia, conectadas al centro urbano por medio de los flujos de desplazamiento o el comercio.

Así pues, las diferencias radican principalmente en los umbrales de atracción y, por lo tanto, en la extensión de la zona urbana.

1.2.4. Comentario

Las densidades y estructuras espaciales están relacionadas con el desarrollo de las redes de transporte (por ejemplo, el transporte público rápido es difícil de operar con densidades bajas), y los problemas de la CT B3 deben analizarse teniendo en cuenta las características de cada territorio. Por ejemplo, deberíamos tener en cuenta las regiones urbanas de los países en desarrollo de forma diferente a las de los países desarrollados, porque la idea que proponemos aquí no podría funcionar en los países en desarrollo. Las tendencias de urbanización en los países en desarrollo se caracterizan por el concepto de seourbanización. A pesar de que las regiones urbanas no están preparadas para aceptar el rápido crecimiento de la población, los habitantes de las zonas rurales se precipitaron a las zonas urbanas principalmente para evitar la pobreza. Esta tendencia provoca la escasez de servicios públicos en materia de vivienda, transporte, etc. Por lo tanto, nuestras sugerencias de movilidad urbana deben examinarse cuidadosamente para determinar si son aplicables a las regiones urbanas en el marco de las tendencias de seourbanización.

1.3. COMPLEJIDAD DEL TRANSPORTE URBANO

Las zonas urbanas se caracterizan por la acumulación de industrias y población. Esto significa que el uso de la tierra es intensivo y que el espacio para el transporte debe ser utilizado eficientemente. Existen muchos tipos de modos de transporte que tienen diferentes características. Necesitamos lograr la mejor combinación de modos de transporte para lograr la mayor eficiencia en criterios multidimensionales.

Sin embargo, ésta es una tarea difícil que requiere la consideración de una amplia gama de factores, ya que el transporte urbano en sí es muy complejo. El transporte urbano consta de

varios elementos, tales como los agentes de viajes y sus necesidades, los planificadores de carga y sus necesidades, el movimiento en sí de personas y mercancías, las instalaciones de transporte, los servicios de transporte y sus costos. Están influenciados por las condiciones sociales y económicas, como los niveles de ingresos, las costumbres sociales, los sistemas de administración y las preocupaciones por la seguridad de los delitos.

Estos elementos están localizados u ocurren en un espacio urbano particular del área metropolitana en cuestión. Por lo tanto, necesitamos entender los diversos entornos espaciales en los que se encuentra el sistema de transporte urbano. Estas diversidades incluyen la densidad de población y de negocios, el terreno, la densidad de construcción del área construida y la ubicación de la infraestructura de transporte existente. Éstas se consideran condiciones dadas para la planificación de la multimodalidad sostenible, al menos a corto plazo.

Las acciones de viaje o transporte observadas son el resultado de la toma de decisiones de los actores después de comparar los niveles de servicio y los costos de los servicios de transporte disponibles con sus necesidades en base a la información disponible. Esta decisión se toma en el mercado del transporte. Por lo tanto, también necesitamos entender la interacción entre la oferta y la demanda en el mercado del transporte.

1.3.1. Desafíos

Los sistemas de transporte urbano se ven desafiados en muchos aspectos. Entre ellas figuran el propio crecimiento urbano, las limitaciones presupuestarias, el mal funcionamiento de instituciones como la falta de coordinación, las consideraciones sociales en la prestación de servicios de transporte, las consideraciones medioambientales, incluido el consumo limitado de combustibles fósiles, los avances tecnológicos, como la conducción automática y el automóvil electrónico, que aportarán grandes beneficios a la sociedad, pero que necesitarán que ésta adapte su sistema jurídico y social a los cambios tecnológicos.

A medida que un área metropolitana crece, el sistema de transporte diseñado para un tamaño más pequeño ya no funciona correctamente. Un problema comúnmente observado son los cuellos de botella en las autopistas, donde la capacidad de la red es menor que el tráfico entrante. Esto es particularmente severo en las áreas metropolitanas orientadas a las autopistas, ya que no hay otro modo de transporte para llegar al área central del área metropolitana.

Otro desafío está relacionado con el financiamiento y la capacidad de implementación de los gobiernos. Se buscan soluciones rentables. La construcción de un gigantesco sistema de autopistas ya no se considera una solución sostenible, ya que a menudo la congestión del tráfico se produce sólo en las horas punta y la construcción de autopistas no se considera económica cuando se dispone de otras soluciones. Tampoco lo es un sofisticado y extenso nuevo sistema ferroviario urbano. Se requiere el uso más eficaz de la infraestructura de transporte existente.

La tercera proviene de consideraciones sociales. El envejecimiento de la población está en curso en muchos países desarrollados y en algunos países en desarrollo. Un entorno de transporte urbano sin barreras y la accesibilidad a los servicios de transporte y a las funciones básicas de la vida son necesarios para la realización de una sociedad sostenible.

La revitalización del centro de la ciudad también podría considerarse como un desafío relacionado con el transporte en una dimensión social. Mucha gente necesita reunirse para que el centro de la

ciudad vuelva a ser próspero. Necesitamos considerar cuál es el sistema de transporte urbano más adecuado para la revitalización del centro de la ciudad.

El cuarto sería la consideración del calentamiento global. Se entiende ampliamente que las emisiones de CO₂ de los automóviles representan una parte considerable de las emisiones totales de CO₂ de nuestra civilización. Necesitamos acercarnos lo más posible a un sistema de transporte urbano libre de carbono para contener el calentamiento global en el nivel al que nuestra sociedad pueda adaptarse. Necesitamos mejorar la eficiencia del consumo de combustibles fósiles en nuestro sistema de transporte urbano. Por otra parte, por supuesto, el propio sistema de transporte urbano necesita adaptarse a los cambios previsibles, como el empeoramiento de los efectos de la isla de calor, mediante medidas como un sistema de aire acondicionado eficiente.

El avance de la tecnología es otro desafío. Con el rápido avance de la tecnología de la información y la comunicación (TIC), los costos de transacción se han reducido drásticamente. Esto ha permitido varios servicios de compartición a un costo muy bajo. En el campo del transporte, están surgiendo nuevos servicios llamados movilidad compartida. Algunos modos de la movilidad compartida podrían desafiar a los modos de transporte existentes y esta tendencia debería ser atendida con el máximo cuidado. Además, la tecnología de conducción automática y los coches eléctricos serán influyentes. La tecnología de conducción automática tiene el potencial de reducir los accidentes por fallos humanos y los costes humanos de la conducción de automóviles. Esto conducirá a una prestación de servicios de transporte más segura y económica, haciendo así que un sistema de transporte sea más asequible y accesible a todos los grupos de movilidad de la sociedad. Esto, sin embargo, puede causar problemas. Nuestra sociedad tendrá que cambiar el sistema legal y social. La introducción de un sistema de conducción automática puede aumentar el tráfico total de vehículos y reducir el número de pasajeros de autobús. Los coches eléctricos combinados con el uso de fuentes de energía renovables eliminarán las restricciones impuestas por el calentamiento global al uso del coche.

1.3.2. ¿Por qué nos ocupamos de la multimodalidad sostenible?

Como se describe en los Términos de Referencia de la ST B, el objetivo de la ST B es fomentar la mejora del acceso y la movilidad de los viajeros y de la industria a través de la explotación eficiente de la red de carreteras y la integración con otros modos de transporte.

Los diferentes modos de transporte tienen sus propias condiciones de aplicación adecuadas. Por lo tanto, es eficaz combinar estos diferentes modos en una solución multimodal, ya que las zonas urbanas suelen estar formadas por muchos tipos de zonas con características diferentes, como la densidad de población y de empresas. En esta solución multimodal, la transferencia de un modo de transporte a otro es esencial. Son las estaciones multimodales las que se encargan de esta transferencia e integran la explotación de la red de carreteras con otros modos de transporte. Los siguientes son ejemplos de cómo funciona la multimodalidad en situaciones reales.

Un problema común de congestión de tráfico en los cuellos de botella de las autopistas y carreteras arteriales en dirección a la parte central de las áreas metropolitanas puede aliviarse trasladando los viajes de pasajeros de los coches privados al transporte público. Sin embargo, es probable que los pasajeros vivan en un suburbio donde el nivel de servicio de transporte público es bajo. Por lo tanto, es necesario pasar de un coche privado a un medio de transporte público en algún lugar en el centro de los suburbios a la parte central del área metropolitana. Las estaciones

multimodales sirven para las acciones de transferencia entre muchos modos de transporte, incluyendo coches privados, autobuses locales, autobuses exprés, trenes de cercanías, metro, tranvías, trenes de cercanías, BRTs, motocicletas e incluso bicicletas.

También desde el punto de vista de los costes y de las emisiones de CO₂, el sistema de transporte multimodal es eficiente si se constituye de forma sostenible. El espacio urbano que ocupa un transporte público es menor que el que ocupan las autopistas si la demanda es grande. Lo mismo ocurre con las emisiones de CO₂. Por otro lado, si la demanda es pequeña, el coste y la emisión de CO₂ por viaje de todo el sistema, incluida la construcción para el transporte público, serán superiores a los de las carreteras y los coches particulares. Se espera que haya la mejor combinación de transporte por carretera y otros modos de transporte en función del nivel de demanda o, más exactamente, del nivel de densidad de la demanda.

Entre los distintos modos de transporte por carretera también hay diferencias en la capacidad de carga por carril, los costes y las emisiones de CO₂. Autobús local, autobús expreso, BRT, HOT y LRT en las calles se integrarán en la mejor combinación para utilizar la infraestructura de la red de carreteras existente de la manera más eficiente.

Los sistemas de transporte urbano multimodal con estaciones multimodales se consideran sistemas sostenibles prospectivos que maximizan el uso de la infraestructura de transporte existente mediante la mejor combinación de varios modos de transporte. De esta manera, también se garantiza el máximo aprovechamiento de la infraestructura de la red de carreteras existente, mejorando así los servicios de la red de carreteras existente.

1.3.3. Marco conceptual

El logro de la mejor combinación de modos de transporte depende de la elección de los modos de transporte por parte de la gente. Es necesario comprender plenamente las relaciones entre los niveles de servicio de transporte, la elección de las personas, las estrategias de prestación de servicios y las limitaciones que se les imponen. Estas relaciones se presentan como un marco conceptual para facilitar el trabajo sobre los tres temas de los términos de referencia.

Para el Tema B.3.1, necesitamos comparar la eficiencia de diferentes políticas y estrategias de transporte urbano multimodal. Las áreas metropolitanas han preparado sus estrategias con el fin de lograr mejores resultados en las condiciones o limitaciones que les son propias. Por lo tanto, las políticas y estrategias son también muy diversas. Para comprender las diversas políticas y estrategias, necesitamos un marco conceptual para la movilidad urbana sostenible en el que se ilustren todos los elementos pertinentes y sus relaciones mutuas.

La siguiente figura es un marco elaborado por el Comité Técnico. El área rectangular central con esquinas redondeadas indica un mercado de transporte. Este mercado tiene estrechas relaciones con la vida y las actividades económicas de las personas. El mercado está influenciado por la ubicación y la densidad de las zonas residenciales y de las instalaciones de destino. Las estrategias pueden influir en el mercado a través de medidas estratégicas como el uso máximo del espacio vial, el desarrollo orientado al tránsito (TOD), la promoción de modos activos, la solución multimodal, HOV/HOT, BRT (Bus Rapid Transit) y LRT (Light Rail Transit) en las calles.

El TOD cambia la ubicación y la densidad de las áreas residenciales en relación con una red de tránsito. También presta servicios de transporte público. El uso máximo del espacio vial

proporciona espacio para los peatones y las bicicletas con el fin de fomentar los viajes cortos y reducir el movimiento de los vehículos privados. También proporciona espacio para soluciones multimodales, HOV/HOT, BRT y LRT. Las medidas estratégicas deben combinarse adecuadamente con las limitaciones que se imponen a una zona urbana específica, a fin de formar una combinación óptima.

Como conclusión, la sostenibilidad se evalúa con dimensiones sociales, económicas y ambientales basadas en el desempeño de los servicios de transporte del área urbana. El desempeño de los servicios de transporte se mide en función de los resultados y corresponde a los desafíos que enfrenta el sistema de transporte urbano. Por ejemplo, la accesibilidad es un indicador importante para los llamados pobres del transporte, como las personas mayores o discapacitadas en sociedades que envejecen rápidamente. Los indicadores del nivel de servicio también deben ser multifacéticos y reflejar las necesidades de las distintas personas.

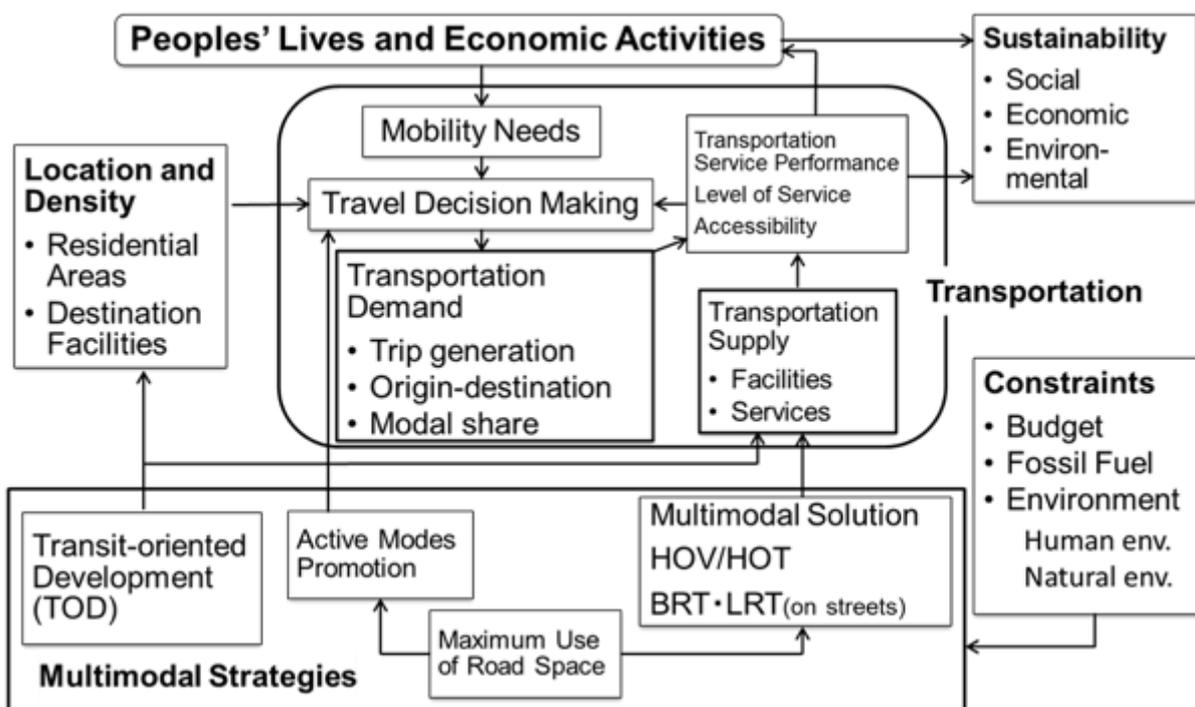


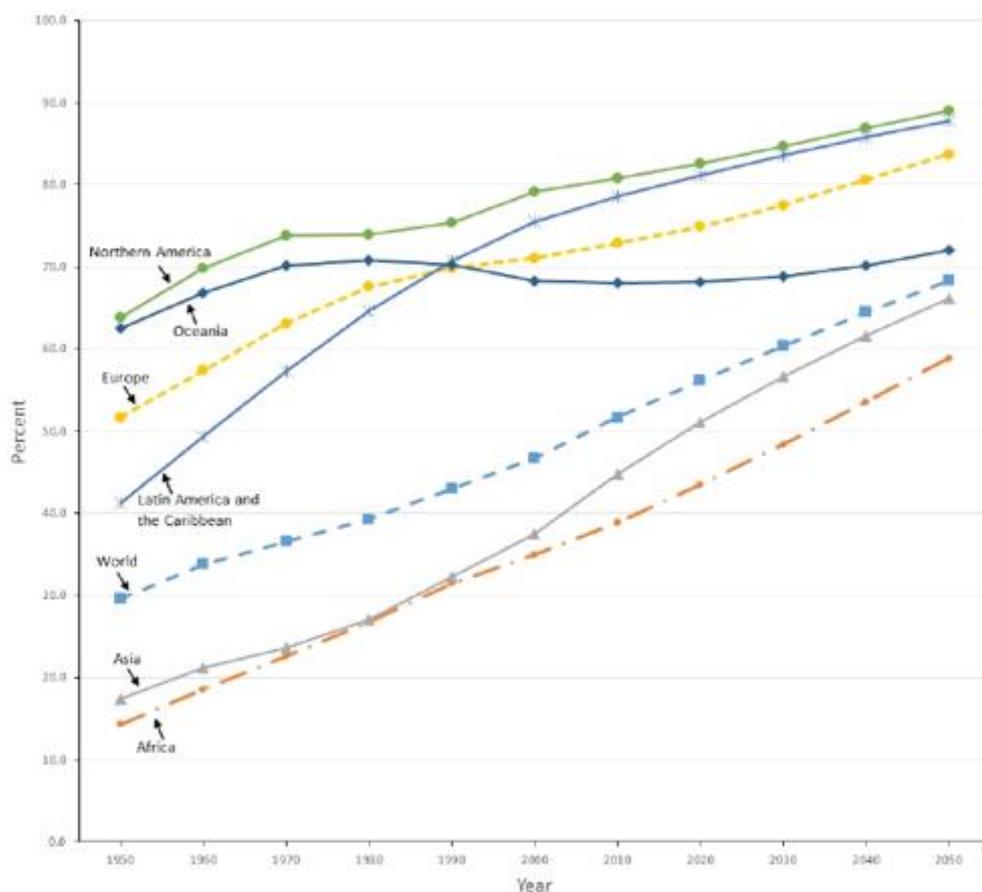
Figura 8 El marco conceptual

2. POLÍTICAS Y ESTRATEGIAS DE TRANSPORTE URBANO MULTIMODAL

2.1. PANORAMA GENERAL

Más y más población se ha trasladado a las ciudades. La urbanización es una tendencia dominante que se presenta en todo el mundo. "A nivel mundial, hay más personas que viven en zonas urbanas que en zonas rurales, y en 2018 el 55% de la población mundial vivía en zonas urbanas. En 1950, el 30% de la población mundial era urbana, y para 2050, se proyecta que el 68% de la población mundial sea urbana" (UN DESA, 2018). En esta condición, las personas que viven en zonas urbanas se enfrentan a la congestión y a un tiempo considerable de desplazamiento diario al trabajo. Según Holmes (2017), de 52 países encuestados, los viajeros de 41 países informaron que sus horas de viaje son superiores a una hora. Estos problemas se han agravado con el crecimiento de las zonas urbanas y la insuficiencia de las infraestructuras de transporte, especialmente en los países en desarrollo.

Figure 2. Estimates and projections of the percentage of population residing in urban areas by major world regions, 1950-2050⁹



Source: United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2018). *World Urbanization Prospects: The 2018 Revision*. Custom data acquired by ILO via website.

Figura 9 : Fuente: OIT (2018: 8)

Cuantos minutos Ud. utiliza en el transporte/transbordando/en viajar por día de semana.

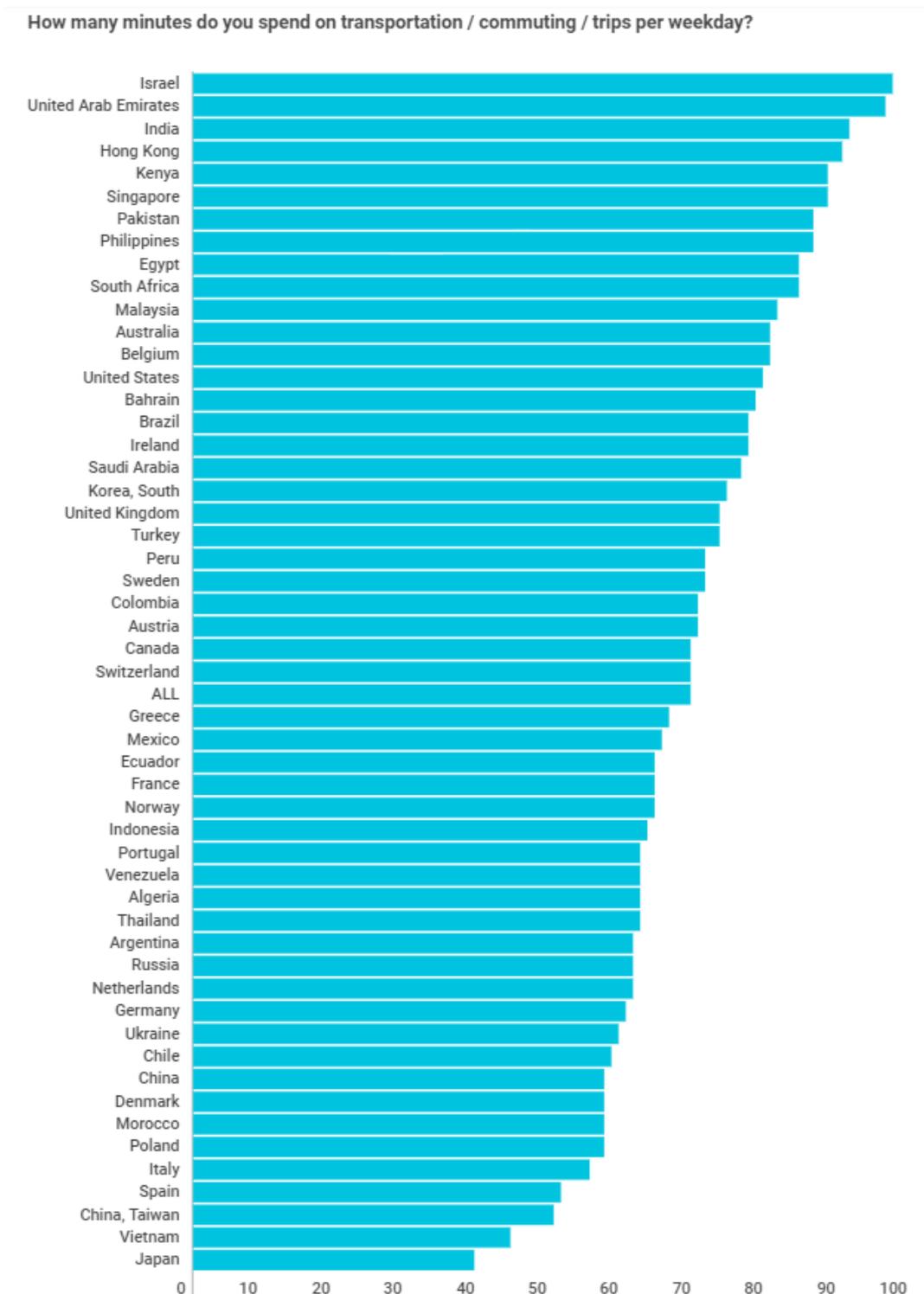


Figura 10: Fuente: Holmes (2017)

Con el aumento de la escala y la densidad de las regiones urbanas, la movilidad urbana se ha convertido en una parte esencial de la vida cotidiana de las personas. Paralelamente a esta tendencia, el objetivo de las agencias de transporte se ha ampliado, pasando del servicio de transporte para el propio automóvil al servicio para el conjunto de los usuarios de la red de

transporte que utilizan diferentes tipos de modos de transporte. Tradicionalmente, la carretera es el único interés para medir el rendimiento del servicio de transporte. Sin embargo, aunque se ha llegado al consenso de que el desarrollo sostenible e inclusivo es importante para la comunidad, se ha puesto de relieve la necesidad de garantizar un servicio de transporte equitativo para todos los viajeros que utilizan modos de transporte sostenibles, como la bicicleta o la marcha a pie, y se ha adoptado el nivel de servicio múltiple (MMLOS) como una nueva medida del rendimiento del transporte en algunos organismos de transporte de los países desarrollados.

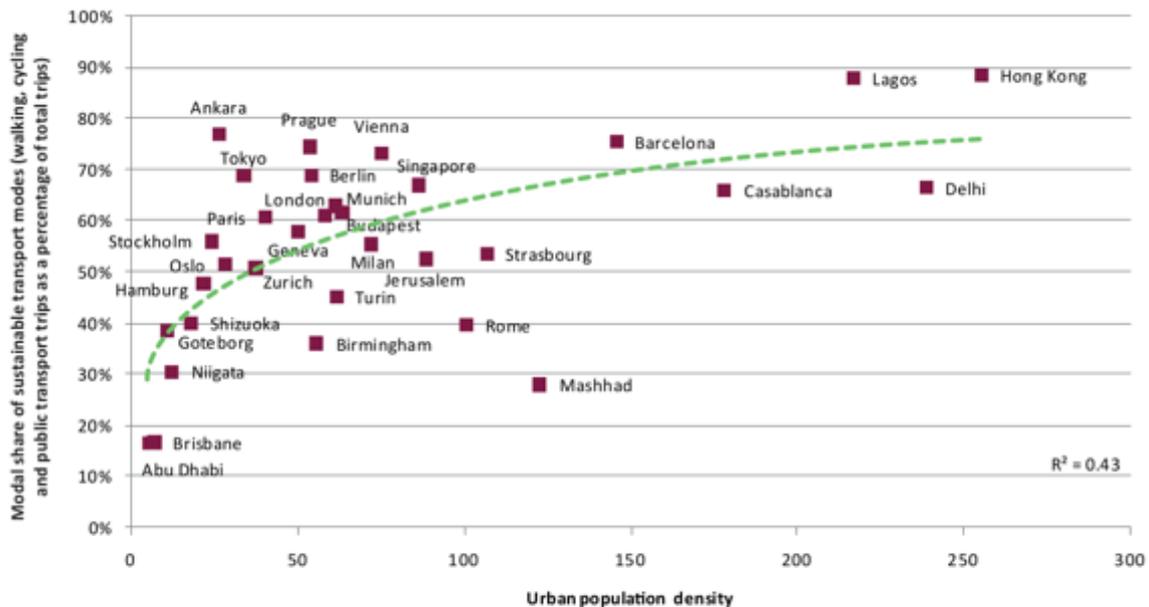


Fig. 2. Share of total daily trips undertaken by sustainable transport modes – walking, cycling and public transport – out of the total number of daily trips (vertical axis) explained by urban population density in metropolitan area (horizontal axis).

Figura 11: Fuente: Pourbaix, Steriu & Saeidizand (2015: 2)

La movilidad no es la única preocupación de las políticas y estrategias de transporte urbano. Desde la perspectiva del usuario, los viajes son demandas derivadas que ocurren en el camino a los destinos. Por lo tanto, se debe evaluar si el servicio de transporte ha sido proporcionado a las personas con la facilidad para desplazarse (movilidad), así como la facilidad para satisfacer sus necesidades (accesibilidad). Históricamente, la definición más primaria de accesibilidad es la de Hansen, que define la accesibilidad como el potencial de oportunidades para la interacción (1959: 4). Cascetta, Carteni & Montanino (2013) señalaron que, desde este punto de vista, la accesibilidad está sujeta a las condiciones socioeconómicas de la persona involucrada; a la cantidad y calidad de las oportunidades consideradas (actividad); y a los atributos del nivel de servicio (LOS) y la calidad del viaje. En este sentido, la accesibilidad es un concepto cerrado relacionado con la movilidad, pero su perspectiva está más bien orientada al usuario y tiene un alcance más amplio que la movilidad, en la medida en que trata cuestiones multicapa como las características socioeconómicas de las personas, el uso del suelo y la pérdida de capacidad de las instalaciones de transporte. Del mismo modo, para garantizar una accesibilidad equitativa para todos, incluidas las personas con movilidad limitada (PLM), deben tenerse en cuenta las condiciones de accesibilidad multicapa. Una de las soluciones más sencillas es regular a los operadores de transporte para que entreguen las instalaciones siguiendo las directrices de diseño universal. Sin embargo, dado que garantizar que todas las instalaciones de transporte cumplan los principios de diseño universal es un enfoque costoso, es necesario abrir otras alternativas posibles

para la gestión del ciclo del proyecto examinando prácticas de mejora de la accesibilidad de bajo costo.

2.2. ¿CUÁLES SON LAS NECESIDADES DIARIAS DE LOS HABITANTES?

2.2.1. Introducción

Estamos considerando a los habitantes de la zona de desplazamiento, y como consecuencia tendremos que considerar las necesidades diarias de las personas que viven en comunidades muy diferentes (centro de la ciudad, suburbios, aldeas rurales).

En general, podemos considerar tres tipos de viajes:

1. Viajes cortos (unos pocos kilómetros) con fines tales como ir a la escuela, al trabajo, a la compra o al ocio.
2. Viajes intermedios (entre diez y cien km).
3. Viajes largos (más de 100 km). Generalmente esos viajes no son viajes diarios y no los estudiamos.

La distinción entre viajes "cortos" e "intermedios" es importante porque no son abordados por el mismo tipo de transporte público: por ejemplo, los autobuses urbanos pueden operar correctamente viajes de unos pocos kilómetros, pero no son adecuados para viajes de 30 o 50 kilómetros; los trenes de cercanías y los autobuses de tránsito rápido son algunas respuestas correctas.

2.2.2. Centrarse en los viajes de ida y vuelta: el caso francés

Las encuestas brindan la duración de los viajes diarios para cada propósito y para los diferentes municipios de un área urbana. A modo de ejemplo, la longitud media en función de la distancia desde el centro de la ciudad de París es la siguiente:

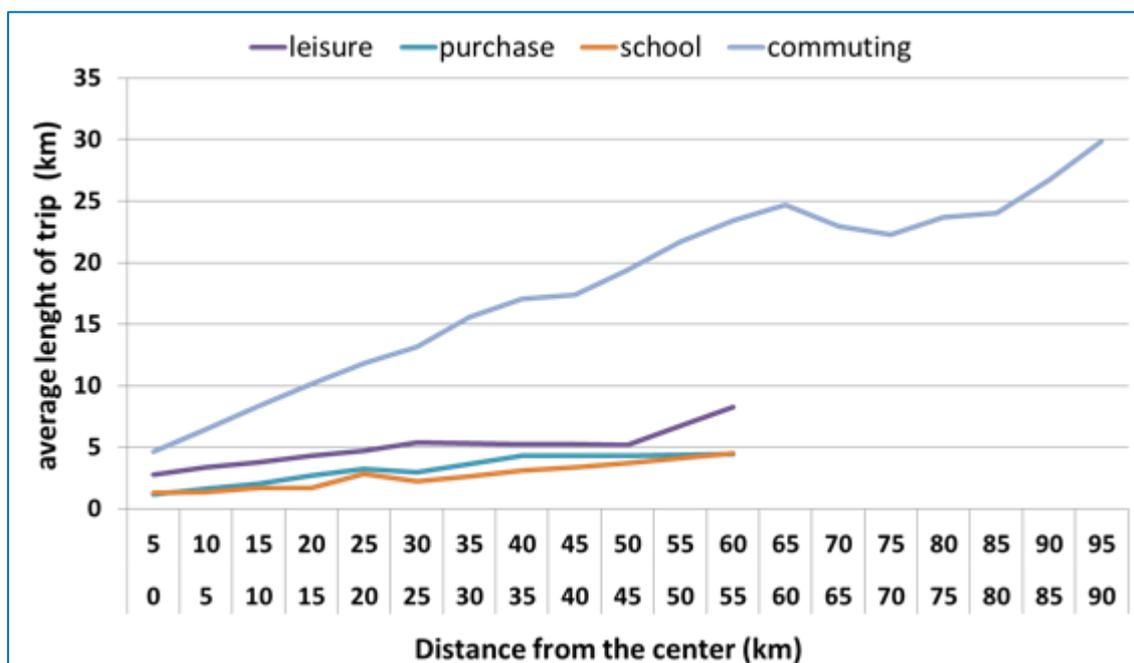


Figura 12: Duración media de los viajes para cada propósito en función de la distancia a la que vive la gente del centro: por ejemplo, las personas que viven entre 30 y 35 km de París hacen una media de 3 km para ir a la escuela, pero 15 km para ir a su trabajo.

Parece claro por ejemplo, que para ir a la escuela, las distancias son cortas y lo siguen siendo incluso para las personas que viven en zonas rurales alejadas de París.

Por el contrario, la duración de los viajes de ida y vuelta es mucho mayor y esa longitud es una función cada vez mayor de la distancia desde el centro de la ciudad. Así que se decidió que el estudio de caso se centraría en los viajes de ida y vuelta

2.2.2.1. Comentarios

En la mayoría de los países desarrollados, los servicios públicos como las escuelas, están bastante bien distribuidos en todos los territorios. Por lo tanto, la distancia y el tiempo necesario para ir a esos servicios es baja. Este no es el caso de todos los países, por lo que deberían realizarse encuestas similares para comprender cuáles son los propósitos de los viajes largos y cortos en los países emergentes.

La expansión del área de desplazamiento fue estudiada en el ciclo 2008 - 2011 por la AIPCR TCB.3.2 y obtenemos resultados similares con respecto a la duración de los viajes de ida y vuelta:

En Helsinki, el área de conmutación se ha ido ampliando de forma constante, cubriendo ahora un área con un radio de casi 100 km ("Urban Form and Transportation System - the Helsinki Case" por Rita Piirainen Uusimaa Centre for Economic Development, Transport and the Environment y Petri Jalasto Ministry of Transport and Communications Finland).

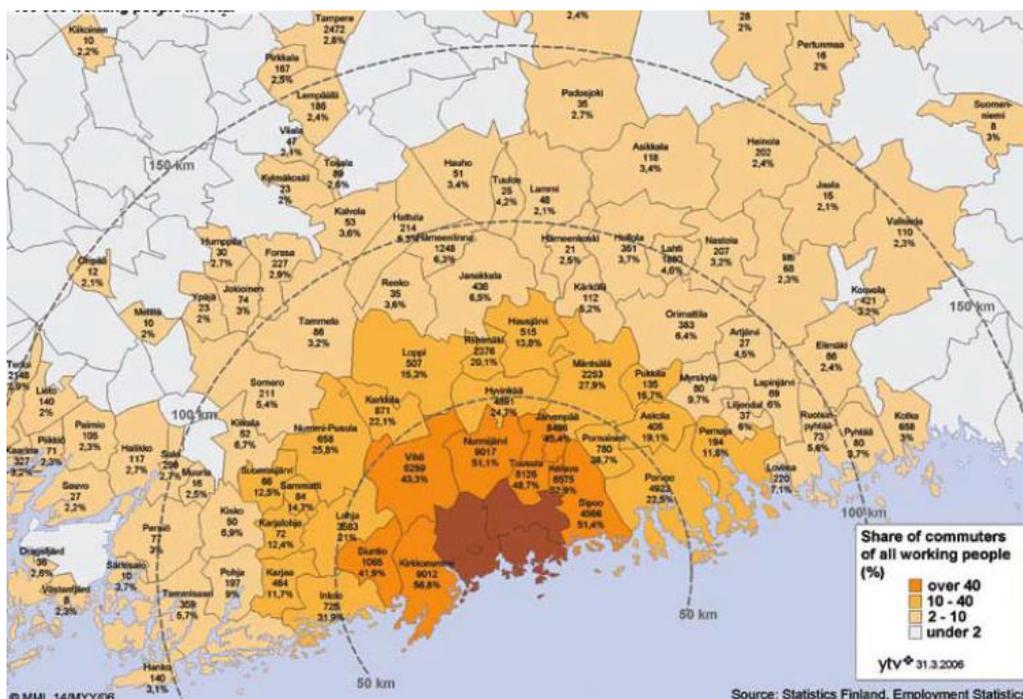


Figura 13: Zona de desplazamiento en Helsinki 2006

2.2.2.2. Resultados del censo

En Francia, el censo de 2013 arroja los siguientes resultados:

1. De los 24 millones de trabajadores, 16,7 millones tienen su trabajo fuera de la comunidad donde viven, y esa proporción de dos tercios aumenta cada año.
2. Entre los 16,7 millones de viajeros, la mitad tienen que hacer más de 15 km para ir a su trabajo, y esa distancia aumenta cada año.

- El 80 % de los viajeros utilizan el coche para ir a su trabajo. En la región de París, debido a la importancia de la red ferroviaria, el reparto modal para los desplazamientos diarios es del 55% en coche. Pero en el resto de Francia el reparto modal es del 92% en coche.

2.2.2.3. Las tendencias

Si nos fijamos en la duración media de los viajes de ida y vuelta desde el censo de 1968 (fig. 14), podemos observar que esa duración era bastante pequeña hace cuarenta años, y que ha aumentado mucho desde entonces, en particular en el segundo anillo de la región de París.

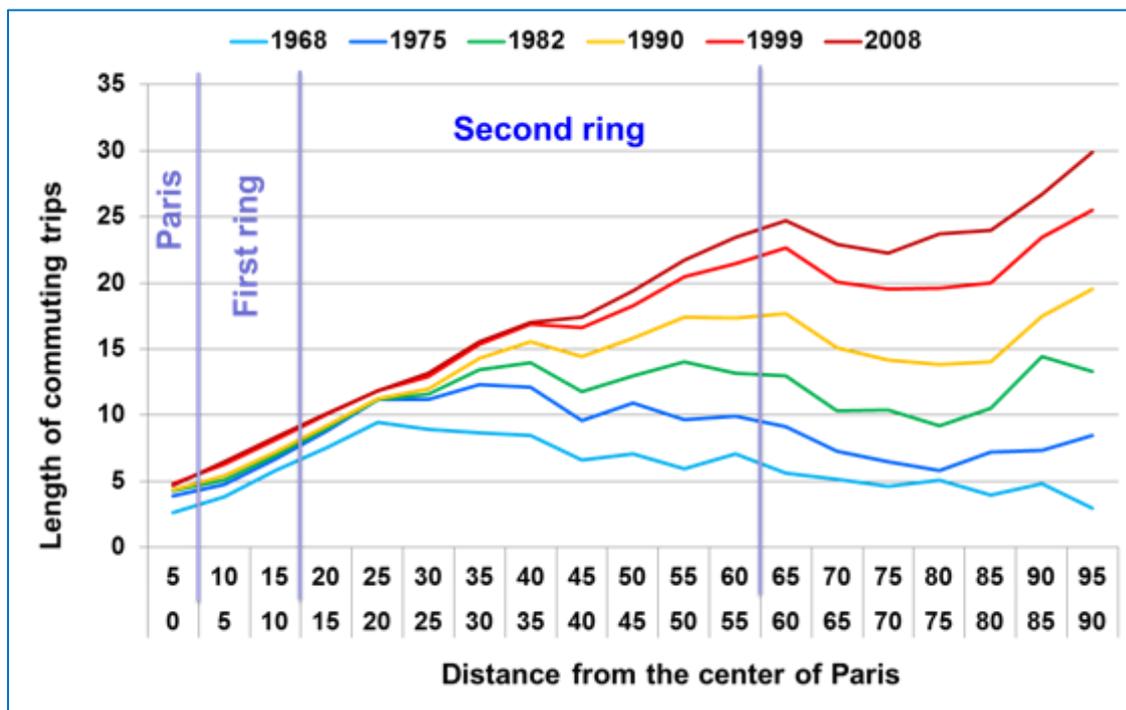


Gráfico 14: duración media de los viajes de ida y vuelta desde 1968 en la región de París.

Como ejemplo: en 1968, las personas que vivían entre 45 y 50 km de París recorrían una media de 7 km para llegar a su lugar de trabajo, y en 2008 recorrían más o menos 20 km.

En el estudio de caso de Helsinki se encontraron tendencias similares.

El crecimiento de la duración media de los viajes no sólo se debe al crecimiento de la población, sino también a una "desconexión" entre los lugares de vida y los lugares de trabajo.

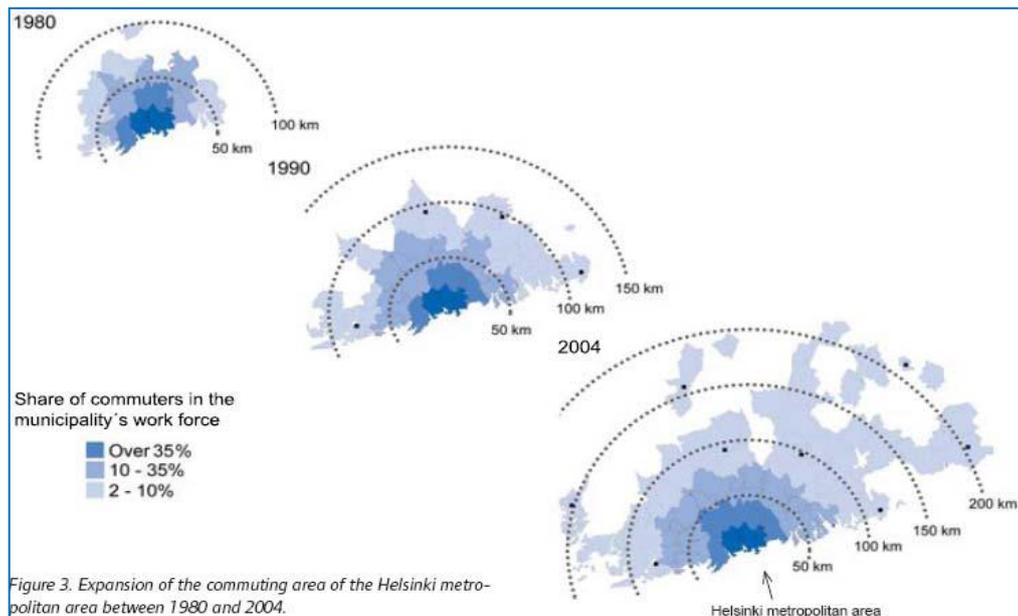


Figura 15: Ampliación de la zona de desplazamiento en Helsinki

2.2.2.4. El caso de las nuevas ciudades

Para hacer frente a la expansión urbana después de la Segunda Guerra Mundial, se crearon nuevas ciudades alrededor de París, con servicios de transporte dedicados (transporte público rápido "RER" y autopistas). Para esas ciudades, el número de puestos de trabajo se acerca bastante al número de empleados que viven en la ciudad, pero 40 años más tarde parece que, a pesar de este equilibrio, nos enfrentamos al mismo fenómeno de "desconexión" entre los lugares de vida y los lugares de trabajo.

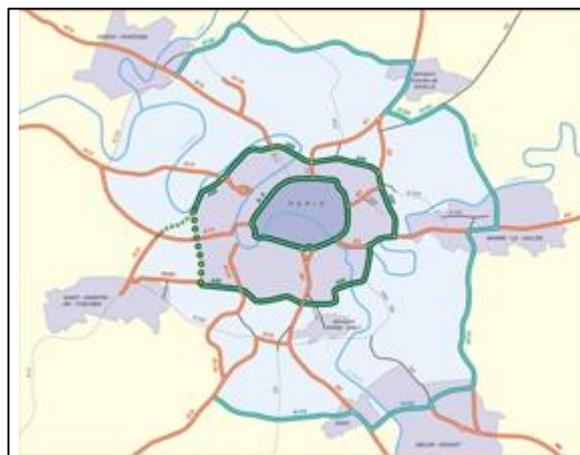


Figura 16: París y las nuevas ciudades: se crearon nuevas ciudades alrededor de París a unos 20 ó 40 km.

Como ejemplo, los datos relativos a la nueva ciudad "Marnes la Vallée" son los siguientes: hay 130.000 trabajadores en esa ciudad y 110.000 puestos de trabajo, pero sólo 40.000 puestos de trabajo están ocupados por personas que viven en esa ciudad. Así que, a pesar de un equilibrio bastante bueno entre los puestos de trabajo y los empleados, muchos de ellos proceden de

muchos municipios diferentes y, en consecuencia, es muy difícil proporcionarles transporte público.

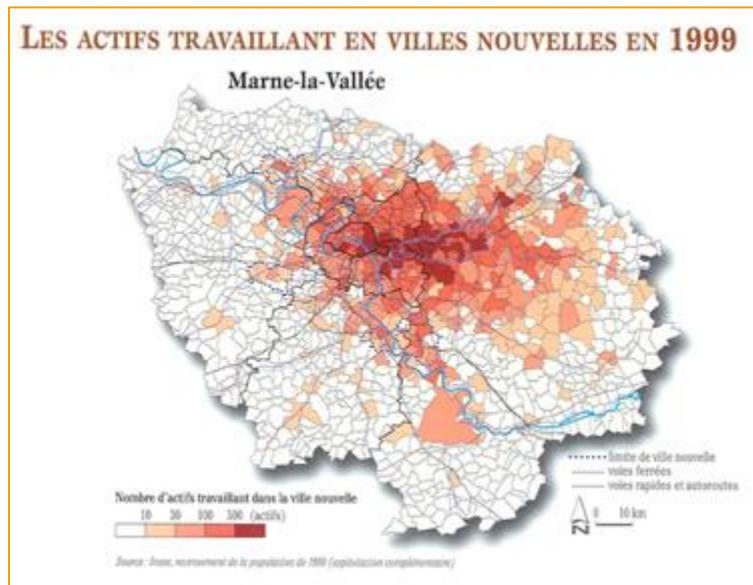


Figura 17: Viajes de ida y vuelta para la nueva ciudad de "Marnes la Vallée" :

Esta ciudad está situada a unos 25 km en la parte posterior de París. El mapa da el número de viajeros que van cada día a esa ciudad.

2.2.3. Estudio de caso sobre 15 ciudades francesas

Se ha realizado un estudio sobre 15 ciudades francesas con una población de entre 200.000 y 1.500.000 habitantes. Los principales resultados son los siguientes:

Datos de una ciudad mediana típica y de los diferentes anillos y zonas:

City	Area (km²)	45
	Residents	200 000
	Jobs	130 000
First ring (suburbs)	Area (km²)	485
	Residents	370 000
	Jobs	160 000
Urban area ("pole urbain" in French)	Area (km²)	530
	Residents	570 000
	Jobs	290 000
Second ring	Area (km²)	2 470
	Residents	230 000
	Jobs	50 000
Commuting area	Area (km²)	3 000
	Residents	800 000
	Jobs	340 000

Figura 18: Principales datos de 15 ciudades francesas

Todas estas ciudades tienen el mismo patrón de densidad con un núcleo de ciudad de alrededor de 5000 habitantes por km², un primer anillo (suburbios) con una densidad de alrededor de 700 habitantes por km², y un segundo anillo con una densidad de alrededor de 100 habitantes por km².

El número de personas activas es siempre de alrededor del 50% de los habitantes. Por lo tanto, podemos observar que los puestos de trabajo son excesivos en la mayoría de las ciudades, en el primer anillo y en las zonas urbanas. Pero hay una falta de trabajo en el segundo anillo.

¿Cuáles son los principales viajes de los viajeros? : el caso promedio de la ciudad

Entre 130.000 empleos en la ciudad: 40.000 están ocupados por personas que vienen del primer anillo, 19.000 que vienen del segundo anillo y 15.000 que vienen de muy lejos (tercer anillo). El total de viajes procedentes de fuera de la ciudad es de 74.000 o el 57%.

De los 160.000 puestos de trabajo situados en el primer anillo, 22.000 están ocupados por personas procedentes de la ciudad, 25.000 proceden del segundo anillo y 16.000 del tercero.

Where do they work ?		City	First ring	Second ring	Total
Where do they live ?	City		22 000	3 000	25 000
	First ring	40 000	56 000	6 000	102 000
	Second ring	19 000	25 000	17 000	61 000
	Third ring	15 000	16 000		31 000
Total		74 000	119 000	26 000	219 000

Figura 19: Viajes de ida y vuelta entre la ciudad y las diferentes circunvalaciones (datos medios de 15 ciudades francesas)

Si nos centramos en las zonas urbanas (Ciudad + primer anillo), las cifras son las siguientes: para 290 000 puestos de trabajo, 44 000 proceden del segundo anillo y 31 000 del tercero. Por lo tanto, 75.000 proceden del exterior, es decir, del 26% del número de puestos de trabajo.

Podemos obtener de ese estudio de un panel de ciudades francesas los siguientes resultados:

- A pesar de un equilibrio bastante bueno entre los empleos y los trabajadores, en todas las ciudades se da el mismo fenómeno de desconexión entre los lugares de vida y los lugares de trabajo: hay muchos desplazamientos entre la zona urbana y el resto de la zona de desplazamiento: las zonas de desplazamiento son mercados de trabajo integrados.
- Las áreas urbanas también atraen a un número significativo de empleados que viven fuera del área de trabajo.
- En promedio, en una ciudad francesa, el 57% de los empleos de la ciudad están ocupados por personas que viven fuera de la ciudad. Esta cifra da una idea de las necesidades de transporte en las carreteras radiales y los ferrocarriles en las horas punta.

2.2.4. Observaciones sobre la demanda de transporte

1. Se necesitan datos completos sobre la demanda de transporte para comprender los patrones y tendencias de los desplazamientos diarios al trabajo. Estos datos deben recoger las características geográficas y la estructura de una zona urbana determinada (incluidos los datos de población y empleo, las densidades, la combinación de usos, etc.) y la información detallada sobre los desplazamientos (número de viajes, finalidad (escuela, trabajo, etc.), distancia recorrida y duración, así como la elección del modo de transporte).
2. Para las grandes áreas urbanas, los datos de la demanda de transporte deben ser recolectados en un área grande, más grande que el área de conmutación. Los estudios de caso muestran que el mercado laboral de un área urbana puede extenderse hasta 100 km desde el centro de la ciudad.
3. Es necesario realizar un seguimiento de las tendencias para determinar si los cambios en la infraestructura han alterado el comportamiento de los viajeros, en favor de modos de transporte más sostenibles (transporte público, uso compartido del coche, desplazamientos a pie y en bicicleta).
4. Los análisis de los datos deben tener en cuenta al menos dos tipos de necesidades:
 - a) Necesidades de movilidad relacionadas con las actividades locales
 - b) Necesidades de movilidad relacionadas con actividades que requieren desplazamientos intermedios de larga duración (accesibilidad a puestos de trabajo, universidades, servicios de salud, etc.), con especial atención a los desplazamientos diarios al trabajo

2.3. CONSECUENCIAS DE LA DEMANDA DE TRANSPORTE EN LAS ESTRATEGIAS Y POLÍTICAS DE TRANSPORTE

Hemos visto que para cada municipio o comunidad de la región urbana tenemos dos tipos de viajes de duración: viajes cortos locales de unos pocos kilómetros de longitud y viajes bastante largos, por ejemplo, para los que viajan diariamente al trabajo.

Los viajeros (pero también los estudiantes) que viven en regiones urbanas, y principalmente los que viven fuera de los núcleos urbanos, se enfrentan a viajes de larga distancia, a la falta de un buen transporte público y a la congestión de las carreteras. Este fenómeno es bastante reciente, comenzó con la expansión urbana y la periurbanización hace unas décadas. Pero la expansión del

área de desplazamiento no sólo se debe a la expansión urbana, sino también al comportamiento humano, y conduce a un aumento significativo y continuo de la duración media de los viajes, de hasta 100 km en muchos países. Afecta a la vida cotidiana de millones de habitantes, así como al dinamismo económico de las metrópolis y también de las ciudades medianas.

Los viajes cortos tienen lugar en una pequeña comunidad (pueblo, suburbio, barrio) y los servicios de transporte correspondientes suelen estar bien organizados por las autoridades locales.

Los servicios de transporte para viajes diarios de larga distancia son difíciles de organizar. He aquí algunas dificultades: los viajes largos no son bien conocidos porque las encuestas generalmente están diseñadas para responder a las necesidades locales. Necesitan una fuerte coordinación entre las diferentes comunidades y los diferentes niveles de las agencias de transporte.

Encontramos algunas buenas estrategias y políticas de transporte para abordar esos viajes en particular:

2.3.1. Estudios de caso sobre las estrategias y políticas de demanda de transporte

2.3.1.1. Buenos Aires (Argentina)

El área metropolitana de BA tiene una población de 13 millones de habitantes y una superficie de 15.500 km². Los viajes de larga distancia son atendidos por líneas de tren, líneas de autobuses exprés y servicios de transporte de lanzaderas.

Las líneas de autobuses exprés y las líneas de servicios de transporte de lanzaderas tienen una longitud de 50 a 110 km. La duración de los viajes más largos es de entre 1h20 y 3h para los autobuses, pero de 1h15 a 1h45 para las lanzaderas.

SERVICIO DE TRANSPORTE CABA Y ÁREA METROPOLITAN DE BUENOS AIRES							
Bus & Shuttle Service (until 110 km from Buenos Aires)							
COMISIÓN NACIONAL REGULACIÓN DEL TRANSPORTE (National Commission of Transport Regulation)							
Beginning & end of Itinerary	Distance Km. Bus / Shuttle	Total Time (Hours)		Price U\$S			Comments
		By Bus	By Shuttle	By Bus		By Shuttle	
				Passenger Price	with Subsidy		
Plaza Italia /Down Town (Plaza de la República) - Pilar City	53 / 57 km.	1,20 hs.	1,15 hs.	1,85	3,7	8,3	Express Service
Plaza Italia /Down Town (Plaza de la República) - Luján City	85 / 78 km.	1,30 hs.	1,25 hs.	2,75	5,5	8,6	Express Service
Plaza Once / Plaza de la República - Cañuelas City	62 / 66 km.	2,10 hs.	1,10 hs.	1,69	3,38	11,1	Semi Express & Express Services
Plaza Once / Plaza de la República - Monte City	108 / 112 km.	2,30 hs.	1,45 hs.	3,79	7,58	12,57	Semi Express & Express Services
Plaza Once / Plaza Congreso - Lobos City	97 / 101 km.	2,55 hs.	1,35 hs.	2,23	4,46	14,3	Normal Bus & Express Services

Figura 20: Servicios de larga distancia para viajeros en la región de Buenos Aires

Estas líneas expresas están conectadas con el sistema de transporte público del centro de la ciudad.



Figura 21: Terminal de lanzaderas "Obelisco", este terminal está cerca de una estación BRT del "Metrobus".

2.3.1.2. Sendai (Japón)

La zona metropolitana de Sendai (Japón) tiene una población de 1,5 millones de habitantes y una superficie de 1648 km².

Las líneas de autobuses de media distancia de Sendai a ciudades como Yamagata, Fukushima, Ishinomaki, etc. son ampliamente utilizadas diariamente para el transporte público, los negocios, etc. Estas líneas de autobuses están conectadas con la estación de ferrocarril JR Sendai. Mientras tanto, como el tiempo de viaje de esos autobuses de autopista es casi el mismo que el de los autobuses de ferrocarril, los operadores de autobuses de autopista tratan de mejorar los servicios aumentando la frecuencia, recogiendo pasajeros en los principales lugares del centro de la ciudad.

Section	Expressway Bus			Railway (Japan Railway/JR)		
	Travel time from Sendai Station	Daily operation (No. of round trip)	Fare (yen)	Travel time from Sendai Station	Daily operation (round trip)	Fare (yen)
Sendai – Yamagata	1 hr 7 min	162 trips	930 yen	1 hr 8 min (Rapid)	36 trips (inclu. local service)	1140 yen
Sendai – Ishinomaki	1 hr 13 min	50 trips	800 yen	55 min (Rapid)	66 trips (inclu. local service)	840 yen
Sendai - Fukushima	1 hr 10 min	48 trips	1100 yen	1 hr 18 min (Rapid)	32 trips (inclu. local service, direct service only)	1320 yen
				22 min (Shinkansen)	83 trips	2310 yen (discount)

Figura 22: Servicios de comparación de los servicios típicos de autobús y ferrocarril de media distancia (JR)

en el Área Metropolitana de Sendai

Un punto interesante fue notado en el caso Sendai: En el terremoto del Gran Este de Japón en 2011, los autobuses de la autopista entre Sendai y Yamagata reanudaron su servicio dos días después del golpe. En las situaciones en que los medios de transporte, como los ferrocarriles y los aviones, no pudieron reanudar sus operaciones, esos autobuses exprés se utilizaron para transportar a las personas de fuera de la zona metropolitana de Sendai (por ejemplo, Tokio, Osaka, etc.) que regresaban a sus hogares, y para prestar asistencia a las víctimas de desastres.

Muchas de las otras rutas de autobuses de la autopista fueron designadas para el transporte de vehículos de emergencia y reanudaron sus operaciones en las etapas anteriores, y por lo tanto, sirvieron como medio de transporte crítico para la asistencia a las víctimas de desastres y para la reconstrucción.



Figura 23: Los autobuses de la autopista reanudaron sus operaciones inmediatamente después del terremoto.

(Parada de autobús en la oficina de la prefectura y en el Ayuntamiento).

2.3.1.3. EE.UU.

Las políticas de transporte en los Estados Unidos han tenido en cuenta las necesidades de los viajeros desde hace mucho tiempo mediante el desarrollo de carriles dedicados (carriles para vehículos de alta ocupación) para fomentar el uso compartido de vehículos. Desde hace unos veinte años han desarrollado un amplio conocimiento de las capacidades, limitaciones y retos de los precios de la congestión para preservar o mejorar la velocidad de los vehículos y la fiabilidad de los viajes en las periferias de las ciudades.

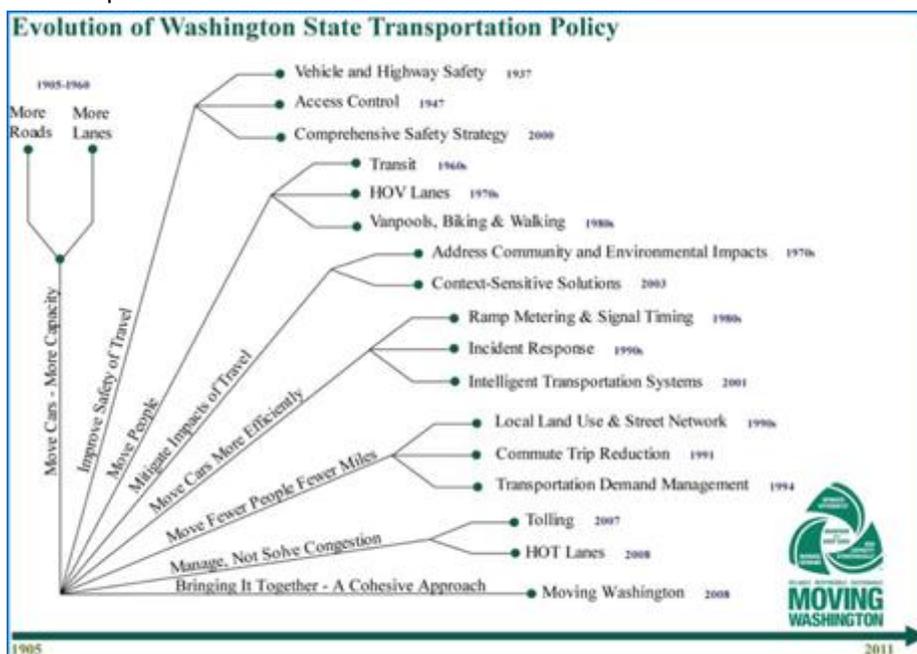


Figura 24 Perspectiva sobre la integración de la planificación del transporte y el uso de la tierra en los Estados Unidos, Paula HAMMOND, Washington DoT, EE.UU.

La fijación de precios por congestión es el uso de precios más altos durante el uso máximo:

- Gestionar activamente el flujo de tráfico
- Desplazar el viaje a otros modos
- Desplazamiento a períodos de menor consumo

Los usuarios comunes incluyen Autobuses de tránsito (incluyendo autobuses sin conductor), Vanpools, lanzaderas de empleadores privados, vehículos de baja emisión y eficiencia energética, Taxis, Motocicletas, HOVs (típicamente con dos o más o tres o más personas por vehículo), vehículos de un solo ocupante (SOVs), vehículos de aplicación de la ley y de emergencia, viajeros de bajos ingresos, vehículos comerciales y camiones.

Express Lanes + Xpress Transit = Reliable Mobility Options



STATE ROAD
& TOLLWAY
AUTHORITY
SRTA

4

Figura 25: Por Christopher Tomlinson Director Ejecutivo de State Road and Tollway Authority Atlanta en la 85ª reunión y exposición anual de IBTTA

2.3.1.4. Madrid (España)

Fuente: caso de estudio REPORTE AIPCR TCB.3.2 2005 - 2008 Forma Urbana y Sistema de Transporte "El Caso Madrid" por Soledad Pérez-Galdós Enríquez de Salamanca Dirección General de Carreteras - Comunidad de Madrid (Noviembre 2010)

Madrid es una ciudad de 608 km² y 3,2 millones de habitantes. La región de Madrid tiene una superficie de 8000 km² y una población de 6,4 millones de habitantes.

El transporte público de la Comunidad de Madrid es un complejo sistema intermodal compuesto por varios modos de transporte: metro, metro ligero y autobuses urbanos, servicios ferroviarios y autobuses suburbanos. Hay dos grandes subsistemas

- El área urbana de la ciudad de Madrid con alrededor de 200 líneas de autobuses urbanos, 13 líneas de metro y 30 estaciones de tren de cercanías.
- El área metropolitana de la región con cien líneas de autobuses urbanos, más de 300 líneas de cercanías, cuatro líneas de metro y tres líneas de metro ligero.

Ambos sistemas están conectados por una serie de grandes intercambiadores que rodean el área central de la ciudad de Madrid, canalizando la movilidad radial de larga distancia entre los anillos metropolitanos y la ciudad.

The multimodal system has been developed thanks to a law "Ley 5/1985, de 16 de mayo, de creación del Consorcio Regional de Transportes Públicos Regulares de Madrid".

Además, hay servicios de trenes suburbanos.

En el cuadro se indica el número de viajes al año, así como el total de pasajeros*kilómetros. Es interesante observar los siguientes puntos:

- El servicio prestado (en pasajeros*km) por los autobuses suburbanos es el mismo que el prestado por el ferrocarril suburbano.
- El metro y los autobuses urbanos están claramente dedicados a los viajes de corta distancia (la duración media de los viajes es de 7 y 3,9 km), mientras que los autobuses suburbanos y el ferrocarril están claramente dedicados a los viajes de distancia intermedia.

Madrid (data 2006)	Suburban rail	Metro	Urban bus	Suburban bus
Trips / year (millions)	204	660	483	276
Passenger*km (millions)	3 966	4 616	1 867	4 152
average length of trip	19,4	7,0	3,9	15,0

Figura 26: Duración media de los desplazamientos de los diferentes servicios públicos en Madrid

El segundo anillo (3 millones de habitantes) se ha dividido en 8 corredores alrededor de 8 vías rápidas radiales. Todos los municipios de la segunda circunvalación están conectados con el centro de la ciudad a través de unas 300 líneas de autobuses suburbanos. Estas líneas tienen una función de alimentador al principio, y luego una función de tránsito sin paradas en la autopista. La autopista está conectada a un Centro de Tránsito Multimodal a través de un túnel dedicado y las

líneas de autobús suburbano pueden entrar directamente al MTC. Alrededor de 400 mil personas viajan en esas líneas de autobús todos los días.

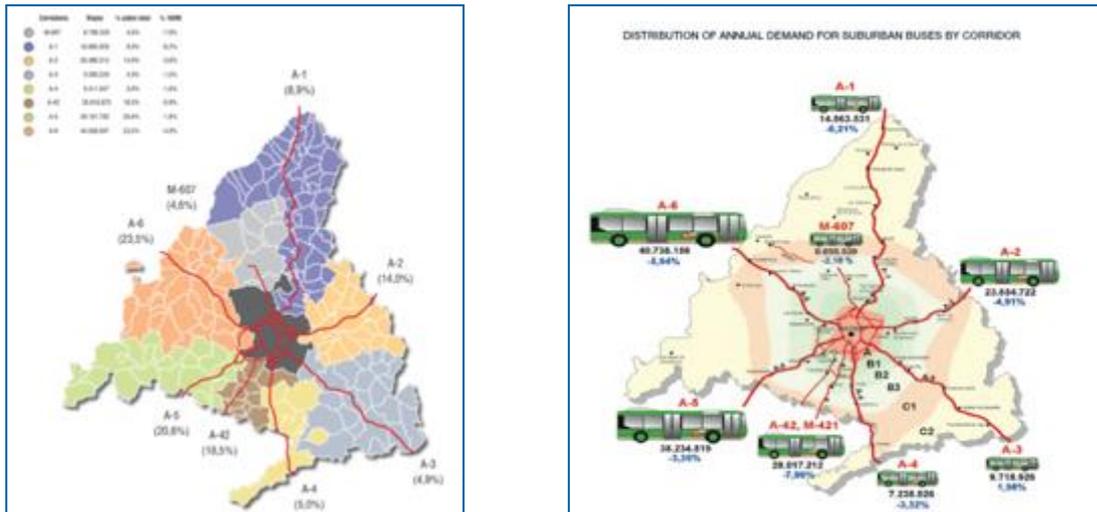


Figura 27: La organización de las líneas de autobuses suburbanos en los corredores y la distribución de la demanda anual por corredores.

2.3.1.5. París (Francia)

En la región de París, el transporte público de viajeros se realiza principalmente a través del sistema ferroviario (tanto los trenes como el transporte público de cercanías "RER"). Debido a la creciente demanda se ha decidido un proyecto llamado "Greater Paris Express". Consiste en líneas circulares que interconectan las líneas ferroviarias radiales existentes. Este proyecto de unos 200 km y 70 estaciones está en construcción.

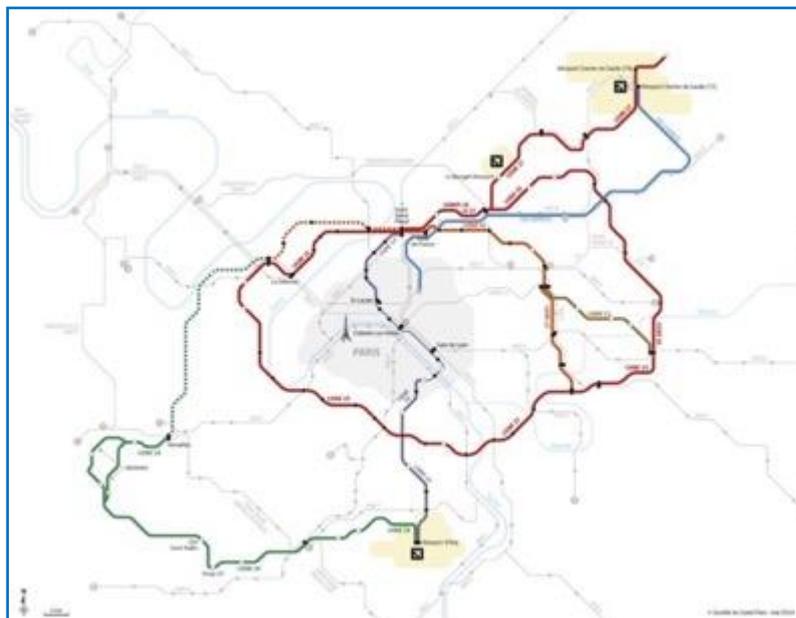


Figura 28: Trazado de los 200 km del "Greater Paris Express" de líneas de metro exprés circular, principalmente en túneles.

Algunas líneas de autobuses Express también están en servicio en la región de París, son similares al modelo de Madrid.



Figura 29: Línea de autobús expreso en la periferia de París

La línea de autobuses tiene 34 km de longitud y sólo tiene dos paradas intermedias. Comienza a 50 km del centro de la ciudad y termina en un centro de tránsito multimodal con metro rápido, a unos 15 km del centro de la ciudad.

En 2017 se ha organizado un debate nacional sobre las necesidades diarias de transporte de los habitantes, con especial atención a las personas que salen de las ciudades. Se está preparando una ley, que debería centrarse en la multimodalidad, el uso compartido del coche, el uso compartido del coche, los modos activos y los servicios digitales. También debería mejorar la organización de las autoridades de transporte y su coordinación en todo el país.

2.3.2. Observaciones y recomendaciones

Se observan varias formas de organizar los servicios de transporte dedicados a los viajeros, pero las soluciones viales (transporte rápido en autobús BRT) conectadas con la red de transporte público de la ciudad principal, parecen ser la solución más eficiente para hacer frente a las bajas densidades en las zonas de desplazamiento. En el caso de densidades muy bajas, las políticas a favor del uso compartido del coche pueden ser interesantes.

Las políticas que consideran las redes de transporte en su conjunto (carreteras + redes ferroviarias) son necesarias, pero involucran a varias agencias de transporte y municipios, y la implementación de tal política requiere una buena cooperación entre esas agencias / municipios. La ley de 1985 por la que se creó la autoridad de transporte de la Comunidad de Madrid es una buena práctica.

- **"pensar a gran escala"** : Las políticas de transporte deben definirse a la escala adecuada (es decir, al menos en el área de los desplazamientos) teniendo en cuenta la política en el ámbito de la ocupación del suelo (DOTP).
- **"ofrecer buenas condiciones para la cooperación"**: Las políticas multimodales a gran escala requieren la cooperación entre varios organismos, operadores de autobuses, autoridades de carreteras, organismos encargados de hacer cumplir la ley y autoridades encargadas de la concesión de licencias. Esto también se aplica a los proyectos de autobús y HOV. Estas diferentes agencias tienden a tener diferentes objetivos y diferentes opiniones sobre la manera apropiada de tratar los problemas de transporte. Algunos planes no han tenido el éxito que podrían haber tenido, debido a la falta de cooperación

entre las diferentes organizaciones afectadas. Es importante considerar cómo superar las barreras institucionales para tratar más eficazmente las necesidades de los habitantes. Las cuestiones institucionales son fundamentales y la política de transporte debe ser decidida por ley.

- "Si queremos reducir el número de vehículos de un solo ocupante en las carreteras, debemos proporcionar a los viajeros que hacen viajes diarios largos para ir a su lugar de trabajo un nivel de servicio muy bueno. Los viajes en los sistemas de transporte público deberían tener una duración similar. Las recomendaciones son las siguientes
- **"Servicios multimodales"**: un viaje entre zonas rurales de baja densidad y ciudades centrales implica el uso de una serie de servicios diferentes. Por lo tanto, es necesario organizar la multimodalidad no sólo entre los servicios físicos, sino también sobre la coordinación de los horarios, la integración de tarifas, la información de los usuarios,...
- **"tránsito primero"** : los servicios de ferrocarril suburbano o los servicios de autobús rápido deben ser, en la medida de lo posible, "servicios urgentes".
- **"Alta frecuencia"**: lo más cerca posible de un servicio cada 5 mn. Como consecuencia, proporcionar el vehículo adecuado (tranvía, autobús, minibús, furgoneta, coche compartido) en función de la importancia de la demanda en las horas punta.

2.4. NIVEL DE SERVICIO MULTIMODAL VIAL (RMMLOS)

2.4.1. Introducción

La red de carreteras es un sistema que permite el funcionamiento simultáneo de múltiples usuarios y modos de transporte. La necesidad de atender a todos los usuarios de la red de carreteras de manera equitativa y equilibrada es especialmente difícil en las zonas urbanas. Cada tipo de usuario tiene necesidades diferentes dependiendo de su modo de transporte y a veces estas necesidades pueden entrar en conflicto entre sí (Austroads 2015).

En muchas zonas urbanas existe el deseo de evaluar el rendimiento de una red de carreteras desde una perspectiva multimodal para atender mejor a todo tipo de usuarios. La forma más común de medición del desempeño utilizada históricamente por las jurisdicciones ha sido la métrica del nivel de servicio (LOS). Una de las razones de la adopción generalizada del concepto de LOS por parte de las agencias es la capacidad del concepto para comunicar el rendimiento de las carreteras a los responsables de la toma de decisiones no técnicas", según el *HCM 2010*. El *Departamento de Transporte de los Estados Unidos (2017)* también cree que "las mediciones de la LOS pueden proporcionar un marco útil para comprender el funcionamiento del sistema y sus impactos en los usuarios".

La industria del transporte evoluciona constantemente y amplía sus objetivos más allá de los que se utilizan comúnmente, con una atención cada vez mayor a la salud pública, las comunidades habitables, el medio ambiente y un mayor énfasis en el uso del transporte público, la caminata y el uso de la bicicleta. *Cascade Bicycle Club (2011)*, destaca que "el enfoque tradicional del análisis de las operaciones de tráfico ya no debe considerarse efectivo. Esto ha llevado a las agencias de transporte a reevaluar cómo utilizan la LOS para ayudar en la toma de decisiones.

En los últimos años se ha pasado de considerar el automóvil como el principal medio de transporte a la hora de diseñar las calles urbanas, y se ha prestado más atención a los diseños viales que se adaptan a todos los usuarios. El interés de las agencias de carreteras reside ahora en adquirir la capacidad de estimar y pronosticar el nivel de servicio multimodal de las carreteras

(RMMLOS). Avanzar hacia un marco RMMLOS es cada vez más importante a medida que las comunidades buscan un sistema de transporte más equilibrado y sostenible (Cascade Bicycle Club 2011).

RMMLOS es todavía un concepto relativamente nuevo en comparación con la medida tradicional de LOS publicada por primera vez en la edición de 1965 del *Manual de Capacidad Vial*. Además de medir la LOS para usuarios de automóviles (históricamente el enfoque principal), RMMLOS también mide la LOS para el tránsito (transporte público), peatones y ciclistas, y en algunos casos, carga. Según el *Departamento de Transporte de los Estados Unidos (2017)*, si se puede lograr la cuestión de la comparabilidad de los resultados entre los distintos modos de transporte, ello influirá en el diseño y la operación de las carreteras ahora y en el futuro.

Este documento proporciona una visión general de los marcos/manuales que se utilizan actualmente en todo el mundo para definir el RMMLOS. También se destacan los beneficios y las deficiencias de estos usos.

2.4.2. Qué es el Nivel de Servicio Multimodal (RMMLOS)

El nivel de servicio multimodal, tal como se define en el *Manual de Capacidad de Carreteras 2010*, "mide el grado en que el diseño y las operaciones de las calles urbanas satisfacen las necesidades de los usuarios de cada modo". *FDOT (2009)* define RMMLOS como un "sistema de clasificación que evalúa varios modos de transporte e impactos". De cualquier manera que se defina, la diferenciación más común del uso tradicional de LOS es que RMMLOS se enfoca fuertemente en medir el rendimiento de las personas en lugar de la capacidad de los automóviles de una carretera. También proporciona una herramienta analítica para analizar las compensaciones para cada grupo de usuarios de modos de transporte a lo largo de una carretera (Cascade Bicycle Club 2011).

El *Club de Bicicletas Cascade (2011)*, afirma que "los esfuerzos para mejorar la LOS de los vehículos podrían significar añadir capacidad en forma de carriles adicionales para vehículos e intersecciones más amplias. Este aumento del número de carriles conduce generalmente a una corriente de aire y, por lo tanto, a un aumento del tráfico rodado. Además, las intersecciones más amplias desalientan el uso de los modos activos y fomentan el uso de los coches privados, que ya no tienen una oferta competitiva relevante. A largo plazo, estos dos efectos combinados conducen sistemáticamente a un aumento de la congestión.

Ser capaz de determinar los impactos en otros modos a través de un cálculo multimodal de la LdV podría indicar a los responsables de la toma de decisiones que añadir capacidad automovilística no es la mejor solución para apoyar la visión de la comunidad". Además, la adopción de un marco RMMLOS puede proporcionar a las agencias de carreteras y/o a las comunidades los datos necesarios para tomar decisiones informadas sobre los impactos modales al evaluar diferentes diseños de carreteras.

La medición del RMMLOS puede ser un proceso complejo cuando existen prioridades que compiten entre sí y un alto grado de interacción entre los modos de transporte. También está la cuestión de los diferentes grados de letras para los distintos modos que tienen diferentes significados. Por ejemplo, la LOS "D" es considerada satisfactoria por muchas agencias para los automóviles, pero no para los ciclistas. Este grado de LOS puede significar que sólo ciclistas muy experimentados utilizan las instalaciones (NCHRP 2008).

Se han desarrollado varios marcos y modelos para ayudar a las agencias públicas a calcular el RMMLOS (Cascade Bicycle Club 2011). Los marcos más utilizados se presentan con más detalle en los capítulos siguientes.

2.4.3. Comparación del marco de trabajo

Se llevó a cabo una encuesta sobre el estado de la práctica en los Estados Unidos con respecto a la utilización del análisis RMMLOS para determinar cómo las agencias públicas utilizan actualmente la medida. El estudio realizado por el *TRB (2008)* identificó que los marcos que se utilizaban se referenciaban normalmente en dos manuales principales, a saber:

- Manual de Capacidad Vial (HCM);
- Manual de Calidad/Nivel de Servicio de la Florida.

En Australia, la medición de la LdV adoptada por varias jurisdicciones es la herramienta SmartRoads, desarrollada por VicRoads. Basándose en la herramienta desarrollada por VicRoads, Austroads ha emprendido más investigaciones para desarrollar un marco de LOS desde la perspectiva de todos los usuarios de la carretera. El objetivo de esto es complementar en lugar de reemplazar.

En el cuadro 1 se comparan los marcos mencionados de los Estados Unidos y Australia y se desglosan las medidas de la LOS que incluyen.

Tabla 1: Comparación de la estructura de LOS por modo de comparación

Manual	Nivel de servicio				
	Auto	Tránsito	Bicicleta	Peatón	Flete
Manual de Capacidad Vial	x	x	x	x	-
Manual de Calidad/Nivel de Servicio de la Florida	x	x	x	x	-
SmartRoads	x	x	x	x	x
Austroads - Métricas de Nivel de Servicio	x	x	x	x	x

El TCQSM está diseñado para ser aplicado sólo al tránsito y, por lo tanto, no se analizará con más detalle a lo largo de este informe. Los marcos de trabajo de HCM, Florida Quality/Level of Service Handbook, SmartRoads y Austroads examinan la red de carreteras desde una perspectiva multimodal y se describen con más detalle en los apéndices #1.

Los marcos de LOS esbozados en las secciones anteriores se pueden aplicar generalmente a nivel nacional y son todos aplicables para el análisis de MMLLOS para calles urbanas. Ninguno de los marcos proporciona resultados de LOS comparables entre modos debido a las diferentes mediciones utilizadas por los distintos manuales para cada modo. La Tabla 2 proporciona un resumen de algunas de las áreas clave de comparación entre los manuales.

Tabla 2: Medida de comparación del marco

Medida	HCM	FDOT Q/LOS	SmartRoads	Autopistas
Solicitud nacional	Sí	No, sólo el Estado	Sí	Sí
Aplicable a calles urbanas	Sí	Sí	Sí	Sí
LOS modal comparable	No	No	No	No
Promedio entre modos	No	No	No	No

2.4.4. Uso del nivel de servicio multimodal

RMMLOS proporciona una metodología sensible a los cambios en partes específicas de las instalaciones viales y "es útil para comparar alternativas de proyectos dentro de un área de estudio específica para evaluar las compensaciones entre modos", según *Kittelson & Associates, Inc (2014)*.

Cada uno de los marcos discutidos anteriormente está diseñado de manera diferente y, por lo tanto, se utiliza de manera diferente. La siguiente información describe cómo cada una de ellas se utiliza típicamente para ayudar a las agencias a seleccionar el marco adecuado para alcanzar el resultado deseado.

Manual de Capacidad Vial 2010

El uso de RMMLOS incluido en el *HCM 2010* incluye análisis en tres niveles diferentes:

1. Operativo;
2. Diseño; y
3. Planificación e ingeniería preliminar.

El análisis operativo es la aplicación más detallada y requiere el mayor nivel de información para su cálculo (*Cascade Bicycle Club 2011*). El *HCM 2010* describe que el análisis de diseño también requiere información detallada... el análisis busca determinar valores razonables para las condiciones no proporcionadas. Mientras que la planificación y el análisis preliminar de ingeniería requieren sólo los tipos de información más fundamentales (*HCM 2010*).

Manual de Calidad/Nivel de Servicio de la Florida

Cascade Bicycle Club (2011) describe una disposición única para la planificación en este manual que incluye 'un análisis de planificación generalizado y un "análisis de planificación conceptual". El análisis de planificación generalizada se utiliza para análisis en todo el estado para identificar problemas iniciales y estimar el rendimiento en años futuros. Por otra parte, el análisis de la planificación conceptual debe aplicarse para apoyar las decisiones de diseño (*Cascade Bicycle Club 2011*).

SmartRoads

SmartRoads es un proceso innovador para la gestión, planificación y operación de redes de transporte y está siendo adoptado cada vez más por las jurisdicciones. Fue desarrollado originalmente por VicRoads para ayudar en la aplicación de la planificación de la operación de la red. El enfoque utilizado en un entorno urbano consiste en buscar un equilibrio entre los intereses contrapuestos de los usuarios de la carretera para apoyar una red de transporte más multimodal y sostenible. La herramienta evalúa el tráfico general, el transporte público, las mercancías, los peatones y los ciclistas (Austroads 2016).

Aunque SmartRoads adopta el concepto LOS, los criterios utilizados son únicos, ya que se centran en el usuario de cada modo (VicRoads 2015).

Level of Service	[Smartphone/Bus icon]		[Pedestrian icon]	[Bicycle icon]	[Bus/Car icon]
		No delay. No variability.	Opportunities to cross align with key desire lines. No wait times.	Dedicated minimum 3.0m off road path, grade separated.	No delay. No variability.
A	Operating speed between 60–80% of the posted speed limit.	Opportunities to cross close to key desire lines. Small to moderate wait times.	Dedicated minimum 2.0m kerb side lane, separated by parking and/or hard separator.	Operating speed between 60–80% of the posted speed limit.	
B	Operating speed between 40–60% of the posted speed limit.	Opportunities to cross within reasonable distance of key desire lines. Moderate wait times.	Dedicated 1.7m to 2.0m bicycle lane marked on the carriageway.	Operating speed between 40–60% of the posted speed limit.	
C	Operating speed between 20–40% of the posted speed limit.	Opportunities to cross not close to key desire lines. Moderate to long wait times.	Kerbside bicycle lane, 1.2m to 1.5m.	Operating speed between 20–40% of the posted speed limit.	
D	Operating speed between 10–20% of the posted speed limit.	Opportunities to cross are an unreasonable distance from key desire lines. Long wait times.	Kerbside 1m bicycle lane or Bus Lane.	Operating speed between 10–20% of the posted speed limit.	
E	Operating speed is less than 10% of the posted speed limit.	No opportunities to cross. Excessive wait times.	Wide kerbside lane marking or nothing. Shared lane with traffic.	Operating speed less than 10% of the posted speed limit.	
F					

Figura 30: Descripciones de LOS - fuente: VicRoads (2015)

Métricas de Nivel de Servicio de Austroads

El marco de LOS en su forma actual debería aplicarse a nivel de enlace para ayudar a comprender mejor qué grado de LOS es apropiado para cada modo. *Austroads (2015)* afirma que también puede 'utilizarse para identificar los objetivos funcionales de un enlace... que pueden influir en las decisiones de los usuarios en cuanto a la forma de viajar'. El uso de este marco 'no cambia la necesidad de utilizar herramientas detalladas de análisis de modelos informáticos utilizadas para verificar los impactos de los cambios propuestos', según *Austroads (2015)*.

Después del diseño e incluso de la construcción de un proyecto, el marco puede utilizarse como una lista de verificación para asegurar que los objetivos del proyecto se cumplieron (Austroads 2015).

A través de los estudios de caso esbozados en las *Métricas de Nivel de Servicio (para la Planificación de Operaciones de Red)*, los usuarios encontraron que puede serlo:

- fácil de aplicar sin necesidad de datos;

- se utiliza para poner de relieve las compensaciones entre los usuarios y las necesidades de transporte;
- para identificar qué temas deben ser considerados y los aspectos de diseño que deben ser incorporados (Austroads 2015).

2.4.5. Conclusión

Kittelson & Associates, Inc (2014) indica que para que un análisis RMMLOS tenga éxito, las agencias deben establecer necesidades, metas y prioridades claras; seleccionar medidas que reflejen las necesidades y metas; y luego ponderarlas de acuerdo a las prioridades.

Muchas jurisdicciones todavía se centran principalmente en el traslado de coches y esto tiene implicaciones para los lugares que adoptan una LOS multimodal con la esperanza de que conduzca a una verdadera reforma, según *Henderson (2011)*. El calendario para la adopción de las métricas del RMMLOS en todas las jurisdicciones será diferente. Depende de si las agencias de transporte están dispuestas a aceptar una LOS menor para alcanzar una LOS aceptable para ciclistas, peatones o tránsito (*Henderson 2011*). *Cascade Bicycle Club (2011)* cree que la comunidad tiene un papel importante que desempeñar para cambiar esta forma de pensar y decidir qué es aceptable en términos de los estándares de LOS para cada modo.

Lo que es evidente a través del uso de RMMLOS hasta la fecha es que las métricas para RMMLOS no deben ser agregadas, apoyadas tanto por el TRB en el *HCM 2010*, como por el FDOT en el *Manual de Calidad/Nivel de Servicio*. El razonamiento principal es que no existe una técnica profesionalmente reconocida para combinar la LdV y las cuestiones relacionadas con la ponderación de los diferentes modos (*Cascade Bicycle Club 2011*). Sin embargo, una investigación reciente realizada por Austroads y descrita en *Level of Service Metrics (para la planificación de operaciones de red)* recomienda que se siga trabajando para obtener una clasificación de LOS por enlace. Austroads reconoce que esto requiere la aplicación de ponderaciones a cada modo y que se requieren directrices para ayudar en la aplicación.

La combinación de datos para diferentes modos en una calificación/puntuación global puede pasar por alto las deficiencias en la LOS de los modos individuales. Cada modo de transporte tiene necesidades y perspectivas diferentes y es posible que no se aborden mediante un enfoque mixto. Analizar cada modo por separado, y asignar calificaciones individuales, permite a las jurisdicciones alterar el espacio dentro de la carretera y probar qué modo de transporte LOS mejora o disminuye como resultado del cambio.

Existen varios marcos/metodologías que se están utilizando para establecer RMMLOS, pero en su estado actual, según *Henderson (2011)*, RMMLOS no revolucionará la planificación del transporte urbano'. El *Consejo Regional de Puget Sound (2014)* establece que no existe una metodología única para medir el RMMLOS, y que las jurisdicciones deben adaptar las metodologías existentes a las metas locales de uso de la tierra y a las necesidades de infraestructura para asegurar que puedan ser aplicadas con éxito.'

3. SOLUCIONES DE MOVILIDAD BASADAS EN CARRETERAS, INCLUIDOS LOS INTERCAMBIADORES MULTIMODALES Y LA NUEVA MOVILIDAD VIAL.

3.1. PANORAMA GENERAL

Durante décadas, las regiones urbanas se han construido sobre el principio de que su atractivo económico dependía necesariamente de su accesibilidad y más concretamente, del tiempo de transporte que las unía a los territorios circundantes. Así se han desarrollado en una lógica casi exclusiva una red de carreteras, asignando la mayor parte del espacio público al automóvil privado. En el pasado, cuando el automóvil era sinónimo de modernidad y libertad, esto se ha traducido en un aumento del tráfico y, en consecuencia, de la congestión en las principales carreteras estructurales.... ¡un efecto contrario al buscado!

Por otra parte, hace ya algunos años que hemos entrado en una situación en la que todo tipo de limitaciones pesan cada vez más sobre los sistemas de transporte: disminución de los recursos de inversión, dificultad de los equilibrios presupuestarios, envejecimiento de las infraestructuras, aumento de la demanda estructural....

Basándose en esta experiencia, este capítulo sobre nuevas soluciones de movilidad vial ofrece una visión general de las buenas prácticas e innovaciones para encontrar respuestas viables al desarrollo de las regiones urbanas. Estas soluciones proponen nuevos enfoques, en que se piensa en la movilidad como un todo y no sólo en términos de "tubos" o "modos". También integran una dimensión sostenible al priorizar la optimización de las infraestructuras y servicios existentes. Esto se refleja en el uso compartido de las carreteras (carriles reservados para el transporte público o el uso compartido del coche,...), o de los vehículos (uso compartido del coche, uso compartido del coche,...) y en una intensificación de la importancia concedida a los puntos de conexión (centros de tránsito multimodal).

Por lo tanto, el concepto de "nueva movilidad" no debe entenderse en el sentido estricto de las novedades, sino más bien en el sentido de un enfoque amplio sobre todos los elementos en el trabajo, o emergentes, que pueden afectar a la movilidad urbana de las personas, de acuerdo con dos dimensiones: la oferta de transporte y los cambios en las prácticas de viaje.

Cuando pensamos en una movilidad más virtuosa, generalmente tenemos en mente las soluciones que implican el transporte público. En este punto, el informe del ciclo anterior ha desarrollado en gran medida las ventajas del concepto de tránsito rápido de autobuses. El BRT es un modo de transporte público de alto nivel, respetuoso con el medio ambiente y de alta calidad que ofrece una solución a los problemas de movilidad para reducir los costes de infraestructura y explotación. En este nuevo informe se presentan soluciones complementarias para promover la circulación de los BRT o, en general, para mejorar el rendimiento de este sistema de transporte. Estas recomendaciones pueden aplicarse a cualquier sistema de transporte público adaptándolas y sopesándolas según el contexto y los problemas.

En la actualidad, el uso compartido de vehículos está experimentando un fuerte crecimiento en todo el mundo. Por una parte, permite a los particulares proponer una nueva solución de movilidad o ahorrar dinero y, por otra, reduce el número de vehículos en circulación y, por consiguiente, la congestión y el impacto medioambiental del tráfico rodado. Esta práctica se

organiza a veces a través de plataformas de contacto, o incluso es fomentada por las autoridades públicas. Este es el caso de América del Norte, donde algunos carriles de tráfico están reservados para los que comparten coche para facilitar su tráfico. Con el fin de optimizar la infraestructura y las finanzas, se han abierto algunos carriles para vehículos compartidos a los usuarios de vehículos individuales a cambio de un peaje. Esto ha permitido financiar nuevos desarrollos y disponer de redes completas con carriles reservados, que permiten al operador de la carretera gestionar en tiempo real las prioridades de tráfico a escala de una región urbana.

Estas soluciones de transporte individual o colectivo no deben ser contradictorias. El objetivo es responder lo más ampliamente posible a las necesidades de los usuarios. Idealmente, cada viaje debe ser cuidadosamente considerado y escogido de acuerdo a las necesidades a ser satisfechas. Para ello, es esencial que las ofertas se crucen y que el usuario esté en el centro del sistema. Esta es la ambición del centro de tránsito multimodal. Esta urbanización es un lugar donde se articulan los diferentes modos de transporte: a pie, en dos ruedas, transporte público, trenes, taxis, etc. Está concebido como una plataforma en la que convergen todos los modos de transporte, lo que permite a los usuarios elegir su modo de transporte. El informe presenta los desafíos y los métodos operativos asociados con los centros de tránsito multimodal según el contexto.

Además, las soluciones de diseño presentadas anteriormente deben ser escalables para poder adaptarse a los cambios continuos en la movilidad. De hecho, nuestra forma de gobernar ha empezado a cambiar en los últimos años y debería cambiar considerablemente. El boom digital está llevando a la vanguardia a los nuevos actores de la movilidad, y estamos empezando a ver vehículos autónomos en la carretera. Las nuevas posibilidades ofrecidas reducen nuestra dependencia de los coches "individuales". Estas iniciativas, que provienen de la economía colaborativa, se basan en el intercambio de bienes y servicios entre los ciudadanos, agrupados en redes o comunidades. Hay de todo tipo, desde el carpooling hasta el transporte de paquetes por particulares, más o menos conocidos y que pueden cubrir gran parte de nuestras necesidades. Este informe presenta una visión general de la nueva movilidad compartida. Enumera los desafíos inherentes a estos cambios y formula recomendaciones para hacer frente a ellos.

Así, las políticas de viajes del siglo pasado no permitieron responder a todos los problemas de movilidad. Hoy en día, los atascos de tráfico, la demanda de soluciones ecológicas y sostenibles y la necesidad de tomar iniciativas bien consideradas a nivel presupuestario están impulsando el desarrollo de conceptos de transporte innovadores. Estos conceptos tienen en común la noción de compartir, ya sea por separación como para el desarrollo de carriles reservados o con la puesta en común de los suministros de transporte. La optimización de la infraestructura existente ha reemplazado la creación de carriles adicionales. Es esencial cambiar los paradigmas de planificación de los países industrializados y ofrecer recomendaciones eficaces a los países en desarrollo.

"Pensar que puedes aliviar la congestión creando un carril extra es como creer que puedes resolver la obesidad añadiendo un agujero en el cinturón".

3.2. MANUAL DE PRIORIDAD DE AUTOBÚS Y BRT

3.2.1. Introducción

En este documento se evalúa una propuesta para adaptar las acciones para el desarrollo de nuevos sistemas de priorización del transporte urbano de pasajeros en vehículos -diferentes

modelos de autobuses- que se utilizan con frecuencia en el mundo para la prestación de este importante servicio público.

Lo que aquí se discute complementa y perfecciona el Estudio realizado en el periodo anterior del Comité de Movilidad Sostenible T.C.2.2 en el periodo 2011-2015, específicamente en relación con los Sistemas BRT. A partir de la documentación mencionada en el Detalle Bibliográfico utilizado, es posible consultar un amplio conjunto de Estudios que han sido elaborados en diversos Institutos especializados, por lo que en este Informe Técnico, nos limitaremos a presentar, de acuerdo con la experiencia acumulada, una Propuesta de Buenas Prácticas para la ejecución de sistemas de priorización del transporte de este tipo.

En el citado Informe se analizan diversos conceptos teóricos en relación con el DOTP como estrategia de intermodalidad y la vinculación entre el uso del suelo y el transporte, y se estudian numerosos ejemplos de aplicación en las grandes ciudades donde se aprecian los beneficios de ello, en relación con el tránsito ferroviario, con los sistemas BRT y con el uso de la bicicleta como medio de transporte...

Dentro de estos conceptos, los sistemas BRT que están siendo ampliamente utilizados se basan en los beneficios obtenidos en una mejor prestación del servicio público, la reducción de los tiempos de viaje y la mejora de la fiabilidad de los mismos.

Sin embargo, este tipo de proyectos deben ser cuidadosamente evaluados porque, más allá del impacto político de su implementación, pueden aumentar la congestión hasta un punto que es inaceptable para la población. De hecho, la falta de espacio para su construcción requiere a menudo la afectación de los carriles para el tráfico general. Esta reducción del espacio de las calzadas puede aumentar significativamente la congestión cuando los carriles segregados no tienen la capacidad necesaria para satisfacer toda la demanda con un nivel aceptable de servicio.

Es por ello que se insiste en que la propuesta como estrategia global es la priorización del transporte público y dentro de él, privilegiar el desplazamiento en redes urbanas del Bus tradicional, pero dado que existen múltiples soluciones para ello, se entiende que se debe considerar en cada caso la que mejor se adapte a cada situación.

La reputación y la eficacia de los BRT están bien establecidas. El informe del ciclo anterior se centró en este tema en profundidad y lo destacó:

- el objetivo de este sistema de transporte rápido, que tiene por objeto la calidad del servicio de los modos ferroviarios con la flexibilidad de los autobuses
- sus indicadores clave de rendimiento, a saber, puntualidad/regularidad, frecuencia y velocidad (tiempo de viaje competitivo de otros modos)
- la importancia, en los procesos de diseño, del enfoque sistémico basado en el tríplico infraestructura/material/operación

El informe también señala que los sistemas BRT pueden adoptar diferentes formas en todo el mundo e incluso, en ocasiones, cambiar sus nombres. Así, los desarrollos americanos o asiáticos conservan el nombre común de BRT, mientras que los que se encuentran en Europa se denominan Bus con Alto Nivel de Servicio (BHLS). BRT y BHLS difieren significativamente, reflejando contextos urbanos contrastantes en los que los sistemas de transporte se han desarrollado cada uno con sus propios objetivos y a su propio ritmo. De estas similitudes y

diferencias, es interesante extraer algunas lecciones útiles para la elección del sistema más adecuado para servir a los territorios.

El término Bus Rapid Transit se ha utilizado desde los años 70 para describir cómo mejorar los servicios de autobuses. El concepto BRT está graduado según una escala de realización muy amplia:

- del BRT-Lite, que es el primer paso para mejorar una línea de autobús y permite establecer el "límite inferior" del concepto BRT (grandes distancias entre estaciones, implementación de algunas prioridades en los semáforos, aumento de las frecuencias de tránsito y del tiempo de servicio), ver Los Angeles
- hasta el Full-BRT destinado a ofrecer las mismas prestaciones y características que el metro (vía totalmente dedicada, plataforma totalmente separada, intersecciones desiguales, pago antes del embarque, vehículos limpios y modernos, identidad fuerte) cf. Bogotá (Colombia)

El concepto de BHLS surgió en Europa en la década de 2000, después de tres décadas en las que el transporte público por carretera fue abandonado en detrimento de los coches privados y los tranvías. Entonces surgió la idea de que el autobús podía ofrecer un rendimiento e imagen mucho mejores que los que tenía, especialmente en lo que respecta a los ejemplos sudamericanos.

En términos de puntos comunes, BRT y BHLS (Bus High Level System) tienen el mismo objetivo de aprovechar al máximo un sistema económico basado en equipos de autobús, utilizando "ingredientes" de sistemas más pesados cuyo rendimiento es reconocido. Además, tienen un enfoque que se adapta a las limitaciones y contextos de las ciudades. Así, podemos encontrar sistemas BRT/BHLS que complementan una oferta de transporte público ya organizada en torno a un modo pesado (como el metro) en grandes áreas urbanas o que estructuran la infraestructura de transporte público en una ciudad intermedia. En ambos casos, la infraestructura centra su atención en la búsqueda sistemática de un derecho de vía exclusivo e integral, y en el caso de áreas restringidas, se consideran medidas operativas específicas (por ejemplo, mezclas ocasionales con otros modos) con el fin de obtener el mejor compromiso entre la ejecución del proyecto y las limitaciones de otros usuarios.

Desde el punto de vista de las oposiciones, debe señalarse:

- Una diferencia en el diseño de los sistemas de transporte urbano marcada por la cultura urbanística. El BRT responde esencialmente a las necesidades de los viajeros que viajan al centro de la ciudad (muy densos), de orígenes muy dispersos y a menudo distantes. En el caso de BHLS, las funciones urbanas están menos separadas (mayor combinación funcional de las ciudades europeas), de modo que el transporte público se utiliza tanto para los desplazamientos en horas punta como por razones secundarias en horas valle.
- Diferentes opciones de inserción. De hecho, dado que las ciudades europeas suelen tener centros históricos o distritos clasificados con calles estrechas, los proyectos BHLS deben responder a mayores restricciones de integración y, a veces, dar prioridad a la regularidad antes que al tiempo de viaje.
- Diferentes historias y culturas que influyen en la forma en que se aborda el sistema de transporte como una herramienta de política urbana. Los países europeos han contribuido de forma significativa al desarrollo del tranvía como modo "ideal" y han

aprovechado su percepción positiva para convertirlo en una herramienta de reurbanización urbana. Los sistemas BRT generalmente no tienen esta dimensión.

Este informe utilizará el término genérico BRT en las páginas siguientes para referirse a los sistemas BRT y BHLS.

3.2.2. Evaluación de antecedentes

Es importante desarrollar la experiencia sobre la implementación de los Sistemas generalmente denominados de Prioridad Bus, con la integración de las mejores prácticas para evitar los diferentes problemas que normalmente se ven en estos proyectos de transporte.

A veces, las decisiones políticas de las autoridades de las ciudades implican problemas de tráfico en las zonas urbanas, a pesar de la buena intención de resolverlos.

Con respecto al primer tema, el objetivo era averiguar cómo las autoridades deciden y aplican las políticas relativas a las estrategias, los métodos y las operaciones de transporte, en un esfuerzo por resolver los problemas actuales de transporte, como la congestión del tráfico, la demografía de la población en constante cambio y los impactos ambientales. Con el fin de comparar el rendimiento del sistema, se recopilaron y analizaron datos de movilidad a nivel metropolitano.

La primera clasificación de estos sistemas es tener en cuenta la metodología en la operación de los carriles de transporte, las características técnicas de los mismos, el área donde trabajan (regiones urbanas o suburbanas), etc.

A. - Clasificación por regiones

- Área urbana
- Área suburbana

B. - Tipo de carriles segregados

- Carriles en el arcén (banquina) de una autopista
- Carriles en medio de la autopista separados del tráfico normal por barreras tipo New Jersey.
- Carriles en zonas urbanas de uso exclusivo para autobuses dependiendo o no de un horario o de una agenda diaria.
- Carriles BRT operando con metodología abierta.
- Sistemas BRT típicos que operan con carriles cerrados.

C. - Metodología de pago del viaje.

- Pago de la tarifa en la estación
- Pago de la tarifa en el autobús con diferentes formas de prácticas en los autobuses de transporte.

D. - Características generales de los corredores BRT

El sistema puede clasificarse según las siguientes características operativas:

- Infraestructura:
- Planificación de servicios:
- Estaciones y vehículos:
- Accesibilidad e Intermodalidad:

- Comunicación: criterios específicos para la información y la imagen de la red;
- Desempeño.

3.2.3. Descripción general de varios sistemas de prioridad de bus

3.2.3.1. Carriles de derecho de vía dedicados

Un derecho de paso dedicado es vital para asegurar que los autobuses puedan moverse rápidamente y sin obstáculos por la congestión.

Los carriles dedicados pueden separarse de otros vehículos de diferentes maneras y pueden tener diferentes grados de permeabilidad (por ejemplo, cercas, bordillos, hitos, bolardos electrónicos, trampas para autos, pavimento de colores y cámaras), pero la separación física típicamente resulta en el mejor cumplimiento y en la aplicación más fácil.

Se ha establecido como criterio general que para que un corredor de priorización de transporte sea definido como un Sistema BRT, debe tener una extensión mínima de tres kilómetros de carriles segregados. Sin embargo, pueden aceptarse otros sistemas de menor longitud dentro de esta clasificación, cuyo diseño ha tenido que ajustarse a las posibilidades del espacio público disponible, así como otros arreglos especiales como el de un corredor, donde se alternan carriles segregados con tramos de uso compartido de las carreteras, con tráfico general.

Podemos considerar diferentes organizaciones en este Sistema:

- Vía única segregada y doble vía segregada

En este caso se establece que los carriles, uno o dos de la derecha de la calle, que son de uso exclusivo para la circulación de los Autobuses, mediante la demarcación pintada en las calzadas y complementada con las respectivas señales.

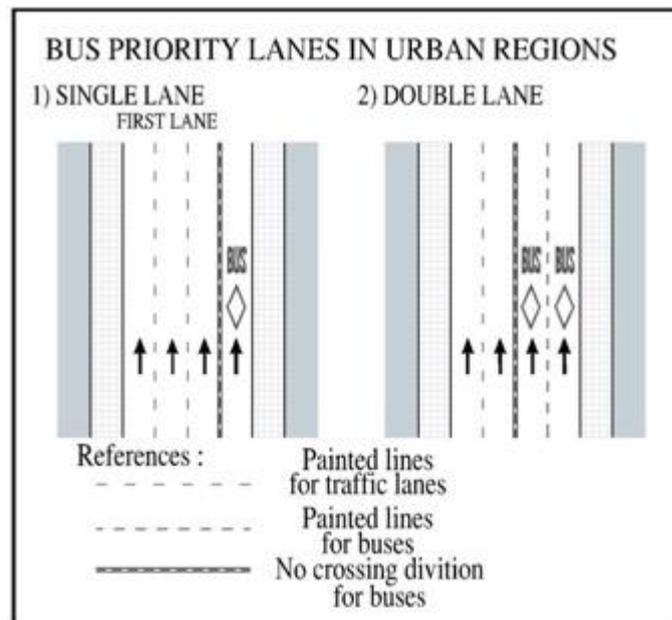


Figura 31 : Prioridad de Autobús con uno y dos carriles en calles de zonas urbanas

- Prioridad de autobús a lo largo del segundo carril sólo segregado por la pintura del pavimento de las líneas de separación.

A diferencia del caso anterior, se establece el uso exclusivo para el autobús de sólo el segundo carril, por lo que los demás vehículos no podrán circular por él, sino que eventualmente realizarán maniobras de cruce sin prioridad.

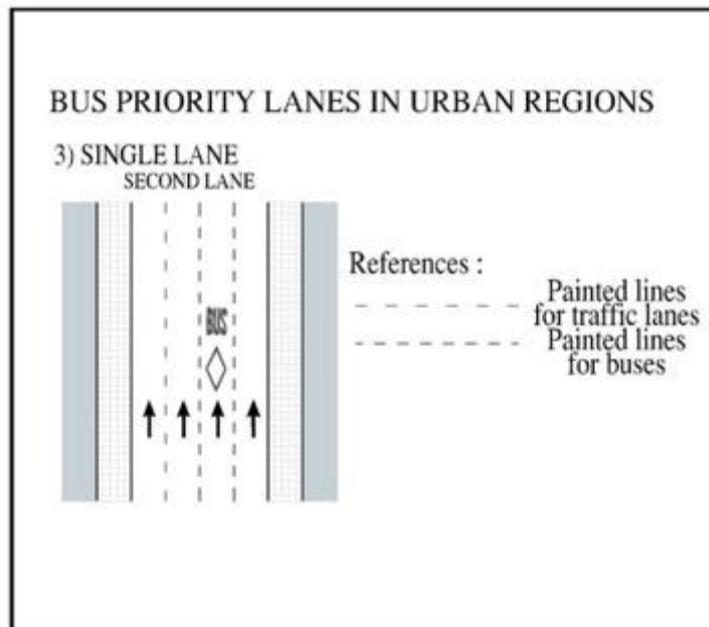


Figura 32 : Prioridad de Autobús sólo en el segundo carril en calles de áreas urbanas

El carril del autobús es el mejor ubicado cuando los conflictos con otros tipos de tráfico pueden ser minimizados, especialmente en relación a los movimientos de giro de los carriles de tráfico mixto. En la mayoría de los casos, una vía de autobús en el borde central de una carretera encuentra menos conflictos con los vehículos que giran que aquellos que están más cerca de la acera debido a accesos laterales, estacionamientos, etc.

Además, mientras que los vehículos de reparto de mercaderías y los taxis generalmente requieren acceso a la acera, el sector central de la calzada generalmente permanece libre de tales obstrucciones. Todas las recomendaciones de configuración de diseño que se detallan a continuación están relacionadas con la minimización del riesgo de retrasos causados por los conflictos de giro y el acceso lateral en la acera.

La circulación de los autobuses en el carril izquierdo tiene la ventaja adicional de que el desplazamiento de los autobuses no se ve afectado por los giros a la derecha del tráfico general.

- Prioridad de los autobuses en carreteras y autopistas

Los carriles dedicados pueden ser segregados en el carril derecho de una carretera o en el arcén de una autopista.

Muchos países de Europa (Bélgica, Francia, etc.) y América del Norte (Canadá, Estados Unidos) han transformado algunos tramos de su arcén en carriles reservados para facilitar el tráfico de transporte público. Los primeros experimentos se remontan a los años setenta en Seattle y a los noventa en los Países Bajos, antes de experimentar un fuerte desarrollo desde la década de 2000 y llegar a unos cincuenta emplazamientos en funcionamiento. Los proyectos emprendidos han tenido mucho éxito donde se han llevado a cabo. Los beneficios de estos desarrollos son compartidos internacionalmente e incluyen:

- ahorro de tiempo y regularidad en el transporte público

- sin impacto en otros usuarios (en términos de tiempo de viaje y seguridad)
- la facilidad de aplicación y la reducción de los costes debido a la ausencia de ampliación y al limitado alcance de los trabajos

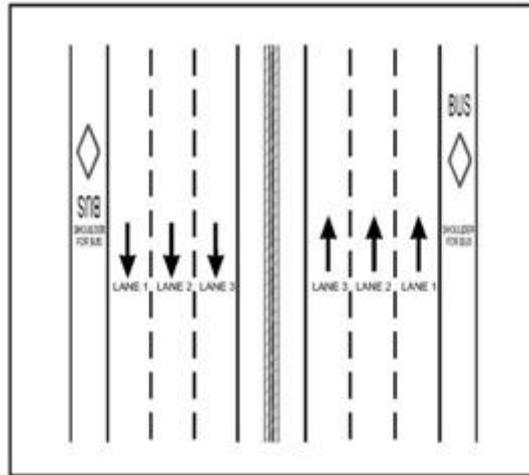


Figura 33 : carril de prioridad de autobús en ambos arcones de una carretera

Sin embargo, este tipo de disposición requiere acciones específicas porque debe mantenerse la capacidad esencial y las funciones de seguridad del arcén. En particular, para la construcción de un carril reservado emplazado en el espacio del arcén, debe tenerse en cuenta:

- puede recuperarse como vía adicional en caso de trabajo, mantenimiento o incidencias,
- mantener un espacio libre lateral que constituya una zona de recuperación o evitar zonas con obstáculos
- garantizar la seguridad de los conductores con vehículos averiados, en particular ofreciendo opciones de parada de emergencia
- proporcionar un alto nivel de servicio a sus usuarios

Para conseguir estas prestaciones es imprescindible respetar ciertas condiciones que casi siempre se encuentran de forma similar en todos los proyectos. Estas condiciones se refieren a los tres principios de diseño que son:

- **Geometría** - el espacio del arcén (banquina) se amplía a un valor entre 3.50m y 4.00m. Dependiendo del contexto, este ensanche se realiza mediante la reducción del ancho de los otros carriles y la disminución de la velocidad máxima autorizada en el tramo, o bien mediante el aumento de las dimensiones de la calzada. Además, la estructura del pavimento será reforzada para soportar el tráfico regular.
- **Señalización** - la señalización estática específica se instala en la zona lateral del camino, pero ésta es generalmente limitada. Algunos países, como Francia, recomiendan añadir una señal lateral (como el logotipo "BUS").
- **Funcionamiento** - los carriles desarrollados en el arcén están reservados exclusivamente para el transporte público (en particular, no hay ninguna urbanización abierta a los taxis). La velocidad máxima del tráfico se reduce (entre 50 y 70 km/h), lo que significa que, aunque el carril permanece abierto en todo momento, sólo se utiliza durante los períodos de congestión. La diferencia de velocidad entre los autobuses del carril reservado y los usuarios del tráfico general debe mantenerse baja (alrededor de 30 km/h); esto se gestiona mediante un aviso distribuido a los conductores de transporte público en sus reglamentos de funcionamiento y no con equipos dinámicos.

La cuestión de aumentar el número de refugios, en la que las posiciones internacionales divergían en este tema, parece ser hoy una cuestión de consenso. De hecho, la retroalimentación y las doctrinas recientes coinciden en que este tipo de desarrollo no requiere refugios adicionales.

En vista de estos elementos, los tramos más adecuados para esta transformación del arcén son las carreteras urbanas. De hecho, estos emplazamientos tienen tanto un punto débil debido al diseño de la autopista, como una congestión regular debido a su uso masivo para acceder a los servicios del centro urbano, una alta presencia de transporte público ligado al perímetro urbano y usuarios que realizan viajes regulares del hogar al trabajo.

Por último, la transformación del uso de la zona lateral del camino, no debe verse como un fin en sí mismo. Es esencial garantizar que el transporte público optimice los tiempos de viaje en los tramos que se van a desarrollar. Además, se puede plantear un enfoque BRT en la estructuración de las líneas que utilizan estas infraestructuras. En efecto, paralelamente a la optimización de las mismas, es importante por una parte, trabajar en el equipamiento y la explotación de la línea para aumentar el interés del servicio y la transferencia modal y por otra, aprovechar al máximo esta nueva oferta de carreteras mediante la posible reorganización de las rutas de los distintos servicios (que potencialmente no utilizaban antes esta infraestructura debido a la congestión).

- Prioridad de autobús con carriles segregados en una carretera

La ilustración muestra un esquema circulatorio de un carril central en una carretera para el uso exclusivo de un BRT, con clasificación de avance alternativo, de acuerdo a las horas del día con alta demanda. Ejemplos analizados de la Ciudad de Buenos Aires (Argentina) y Houston (Texas USA)

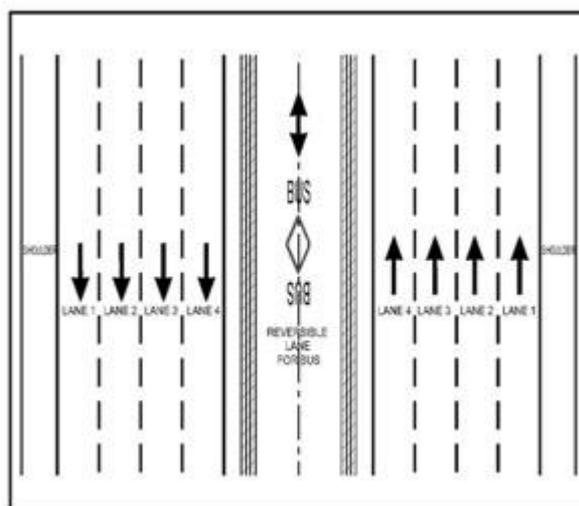


Figura 34 : Diagrama de carril reversible de prioridad de autobús en una carretera

El caso estudiado ha sido un Sistema BRT llamado Metrobus 25 de Mayo, construido sobre un viaducto existente de una autopista urbana en la Ciudad de Buenos Aires.

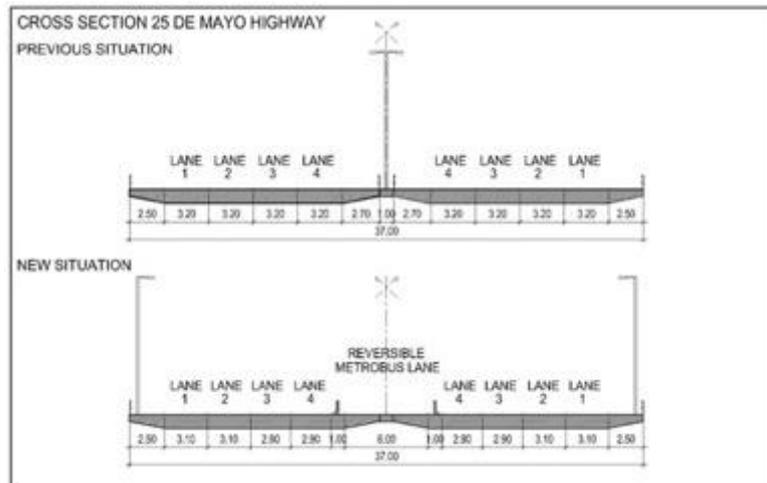


Figura 35: Corte transversal de la autopista 25 de Mayo

La Ilustración muestra la disposición antes y después de los trabajos. En líneas generales, el criterio adoptado fue reducir los carriles existentes de 3,20 a 2,90 metros para los vehículos ligeros y a 3,10 metros para los vehículos pesados. La reducción del ancho del carril requería ajustar el límite de velocidad para los vehículos livianos de 100 km/hora (velocidad de diseño) a 80 km/hora.

Las características de esta configuración vial requieren que los accesos a los carriles segregados se desarrollen por los extremos del tramo considerado, ya que las entradas y salidas intermedias son conflictivas y pueden suponer situaciones de riesgo para el tráfico general



Figura 36: Sistema BRT (Metrobus 25 de Mayo) en un carril central de una carretera urbana

Las señales de tráfico que se utilizan para la organización de los sistemas de priorización del transporte público pueden consultarse en el Manual de Dispositivos Uniformes de Control de Tráfico.

3.2.3.2. Uso de sistemas BRT de apertura parcial

Cuando tenemos algunos nuevos Sistemas de prioridad de Bus abiertos, que no pueden ser considerados por su longitud y sus características como BRT, es posible evaluarlos como una buena propuesta. Por ejemplo, si se construyó sólo una estación en medio de una avenida como centro de transferencia, tenemos una solución para que los pasajeros y los autobuses puedan seguir operando normalmente a lo largo de su ruta.

Del mismo modo, el intercambio entre las diferentes vías utilizadas por los autobuses que pasan de carriles de circulación a carriles segregados sólo en una distancia reducida; puede ser una solución en una zona de congestión.

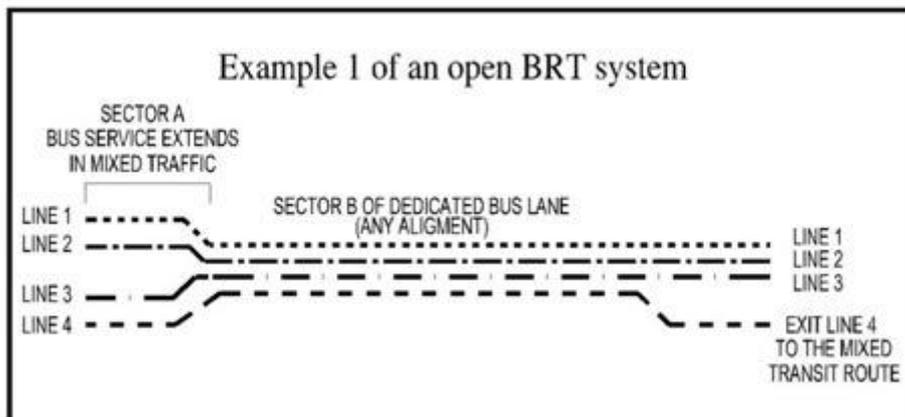


Figura 37: Ejemplo N° 1 de un sistema BRT abierto

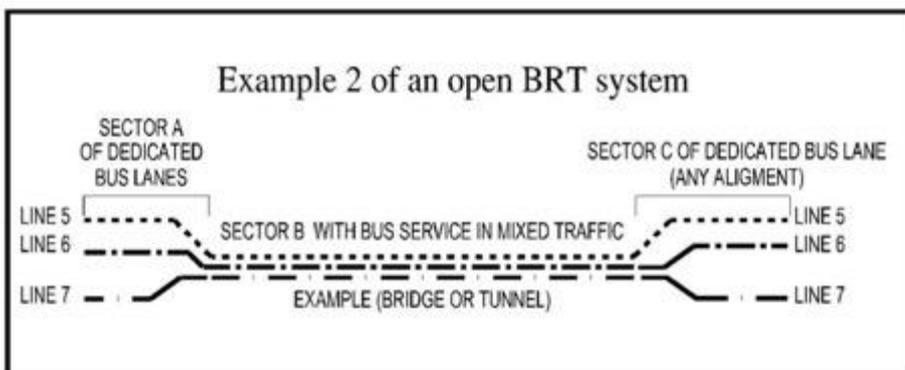


Figura 38 : Ejemplo N° 2 de un sistema BRT abierto

Análisis de diversos criterios de proyectos de infraestructura en los sistemas abiertos del BRT

1. En los sistemas abiertos, los autobuses pueden entrar o salir de los carriles segregados, en ciertos tramos de la ruta, por lo que deben proyectarse sectores para el intercambio con el tráfico general. Eventualmente estas maniobras pueden ser desarrolladas en intersecciones señalizadas, por lo que es conveniente asignar una fase exclusiva de avance a la prioridad del autobús.
2. El hecho de la utilización compartida del sistema por parte de los autobuses que lo utilizan parcialmente, determina que el número de líneas que circulan por tramos varíe; esto hace que también varíe el número de vehículos de transporte y la frecuencia de las llegadas a las estaciones, por lo que deben ajustar la longitud de los andenes en función del número de paradas.
3. Asimismo, el sistema más sencillo de un carril en cada sentido, que está disponible cuando la frecuencia de llegada de los autobuses es baja, debe ajustarse cuando el número de líneas que circulan es mayor, debido a los problemas de retardo que puede causar la detención en las estaciones de ascenso y descenso de pasajeros.
4. Uno de los sistemas más eficientes para resolver este problema es la incorporación de un segundo carril frente a la plataforma, para superar los autobuses detenidos. En este caso, para hacer más eficiente el uso del espacio, se trata de mover las plataformas de tal manera que en la práctica sólo se añada un tercer carril, como se muestra en la ilustración.

NOTA: Estación Modelo con Plataformas separadas en una intersección con semáforos y acceso peatonal. El acceso al Bus se realiza desde una puerta del lado derecho.

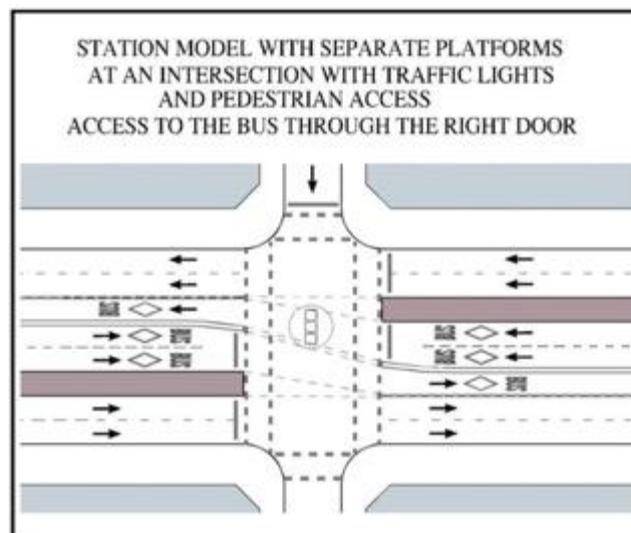


Figura 39 : Intersección con distribución asimétrica de carriles delante de los andenes de la estación



Figura 40 : Estación BRT con distribución asimétrica de carriles

5. En el proyecto de sistemas cerrados, es decir, en aquellos autobuses que circulan por los carriles exclusivos sin dejar todo el recorrido asignado a las líneas de transporte de pasajeros, es más eficiente disponer de una única plataforma central, para ambas direcciones, ya que se ocupa menos espacio público en el centro de la carretera. En este diseño, los autobuses deben tener puertas laterales de acceso a la izquierda del vehículo, de modo que sólo puedan operar dentro del sistema. Esto significa que los autobuses deben ser construidos para este único propósito, por lo que la infraestructura de transporte existente deberá ser reemplazada y ser afectada a otras rutas o eventualmente circular con el tráfico general.
 - (Nota: todo lo expuesto en este informe se refiere a los países en los que el tráfico circula por la derecha).
6. Este problema es en general, la razón de muchas disputas, especialmente con las empresas que ya explotan el servicio, antes de la implementación del BRT. Dado que la construcción de estos nuevos sistemas suele llevarse a cabo de forma progresiva en función de las posibilidades económicas o sólo por tramos, en función de la disponibilidad de espacio, la mayoría ha optado por el tipo de distribución abierta en la circulación y plataformas con acceso por el lado derecho.

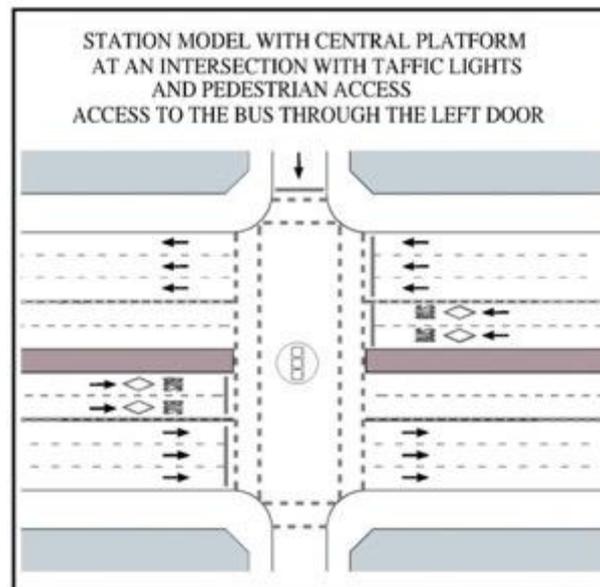


Figura 41 : Estación con plataforma para el acceso al autobús por la puerta izquierda en un cruce con semáforos y acceso peatonal

7. Es interesante la solución que se ha implementado en el BRT Metrobus 9 de Julio en la Ciudad de Buenos Aires, donde se construyó un sistema abierto donde convergen numerosas líneas de transporte al sector donde se desarrolló el Sistema, pero por razones arquitectónicas se construyeron plataformas únicas centrales. En este caso, el tráfico de autobuses se desarrolla a la izquierda de forma segregada, con acceso de pasajeros a través de la puerta derecha. Para ello, se construyó una infraestructura en las cabeceras del sistema especial para el cruce de los autobuses (en uno de los extremos había dos túneles y en el otro los movimientos estaban controlados por semáforos).



Figura 42 : Metrobus 9 de Julio. Autobuses que circulan por el carril izquierdo y puertas de acceso por el lado derecho

3.2.4. Mejores prácticas

3.2.4.1. Estudios previos de viabilidad, evaluación y selección del sistema de priorización del transporte a utilizar.

En la propuesta de abordar acciones que conduzcan a la solución de los distintos problemas que presenta el transporte urbano, es imprescindible realizar una evaluación previa de la situación existente en el sector a intervenir, a partir de la información estadística disponible y de los

estudios complementarios a realizar, de forma que se establezca la mejor intervención en la vía pública que dé respuesta a las necesidades, optimizando los recursos disponibles a partir de la elección de las mejores alternativas técnicas. En cuanto a los sistemas de priorización del transporte urbano, es necesario evitar utilizar la fórmula habitual de elegir, por ejemplo, un sistema BRT, incluso en pequeños tramos del trazado de las líneas en servicio en una ciudad, cuando existan alternativas viables y que no aumenten o empeoren en general las situaciones de congestión del tráfico.

Esta propuesta lleva a establecer un equilibrio entre la necesidad de priorizar el transporte y el hecho de que los usuarios de la carretera no estén obligados a circular con un nivel de servicio que implique alcanzar una saturación irreversible.

Esto es fundamental ya que los autobuses suelen circular por toda el área urbana, generalmente compartiendo las calzadas con los demás vehículos, accediendo a un sector de priorización del transporte en un punto determinado, aunque este área mejorada puede transferir la perturbación de la congestión, empeorando el desplazamiento, incluyendo los autobuses.

Esto nos lleva a recordar el siguiente axioma:

"Si en un punto de una región urbana se realizan obras con una clara reducción de la capacidad vial y limitaciones de la circulación vehicular, se obtendrá una mejora en el nivel de servicio y una reducción de la congestión preexistente del tramo intervenido. Pero si se mantiene el nivel global de demanda vehicular, el problema se traslada a los accesos cercanos y aumenta la congestión, empeorando aún más el tránsito de toda la región. "

En resumen, la primera buena práctica propuesta es un estudio detallado y completo previo al desarrollo de los trabajos.

La evaluación inicial puede abordarse con alguna metodología de ponderación de las mejoras previstas en el nuevo proyecto, con el fin de compararlas con los resultados finales obtenidos. Cabe destacar, en este sentido, las interesantes propuestas presentadas por el Institute for Transportation and Development Policy (ITDP) USA y por el Ministerio de Transporte de China, cuyo alcance se resume en el Punto N° 3.4.5. de este Informe, con la evaluación final de los resultados.

En el apartado anterior se analizaron los distintos sistemas que se utilizan para la circulación prioritaria del transporte en las zonas urbanas, con las ventajas que ofrece su uso, en función de los factores ambientales que condicionan su funcionamiento. Es aconsejable utilizar cada tipo de sistema de acuerdo con los respectivos estudios de ingeniería de tráfico y los recursos económicos disponibles.

Es importante, por ejemplo, que la mejora del trazado de una o más líneas de transporte se analice en su totalidad y se intervenga principalmente en los tramos que presenten dificultades que deterioren su velocidad comercial. A partir de esto, se puede determinar que en una sección se opte por un sistema BRT, donde se integran varios servicios de transporte en las principales arterias con una geometría de carretera que permite esta provisión de espacio público. En otros tramos se pueden abordar otras soluciones o introducir mejoras complementarias, como es el caso de nuevos ordenamientos de tránsito, con la formación de pares de calles paralelas

próximas entre sí, con circulación a mano única, construcción de nuevos pavimentos, reordenación de paradas de autobús, etc.

3.2.4.2. Parada para Transporte público y estaciones de transferencia

Un aspecto que puede considerarse sencillo, pero que es un buen ejemplo de práctica prioritaria y que es aplicable en todos los sistemas de transporte, como la Parada de Espera de Pasajeros.

Vease que en cada emplazamiento, todas las personas que esperan, deben permanecer una parte del tiempo total del viaje al aire libre, soportando todo tipo de condiciones climáticas y expuestos según las circunstancias y horarios, a situaciones de convivencia, que incluso pueden afectar la seguridad pública. Sin duda, esta propuesta parece redundante para las ciudades desarrolladas, pero una buena práctica es mejorar este espacio público mediante la instalación de estructuras de refugio, con bancos para utilizarlos en espera, etc.

También hay que tener en cuenta a los movimientos de ascenso y descenso de personas, los que deben ser facilitados, por lo que los buses tienen que detenerse junto al cordón, circunstancia que a menudo se ve dificultada por el mal aparcamiento de coches en las inmediaciones. Para ello, una iniciativa que ha demostrado su eficacia, es simplemente ampliar la acera ejecutando el una obra de ensanche de la misma tal como se muestra en la figura adjunta.

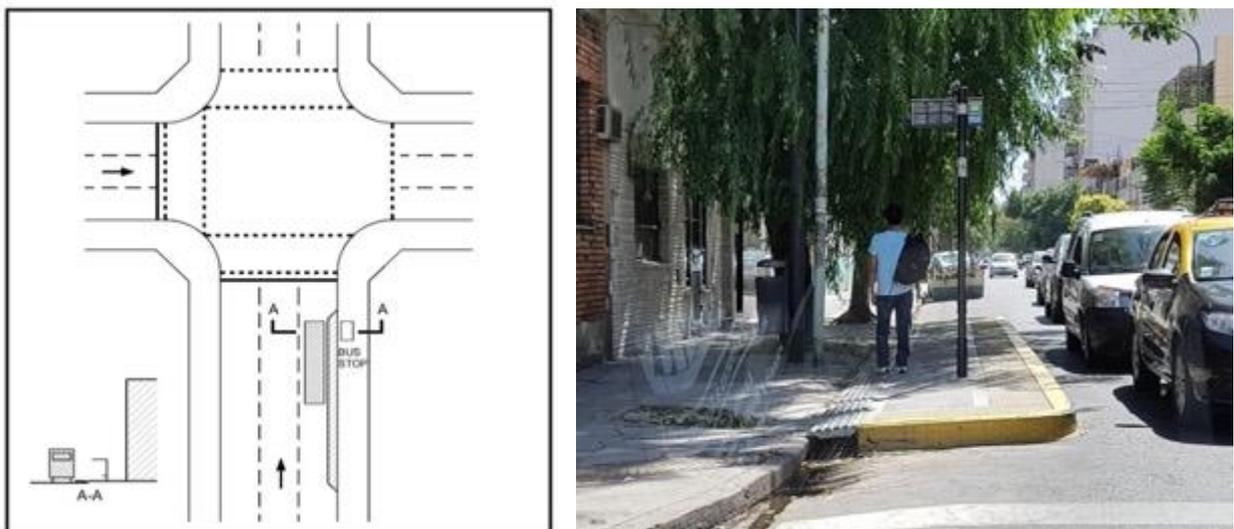


Figura 43 : Ejemplos de paradas de pasajeros en espera

Las soluciones propuestas en la resolución de los Centros de transferencia de pasajeros, son variadas, desde aquellas que tienen una configuración similar a las Estaciones intermedias de un Sistema BRT, así como otras que tienen un amplio desarrollo con calzadas que contemplan los desplazamientos de las numerosas líneas de autobuses y facilitan la movilidad de los pasajeros, complementándose en caso de intercambio con otros medios, por ejemplo estaciones de ferrocarril, con diferentes niveles de circulación pasarelas, etc.

Un capítulo específico sobre los centros de tránsito, el lector lo puede encontrar en las páginas siguientes, donde se analizan las cuestiones específicas relacionadas con el desarrollo de un centro de comercio multimodal.



Figura 44 : Ejemplo de un centro de intercambio intermodal para el transporte de pasajeros

3.2.4.3. Sistemas BRT

Este sistema de transporte se ha convertido actualmente en uno de los más eficientes a nivel vial y su importancia se evidencia en su implantación masiva en centros urbanos de todo el mundo. Como ya se ha dicho, este tema ha sido ampliamente abordado, en el Documento del Comité de Movilidad Sostenible del periodo anterior, con la encuesta de experiencias de este tipo de emprendimientos en importantes ciudades de forma generalizada en los cinco continentes.

En este documento nos limitaremos a proponer diversos conceptos que se entienden como mejores prácticas en la materia, sin que ello signifique un análisis completo de los temas expuestos.

Características del diseño del sistema.

El emplazamiento de los carriles del BRT en el Centro de la calzada de una Avenida urbana debe justificarse en tanto esta iniciativa conduzca a una mejora significativa en el Transporte, en función del número de autobuses que circulan y el número de pasajeros transportados con respecto a los volúmenes de tráfico general. Es lógico suponer que, como consecuencia de esta intervención, la reducción de la capacidad de las carreteras no conduzca a niveles inaceptables de congestión.

Por otro lado, el número de carriles asignados al transporte es una variable condicionada a la capacidad de la carretera, el número de unidades en circulación y el número de líneas o empresas en funcionamiento. En el caso de tener un solo carril en cada sentido, sin carril de sobrepaso, puede ocurrir que durante las detención en los andenes de las estaciones se formen colas de autobús, por lo que es imprescindible reducir al máximo estos tiempos con el pago de la tarifa en la estación.

Como ya se ha dicho, una disposición que ha demostrado su eficacia es la propuesta de un tercer carril delante de la estación, que se intercambia al andén para el otro sentido, tal como se ha mostrado en los diagramas respectivos. Esto implica el uso compartido de ese carril adicional sólo en el sector de las estaciones, volviendo a la geometría de dos (uno y uno) en los trayectos de circulación. Es decir, que puede haber varios puntos de parada de Autobuses en una plataforma

compartida, con una mejor distribución de los pasajeros que esperan en el lugar y así permitir el sobrepaso para los vehículos que ya han completado la carga y deben continuar su marcha.

Por último, la propuesta de tener dos carriles por mano en todo el recorrido del BRT es un diseño de alta capacidad, sólo posible en los casos en que hay calzadas con espacio disponible. Un ejemplo de esto es el llamado Metrobus 9 de Julio en la Ciudad de Buenos Aires.

Control de semáforos

Los sistemas de control mediante semáforo son una parte importante de la infraestructura operativa de los corredores de transporte BRT. En general, la estrategia establecida es que los autobuses, sin duda, deben tener prioridad en la circulación para optimizar las velocidades comerciales de las líneas.

Sin embargo, la programación de la tecnología de control debe ser abordada cuidadosamente a través de estudios previos de Ingeniería de Tráfico. Para ello, es aconsejable evaluar las características geográficas de la urbanización de carriles segregados dentro de la red urbana existente, donde los semáforos funcionan de acuerdo con los siguientes esquemas:

- Si los cruces señalizados están separados entre sí y el funcionamiento de los semáforos es aislado, es decir, no integran sistemas sincronizados, las intersecciones deben programarse prioritariamente en las fases dinámicas, es decir, con la demanda de aproximación del vehículo.
- Si las intersecciones por su proximidad integran sistemas sincronizados, la prioridad se establece con fases fijas que se programan en el controlador local.
- Si el corredor integra una compleja red urbana de avenidas con numerosos cruces sincronizados, los semáforos funcionarán teniendo en cuenta el funcionamiento del tráfico en general. Aquí es importante que se establezca la prioridad en el estudio de las ondas verdes de la coordinación del corredor, especialmente considerando los tiempos de parada de los autobuses en los andenes de las estaciones.
- En los puntos de entrada y salida de los autobuses en los sistemas abiertos de BRT, las fases actuadas con la presencia de vehículos deben ser programadas para su habilitación exclusiva con el fin de mejorar el nivel de servicio de los accesos en estos cruces operados a demanda vehicular.
- Por último, los sistemas BRT deben disponer de una moderna tecnología de control ITS. Es decir, se pueden utilizar sistemas de control que actúan supervisando el funcionamiento automático de los semáforos, midiendo los volúmenes vehiculares de la red y actuando en línea para la selección de los programas de tráfico. Del mismo modo, esta selección también se puede abordar con controles de nivel superior, como los algoritmos de tipo adaptativo.

Señales de tráfico

Este tema es ampliamente tratado en la variada documentación consultada, tanto en lo que se refiere a la Demarcación Horizontal como a las señales de tráfico, por lo que se entiende que su análisis no es necesario, a excepción de todo lo referido a las Señales Luminosas, que es uno de los principales aspectos a tener en cuenta para obtener un funcionamiento eficiente de los sistemas. Ver que en el antes y después de la implementación de un BRT, los cruces con semáforos se han vuelto más complejos, lo que implica en la práctica que este problema debe ser

abordado con mucho cuidado, especialmente para proporcionar seguridad tanto a los vehículos como a los peatones que deben acceder a las nuevas instalaciones.

No parece necesario decir que los semáforos disponen de sistemas que garantizan la sincronización de las ondas verdes, pero en particular es la base fundamental para obtener resultados aceptables en términos de eficiencia operativa. La sincronización asegura que el desplazamiento de los vehículos en general y de los autobuses en particular puedan avanzar sin detenerse dentro de las ondas verdes a velocidades programadas, como también el avance seguro en los cruces del tráfico transversal

En general la tecnología actual cuenta con modernas herramientas para ser utilizadas en estos casos, interconectando los equipos de la vía pública con centros de control operados automáticamente con computadoras de tránsito. Sin embargo, a veces se comprueba que las conexiones entre los equipos locales están cortadas por diversas razones y pueden dejar el sistema funcionando en malas condiciones. En este caso, se insiste en que los sistemas de control deben ser redundantes, es decir, ante una dificultad como la mencionada, el equipo se sincronizará con tecnología alternativa (por ejemplo, con conexión satelital GPS).

Regulaciones en la Circulación

Ante la existencia de pasos a nivel ferroviarios y ser éstos atravesados por el recorrido vial de un BRT, el funcionamiento de los semáforos puede ser dificultoso, por lo que es aconsejable estudiar detenidamente la circulación vehicular de las inmediaciones de esos cruces. Es importante tener en cuenta en lo que respecta a la construcción de nueva infraestructura vial, que parte de la zona urbana se ve afectada por la eliminación de numerosas intersecciones, por lo que el tráfico se orienta y acumula en las arterias que habilitan el desplazamiento.

Para resolver algunos de los problemas que se suelen generar, es especialmente importante reordenar la red de calles urbanas, asignando un sentido único de circulación. Todo ello afecta también a las líneas de transporte con desplazamiento transversal a la avenida principal segregada.

En resumen, no podemos decir más al respecto ya que cada caso particular debe ser estudiado, por lo que no es conveniente plantear conceptos generales. En una Guía de Planificación del Sistema BRT (Autobús de Tránsito Rápido), se aconseja que se eliminen los giros a la izquierda para el tránsito general en los cruces del Sistema. Esto puede ser aceptable, pero puede haber razones que impidan que se implemente esta restricción, por lo que este problema puede resolverse con una programación adecuada de los semáforos.

Es importante recordar que la prohibición de girar para el tráfico general cruzando el carril de autobuses, reduce las demoras y es una medida importante para el libre desplazamiento de los mismos.

Embarque a nivel de plataforma

El andén de la estación debe estar al mismo nivel que el piso del autobús para un embarque rápido y fácil. Esto también lo hace totalmente accesible para sillas de ruedas, pasajeros discapacitados, cochecitos y carros con un mínimo de retrasos.

3.2.4.4. Estrategias de Líneas Troncales y Ramas de Alimentación.

Las organizaciones que se establecen para la operación eficiente del transporte de pasajeros son variadas, de manera que este servicio llegue a todas las urbanizaciones de una localidad, especialmente a aquellas más alejadas de los ejes centrales por los que circula el BRT. En aquellas ciudades donde ya existen ramales de conexión con las Líneas de Transporte, la implementación de un nuevo sistema presenta dificultades para posibles ajustes, por lo que se debe estudiar adecuadamente para no afectar los intereses comerciales de las empresas concesionarias. Siempre es factible establecer centros de regulación para los ramales existentes, por lo que los centros de transbordo tienen una importante función operativa, que puede ser implementada en las inmediaciones por ejemplo de las estaciones de ferrocarril, es decir donde están disponibles los intercambios con otros medios.

Por otro lado, con un nuevo sistema de transporte como el BRT, la organización de las líneas troncales con los ramales de alimentación puede abordarse con un mayor grado de libertad para encontrar una estrategia adecuada, en particular con respecto a los sistemas cerrados. (Ver dos ejemplos en el n°3.2.3.2.) Uso de un sistema BRT parcialmente abierto (Figura 37 / 38)

3.2.4.5. Análisis de los diferentes tipos de servicios de transporte

Cabe destacar que en cualquier proyecto a evaluar, se debe considerar el tipo de servicio que cada línea de Autobuses presta a los pasajeros, de acuerdo a las características de su recorrido, su extensión y operación y la geografía de las áreas que atraviesa en las regiones urbanas y periurbanas.

Por esta razón, es posible diferenciar las líneas de autobús que se mueven dentro de los límites de las localidades y que comunican varias de ellas cercanas, así como las que viajan a ciudades lejanas pero a distancias medias. Los transportes de larga distancia que tienen otra configuración no son considerados para este análisis. Es común en estas agrupaciones la concurrencia de varias jurisdicciones para la regulación de los servicios, de manera que las primeras son supervisadas por las comunas, mientras que las otras son interjurisdiccionales por el Gobierno de la Provincia o Región, mientras que las líneas de larga distancia son controladas por las autoridades a nivel nacional. En otros ejemplos, se puede determinar la existencia de una Autoridad Reguladora que opera con todos los servicios.

Esto a su vez determina que la operación de los buses varíe, ya que la distancia local o corta, generalmente tienen paradas separadas entre 300 y 500 metros, mientras que los servicios de media distancia usualmente llamados express, paran sólo en puntos importantes de viaje, con el fin de tener una velocidad comercial que no prolongue innecesariamente los tiempos de viaje. Estas circunstancias condicionan el proyecto de distribución de los puntos de parada en los andenes en función de la demanda de los vehículos de transporte y que la circulación general del tráfico no se vea afectada.

Esto es especialmente importante en los sistemas BRT, donde los andenes deben proyectarse teniendo en cuenta el número de líneas, las frecuencias de las llegadas y que su localización tenga en cuenta que en un mismo punto coexisten las paradas de las líneas que tienen un trazado superpuesto, de forma que se facilite a los viajeros la utilización alternativa de las mismas sin necesidad de desplazarse por el andén.

Tampoco se considera aquí, un modo de transporte que tiene rutas de media distancia en vehículos de menor capacidad de transporte (tipo Van), que operan punto a punto sin paradas intermedias, y que están habilitados para circular con las demás líneas por los mismos carriles segregados.

Para completar lo anterior, se puede añadir que las líneas de transporte organizan sus operaciones en función de la demanda, pero las características del territorio también tienen especial relevancia, ya sea que la extensión de las rutas llegue a los suburbios de la ciudad, a la zona periurbana o a la rural. En este último caso, en el que precisamente la demanda es generalmente baja, resulta de utilidad la publicación en las paradas de los horarios de transporte y el cumplimiento de los mismos, para optimizar los tiempos de espera de los pasajeros.

3.2.4.6. Otras ventajas de BRT

Estos sistemas BRT se identifican en algunas regiones con otras denominaciones (por ejemplo, Argentina: Metrobus), ya que sus características se desvían de los lineamientos básicos establecidos para esta organización como ya se discutió anteriormente, sin embargo, su funcionamiento eficiente se basa precisamente en que se ajusta a las necesidades particulares del transporte. El concepto abierto se utiliza aquí tanto para la libertad de entrada a los carriles segregados de los autobuses, como para el acceso de los pasajeros a los andenes de las estaciones con pago diferido de los billetes.

En este esquema se puede observar que las líneas no necesariamente utilizan las vías segregadas en toda la extensión del sistema, sino que los vehículos entran y salen del mismo de acuerdo a las rutas establecidas.

Hay que analizar aquí otros aspectos que constituyen la base de este esquema, como es la adquisición del billete que se puede realizar antes del ascenso del pasajero, o por el contrario dentro del vehículo. Sin duda, el ahorro de tiempo en la parada del Autobús en la Estación es importante en el primer caso respecto al segundo, pero esta simplificación lleva a múltiples problemas que en un sistema abierto es conveniente evitar:

- Las empresas que prestan el servicio, entre otras alternativas, pueden ser administradas por el Gobierno o pertenecer al sector privado con o sin subsidio externo. En este último caso, pueden constituir una sola organización o funcionar de forma independiente; de ser así, con la adquisición del billete se percibe directamente el pago realizado dentro del autobús.
- La entrada a los andenes es gratuita y no existen barreras que limiten a los pasajeros; esto puede afectar su seguridad física en áreas con comportamiento antisocial y por otro lado es verificable en muchos ejemplos donde el apiñamiento de los pasajeros constituye situaciones en sí mismas, indeseables para una adecuada prestación del servicio público.
- Sin embargo, el pago de la tarifa en la estación, en lugar del autobús, elimina el retraso causado por los pasajeros que esperan para abonar a bordo.
- El mantenimiento de la infraestructura de puertas y estilos de giro de control de acceso puede ser bastante problemático en ciertos lugares.
- En general, cuando las estaciones están cerradas, funcionan con plataformas centrales y los autobuses tienen puertas de acceso a la izquierda del vehículo. Esto en general no es posible con las unidades existentes en varios países, porque ya tienen una disposición con puertas en el lado derecho. Este inconveniente como ya se ha dicho, en el caso de la Av. 9

de Julio, en la Ciudad de Buenos Aires, se salvó con la circulación de vehículos a la izquierda.

3.2.5. Análisis y scoring del sistema

3.2.5.1.1. Enfoque general

Para caracterizar mejor el rendimiento de la BRT, se han analizado dos tablas de evaluación diseñadas para la comparación internacional:

- El "estándar BRT" emitido por el Instituto de Políticas de Transporte y Desarrollo (ITDP)⁴, basado en las mejores prácticas internacionales;
- El informe titulado "Criterios de evaluación para el funcionamiento del sistema BRT", publicado por el Ministerio de Transporte de China, especifica claramente tanto los parámetros como la metodología de evaluación.

Si bien las dos cuadrículas son similares, proporcionan complementariedad con el estándar BRT a través de un amplio nivel de detalle gracias a un mayor número de indicadores, además de que la cuadrícula china cuenta con un sistema de calificación más preciso (ya que se basa en un continuo y no en incrementos discretos). También hay que tener en cuenta que las evaluaciones paramétricas inherentes a estas cuadrículas se basan en criterios observables más que en datos de campo medibles. En la actualidad, este mecanismo de calificación es el más fiable e imparcial:

- Puede aplicarse durante la fase de proyecto: estos cuadros están diagramados con el objeto de guiar las opciones de diseño previo a la implementación de las actualizaciones del sistema;
- De hecho, las mediciones pertinentes son poco frecuentes, costosas, largas de registrar y con frecuencia, casi imposibles de corroborar de forma independiente.

Para las necesidades del presente análisis, la amplia gama de criterios de calificación en cada cuadrícula ha tenido que ser reagrupada en 6 familias, a saber:

- **Infraestructura:** criterios basados en la escala de diseño de los componentes estructurales del sistema;
- **Planificación de servicios:** criterios que se basan en la elección de las operaciones y la organización de la red;
- **Estaciones y vehículos:** criterios relacionados con las estaciones y vehículos de la red BRT;
- **Accesibilidad e Intermodalidad:** criterios que califican la interconexión del BRT con los otros modos de transporte, más una medida de accesibilidad universal;
- **Comunicación:** criterios específicos para la información y la imagen de la red;
- **Desempeño:** criterios relativos al conjunto de resultados obtenidos que implican mediciones realizadas después de la implementación del proyecto.

⁴ El Instituto ITDP, responsable del desarrollo de esta grilla, es una organización mundial sin fines de lucro que ofrece su experiencia técnica en sistemas de transporte.

Cuadro 3: Comparación de los criterios introducidos tanto en el PIDT como en las redes del Ministerio chino

Classified Aspects	ITDP Standard	Chinese evaluation grid
Service planning	- Inadequate commercial speed (-10)	- Peak hour travel speed (9)
	- Service optimization (-6)	- Passenger density (7)
	- Use of dedicated right-of-way by the other lines (4)	- Operations assistance system (6)
	- Types of service (3)	- Peak hour load (3)
	- Safety-related services (3)	
	- Service demand profile (3)	
	- Low peak frequency (-3)	
	- Low frequency (off-peak) (-2)	
	- Primary transportation corridor (2)	
	- Hours of service operations (2)	
	- Evolution in use of the corridor (2)	
	- Unsafe sharing with cyclists (-2)	
Total	42 points / 163	25 points / 100
Infrastructure	- Dedicated right-of-way (8)	- Proportion of reserved lanes (12)
	- Busway alignment (8)	- Priority at intersections (7)
	- Intersection treatment (7)	- Surface area allocated for bus maintenance (3)
	- Passing lane at stations (3)	
	- Station setback from the intersections (3)	
	- Central station position between the two lanes (2)	
	- Pavement quality (2)	
Total	33 points / 163	22 points/ 100
Stations/Buses	- Ticketing system (8)	- Ticketing system (7)
	- Boarding platform (7)	- Spacing between bus and platform (7)
	- Distance between bus and platform (5)	- Ratio of clean vehicles (2)
	- Number of bus doors (3)	
	- Station safety and comfort (3)	
	- Pollutant emissions from buses (3)	
	- Distance between stations (2)	
	- Docking bays (1)	
	- Sliding doors to access buses (1)	
Total	33 points / 163	16 points/ 100
Communication	- Brand image (3)	- Information system (6)
	- Passenger information (2)	
Total	5 points / 163	6 points/ 100
Accessibility and intermodality	- Network integration with other transportation modes (4)	- Interconnection with the stations (7)
	- Universal access (3)	- Public transit network coverage (5)
	- Pedestrian access and safety (3)	
	- Bicycle lanes and bicycle sharing programs (3)	
	- Secured bicycle parking (2)	
Total	15 points / 163	12 points/ 100
Performance	- Poor maintenance (-14)	- Passenger satisfaction (7)
	- Low number of passengers (-5)	- Rate of punctuality (6)
	- Passenger overload (comfort) (-5)	- Accident ratio (3)
	- Encroachment of the reserved lane by other users (-5)	- Per-station density (3)
	- Bunched buses (regularity) (-4)	
	- Lack of safety-related data (-2)	
Total	35 points / 163	19 points/ 100
Total score	163 points	100 points

Este paso de clasificación produce una jerarquía y ponderación muy similar de las seis familias entre las dos cuadrículas analizadas, al tiempo que se destacan dos grupos distintos.

Comparación de las ponderaciones familiares de la evaluación entre el PDIT y las cuadrículas del Ministerio chino

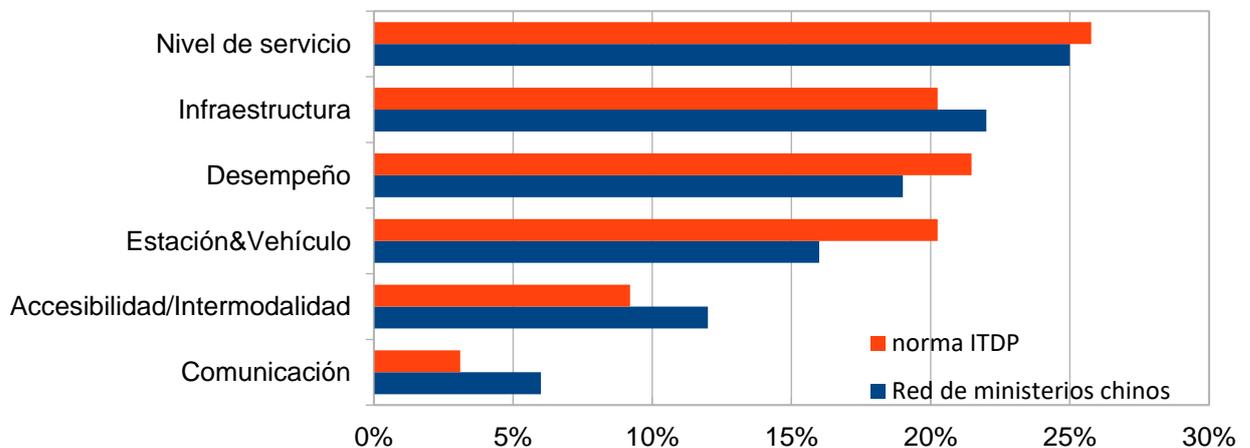


Figura 45 : Ponderación relativa de las familias de criterios en las tablas de evaluación del BRT

La figura 45 muestra que la Comparación de las ponderaciones entre las familias de evaluación entre el ITDP y las redes del Ministerio chino - Planificación de servicios - Infraestructura - Rendimiento - Estaciones y vehículos - Accesibilidad / Intermodalidad - Comunicación - Estándar ITDP - Red china.

El primer grupo está formado por familias con una influencia significativa en la calificación acumulativa (>15%), a saber, planificación de servicios, infraestructura, rendimiento y estaciones y vehículos. El segundo grupo destaca la accesibilidad/intermodalidad y la comunicación, consideradas por ambas redes como menos críticas. Cada familia se compone de criterios poderosos, definidos como característicos de más del 4% de la puntuación total, y criterios débiles. Los poderosos criterios representan el 61% del total en la red ITDP y el 86% en la red del Ministerio chino. En un esfuerzo por mejorar la eficiencia, el resto del presente análisis se centrará en estos criterios de máxima prioridad en cualquier proyecto BRT, proporcionando un desglose detallado de cada una de las cuatro familias más relevantes.

3.2.5.2. Análisis del componente "Infraestructura"

Los criterios relativos a la infraestructura son vitales para calificar un BRT; ejercen un impacto indirecto en el resultado de muchos otros criterios.

Un derecho de paso dedicado parece ser la base esencial de cualquier proyecto. Tal posibilidad provee una circulación de autobuses sin restricciones, minimizando las interacciones con los otros modos de transporte. En realidad, un viaje en BRT es más rápido que el mismo viaje en un coche privado, que sigue moviéndose a través de la congestión de la carretera. Ambas cuadrículas atribuyen el mismo nivel de importancia a la disponibilidad de tales derechos de paso, aunque los dos enfoques adoptados difieren. La red ITDP impone la introducción de **una separación física de los carriles**, mientras que la red china permite una alternativa, con un carril reservado adyacente a los carriles de circulación general y equipado con **un sistema de vigilancia por vídeo**.

La alineación de los carriles en la calzada es otro factor clave para el éxito de una red BRT. Un carril bus que corre en el eje central del camino, encuentra menos fricción con los otros vehículos, acortando así los retrasos experimentados en los cruces de carreteras. Por otro lado, una posición tan central requiere un particular diseño de la estación .

Para reducir considerablemente el tiempo perdido en el cruce de las carreteras, es necesario dar **prioridad al BRT en todos los cruces** (aquí debe tenerse en cuenta especialmente lo ya planteado respecto a los semáforos sincronizados). Este tratamiento sirve para evitar paradas en los semáforos y, al mismo tiempo, aumentar la velocidad comercial y la regularidad del sistema de transporte.

La infraestructura es la parte visible de una red BRT. Refleja la intención de las autoridades públicas de mejorar la vida cotidiana y, además, debe inspirar a los residentes locales a cambiar sus hábitos de viaje. Sin embargo, los costos de construcción de infraestructura son extremadamente altos y los presupuestos del sector público son a menudo limitados. Por lo tanto, es necesario llegar a un compromiso entre un mayor acceso a las poblaciones locales y las limitaciones de la aplicación en las zonas urbanas, y las prioridades deben introducirse paulatinamente, según proceda. Las mejoras urbanas también deben adaptarse a una necesidad identificada, lo que implicaría potencialmente dejar que los vehículos BRT se mezclen con el tráfico general en sectores libres de congestión. Por último, aparte de sus gastos, la inversión en infraestructura es típicamente irreversible y, por lo tanto, debe planificarse a largo plazo, de manera coherente con la política de desarrollo de la ciudad.



Figura 46 : Sistema BRT operando en Belo Horizonte (Brasil)

3.2.5.3. Análisis del componente "estaciones y vehículos"

La otra parte visible de una red BRT comprende sus estaciones y vehículos. La instalación de estaciones de alta calidad constituye un incentivo para hacer un mayor uso de la red de transporte público.

El diseño de la estación es estratégico para un proyecto de BRT ya que la ubicación de la estación ejerce un impacto directo en la alineación del carril de la vía de autobuses. Aunque puede ser preferible que el carril dedicado se coloque en el centro del pavimento (por razones de rendimiento), este no es el caso de las estaciones. Concretamente, una estación situada a lo largo del bordillo de la acera facilita el acceso peatonal dada la proximidad de los edificios; mientras que las estaciones situadas en el centro de una vía pública (las llamadas estaciones medianas) crean dificultades de acceso (tanto en términos de tiempo como de peligro al cruzar la carretera).

Si se decidiera una estación mediana, las autoridades de tránsito locales tendrían que establecer instalaciones que simplifiquen el acceso a la misma (paso subterráneo, pasarela, etc.) que sean tan rápidas como un cruce directo en superficie; de lo contrario, se harían intentos peligrosos de llegar a la franja mediana a pesar de estar prohibida. Además, un trazado a lo largo de cada lado del pavimento implica duplicar las mejoras para dar servicio a cada dirección del tráfico, mientras que los servicios de la estación a lo largo de una franja mediana dan cabida a ambos lados.

La accesibilidad de las estaciones es otro factor crucial que facilita el embarque y desembarque de los vehículos de tránsito. Un pequeño espacio (horizontal y vertical) puede ampliar la accesibilidad y garantizar que todos los usuarios (incluidos los discapacitados) puedan disfrutar del uso del sistema de bus con total seguridad. Sin embargo, la reducción de esta distancia podría generar el riesgo de una colisión menor entre el autobús y la estación, lo que requeriría medidas de acompañamiento, tales como formación adicional de los conductores y/o tecnologías a bordo para ayudar a los conductores en el atraque.



Figura 47 : Guiado óptico en una parada dentro del sistema TEOR en Rouen

Además, la red BRT debe ofrecer **un sistema de ticketing en la estación**. Este sistema ahorra tiempo a los conductores y aumenta la velocidad comercial de la línea. Deberá diseñarse de manera que se eviten las colas en la red (para ajustarse a la densidad prevista de pasajeros). La venta de billetes en la estación también presenta otras ventajas, como la generación de ingresos de la red, la recopilación de datos de operaciones y una función de disuasión del fraude.



Figura 48 : Cola en una parada de la línea Transmilenio en Bogotá (Colombia); el sistema de billeteaje no ha sido diseñado para este tipo de usuarios

3.2.5.4. Análisis del componente "Vehículos de planificación de servicios"

La planificación de servicios es la familia de criterios a la que se le atribuye la mayor ponderación (> 25%) en las calificaciones de los proyectos BRT. Para obtener resultados satisfactorios, el BRT debe tener como objetivo un alto nivel de servicio, el cual será realizado a través de un conjunto de acciones eficientes dirigidas a distinguir más fácilmente la oferta del BRT de las líneas de autobuses estándar.

El criterio principal dentro de la familia de planificación de servicios es **la velocidad comercial de los autobuses**, que debe ser bastante alta tanto para asegurar que el BRT siga siendo atractivo en relación con los otros modos de transporte como para desencadenar un cambio modal. El proyecto necesita minimizar el tiempo perdido a lo largo de la ruta del autobús. La evaluación de este criterio se basa principalmente en el tipo de diseño de la infraestructura (derecho de paso, prioridad en las intersecciones, alineación de las líneas de autobús), pero los criterios específicos de la estación también siguen siendo muy importantes (accesibilidad, emisión de billetes, etc.).

El otro indicador básico es el de los **flujos de pasajeros** (en este caso, el número de pasajeros por vehículo). El diseñador del sistema debe dimensionar el servicio para cumplir con los conteos de densidad de pasajeros estimados a partir de los estudios de tráfico, optando por el mejor compromiso entre llenar los vehículos de tránsito a una capacidad cercana y asegurar una frecuencia constante en la línea BRT. Un servicio subóptimo será exhibido por autobuses sobrecargados o gastos innecesarios. Por lo tanto, las autoridades de tránsito deben adaptar sus recursos operativos (vehículos, etc.) a la naturaleza específica de la demanda.

Para mejorar el sistema de transporte público en general y generar un retorno positivo de las inversiones en infraestructura, el proyecto debe buscar **la convergencia de líneas de autobús estándar paralelas en la infraestructura del BRT**. Esta configuración pondrá el sistema a disposición de los usuarios que viven en zonas no cubiertas por el servicio BRT durante una parte de su viaje y, por lo tanto, reducirá el tiempo de viaje. Todavía hay que encontrar un equilibrio para que las líneas de autobús estándar no afecten negativamente al rendimiento de la línea BRT.

Otro factor que puede influir en gran medida en la calidad de la planificación de los servicios de la red BRT **es el sistema de asistencia a la explotación**, que proporciona una visión general de los autobuses que circulan por toda la red. Los operadores de la sala de control pueden tomar el control en cualquier momento, en particular regulando el número de vehículos en circulación. Esta función de asistencia alimenta a menudo el sistema de información al pasajero, que a su vez muestra actualizaciones en tiempo real (paneles a lo largo de los itinerarios, información web, etc.) y constituye una parte muy importante de la familia de criterios de "comunicación".

3.2.5.5. Análisis del componente "Performance"

Los criterios relacionados con el rendimiento sólo se pueden medir una vez que se ha implementado un sistema BRT. Su calificación está estrictamente correlacionada con el logro de los objetivos citados en los criterios anteriores.

El criterio fundamental en el rendimiento de un sistema BRT es el **mantenimiento de la infraestructura**. La seguridad de los pasajeros debe garantizarse mediante vehículos, aceras y estaciones en buen estado de funcionamiento. Para mantener la confianza en el alto nivel de

servicio ofrecido por su sistema BRT, los usuarios no pueden percibir ninguna disminución de la calidad con el paso del tiempo. Además, la calidad de la infraestructura influye en la formación potencial de autobuses agrupados y, en consecuencia, en la regularidad del servicio.

El uso ilícito del carril reservado también puede socavar el rendimiento de una red BRT. Dado que los usuarios no autorizados pueden causar cuellos de botella o accidentes, sería necesario introducir medidas disuasorias potentes. El éxito de este criterio depende directamente de las opciones de configuración de la infraestructura (separación física vs. sistema de control).

El proyecto debe evitar, sin falta, **un flujo de pasajeros que no alcanza el objetivo de diseño por muy pocos o demasiados**. Una red sobrecargada indica que el suministro no puede satisfacer las necesidades de los usuarios y reduce su nivel de comodidad. Por otro lado, los números de flujo inadecuados sugieren un servicio defectuoso e implican ineficiencias en el sistema. En este caso, las autoridades de tránsito deben reorganizar la planificación para aumentar el atractivo de la red y satisfacer las necesidades de la población local.

La satisfacción de los pasajeros también es fundamental para el éxito de un proyecto de BRT. Las respuestas favorables de los pasajeros pueden elevar el perfil de la red y aumentar su número de pasajeros o cuando la respuesta es desfavorable, disuadir a los nuevos pasajeros, ya sean ocasionales o regulares. Sin embargo, es importante medir este nivel de satisfacción de manera representativa. Como ejemplo del ejemplo de Transmilenio en Bogotá, esta red obtiene apenas una calificación promedio entre las opiniones expresadas en Google, mientras que su BRT se encuentra entre las más altas en la evaluación del ITDP, especialmente en lo que se refiere a criterios de desempeño. Este hallazgo demuestra que una simple percepción técnica puede diferir significativamente de la de los usuarios, por lo que es necesario recoger con gran precisión la satisfacción y las expectativas de éstos.

3.2.6. Estudio de caso sobre la Prioridad de Autobús y el Manual BRT

Para completar el análisis de los casos estudiados, se analizará un corredor BRT desarrollado en una ciudad europea, donde la falta de espacio público implica un problema para la construcción de la infraestructura necesaria para prestar un servicio eficiente. Se trata de la ciudad de Eindhoven, en los Países Bajos, con una población de aproximadamente 220.000 habitantes.

Debido a la forma urbana de la ciudad europea, el desarrollo del corredor BRT fue un reto bastante difícil. La falta de espacio en las calles generó muchos conflictos entre los diferentes grupos de interés, por lo que se tuvieron que emplear varias soluciones de planificación innovadoras para reasignar el espacio y construir una carretera dedicada. También se están probando medidas como el techo verde de la carretera para apoyar la resistencia a los cambios climáticos.



Figura 49 : Corredor BRT en Eindhoven con el nuevo VDL e-Bus (Autor: Ivo Dostàl)



Figura 50: Cubierta verde sobre la calzada del BRT (Autor: Ivo Dostàl)

Este corredor, que tiene una extensión de 15 km, fue inaugurado en 2003, pero recientemente se estableció una infraestructura del tipo BRT, con una demanda diaria de 12.000 pasajeros.

El sistema ha sido diseñado con andenes que permiten el acceso al transporte a través de la puerta adecuada, en un total de 32 estaciones. La posición de los carriles segregados está en el centro de la carretera de circulación.

Se compraron vehículos articulados avanzados llamados Phileas para dar servicio al corredor recientemente establecido. La velocidad media del autobús en la ruta es de aproximadamente 21 km/h y el sistema de control del semáforo tiene tecnología inteligente. La prioridad del bus es de tipo fijo, es decir, permite el avance del transporte sólo en las fases programadas.

(Nota: Phileas recibe el nombre de Phileas Fogg, el protagonista de La Vuelta al Mundo en Ochenta Días de Julio Verne por su alta velocidad y capacidad para llegar a tiempo).



Figura 51 :Nuevo Bus Totalmente Articulado

Los vehículos Phileas se utilizaron hasta el 11 de diciembre de 2016, con interrupciones debidas a problemas técnicos, hasta que se compraron 43 autobuses articulados totalmente eléctricos totalmente nuevos con carga rápida utilizando pantógrafos montados en el techo en funcionamiento, lo que los convierte en una de las flotas de autobuses electrónicos más grandes de Europa. La característica más importante del autobús es la recarga de la batería por medio de inducción electromagnética, lo que significa que la batería se puede hacer mucho más pequeña y, por lo tanto, menos pesada y perjudicial para el medio ambiente.



Figura 52 :Infraestructura de las vías de circulación adaptada al espacio limitado disponible en el área de los parques

Por último, se trata de un verdadero ejemplo de empresa en la que el desarrollo de una moderna organización del transporte público se combina con una infraestructura que se adapta perfectamente al escaso espacio público disponible, un sistema de control inteligente que ajusta las actuales directrices de los STI y el uso eficiente de la energía eléctrica para la tracción del motor con el beneficio de cuidar el medio ambiente.

3.2.7. 4. Conclusiones

La priorización del transporte público en relación con la movilidad sostenible es esencial en la estrategia para mejorar la circulación del tráfico en las zonas urbanas.

En los estudios que se están llevando a cabo sobre el tema, debe basarse en una encuesta sobre la situación de los servicios de transporte, a través de estadísticas fiables, su desarrollo en la región urbana establecida y la eficiencia con la que se proporcionan, así como en una evaluación de los problemas que deben corregirse.

Una vez que se disponga de este punto de partida, se podrán desarrollar las líneas de actuación en el marco de la evaluación de un estudio de impacto ambiental o de tránsito. Dentro de todo esto, se deben priorizar las acciones de bajo costo para responder a las demandas más urgentes, sin comprometer la coherencia de un proyecto global.

Cuando las propuestas posteriores den como resultado mayores inversiones e impactos en el espacio público, es conveniente analizar varias alternativas que brinden soluciones que optimicen la operación del tráfico y proporcionen el mejor rendimiento de los recursos disponibles.

La mejora del servicio de transporte es una prioridad, pero deben evaluarse los impactos negativos que pueden generar, ya que en ocasiones la afectación del espacio público provoca daños o congestiones en el resto del tráfico segregado.

El sistema BRT ha supuesto un avance muy importante en la modernización del transporte urbano. Si en su desarrollo se observan problemas, que se generan en la necesaria reasignación del espacio vial en determinadas calles, o por la existencia de una infraestructura viaria como puentes, túneles, pasos a nivel, etc., donde no es posible la segregación del tráfico, se debe evaluar la alternativa de abrir el sistema para el uso compartido del espacio viario.

En relación con las necesidades de transporte de las grandes áreas metropolitanas, éstas continuarán creciendo en las próximas décadas. Por lo tanto, los problemas de la expansión urbana, la congestión y la contaminación seguirán siendo graves en los entornos urbanos y suburbanos. Por lo tanto, es esencial tomar medidas urgentes en favor de las poblaciones locales. Las estrategias actuales más eficaces se refieren a la optimización de la infraestructura existente, junto con la transferencia modal hacia modos compartidos (transporte público y uso compartido del coche). Desde esta perspectiva, el diseño de los sistemas BRT ofrece una solución operativa posible.

Sin embargo, para implementar un proyecto eficiente, los diseñadores necesitan demostrar dominio sobre el conjunto principal de criterios que determinan el éxito de estas actualizaciones del sistema. El análisis que aquí se presenta ha servido para caracterizar los criterios básicos que dictan el éxito de una red BRT; éstos comprenden los aspectos técnicos del proyecto (a saber, infraestructura, planificación de servicios, estaciones y rendimiento), y los factores más influyentes han sido expuestos en detalle. No obstante, el conjunto de criterios secundarios también desempeña un papel en la consecución de los objetivos asignados. El reconocimiento de todos estos elementos es fundamental para desarrollar un sistema de transporte de alto rendimiento.

Sin embargo, lo que está en juego en una red BRT va más allá de estas consideraciones. El proyecto debe adaptarse a su contexto de aceptación. Ninguna forma de BRT puede ser

diseminada por todo el mundo. Por ejemplo, en las ciudades históricas de Europa, sería muy complicado insertar un proyecto a gran escala en el tejido urbano. Se hace necesario identificar una forma adaptada capaz de satisfacer una demanda más dispersa, lo que implica un equipo de diseño con un conjunto de habilidades multidisciplinares y una estrecha supervisión de las decisiones de gestión de proyectos.

Como con cualquier proyecto de transporte, un BRT requiere una visión a largo plazo de la planificación regional. Las políticas de transporte se limitan con demasiada frecuencia a la escala del alcance del proyecto y tienden a enfatizar las instalaciones parciales que no satisfacen plenamente las necesidades (tanto actuales como futuras) de las poblaciones locales. Hay mucho en juego y la urgencia es indiscutible, lo que significa que el desafío debe afrontarse con ambición y competencia.

Finalmente, en este Informe se han descrito dos metodologías para medir los resultados de la implantación de un Servicio de Transporte BRT, que es una herramienta muy eficaz para evaluar cuantitativamente el rendimiento de la infraestructura ejecutada y el consiguiente funcionamiento del Sistema.

3.3. HOV HOT CARRILES ADMINISTRADOS

Este capítulo se suma a los estudios técnicos desarrollados en el pasado informe "Cuestiones clave para mejorar las estrategias de movilidad en las grandes zonas urbanas" del 4 de noviembre de 2015.

- Carril HOV : Carril para vehículos de alta ocupación. Estos carriles están reservados para uso compartido de vehículos y no están sujetos a peaje.
- Carriles HOT : Carriles de peaje para alta ocupación

3.3.1. Inventario de los carriles administrados en los Estados Unidos

3.3.1.1. Los carriles HOV

Los carriles HOV en las autopistas son los más desarrollados en los EE.UU., utilizados principalmente por los vehículos compartidos. Estos carriles HOV se han implementado a partir del año 1973. Geográficamente, se concentran en las áreas urbanizadas más grandes alcanzado a 24 Estados que representan el 75 por ciento de la población del país e incluyen más de 6.000 km de carriles HOV existentes en los Estados Unidos (Figura 53).

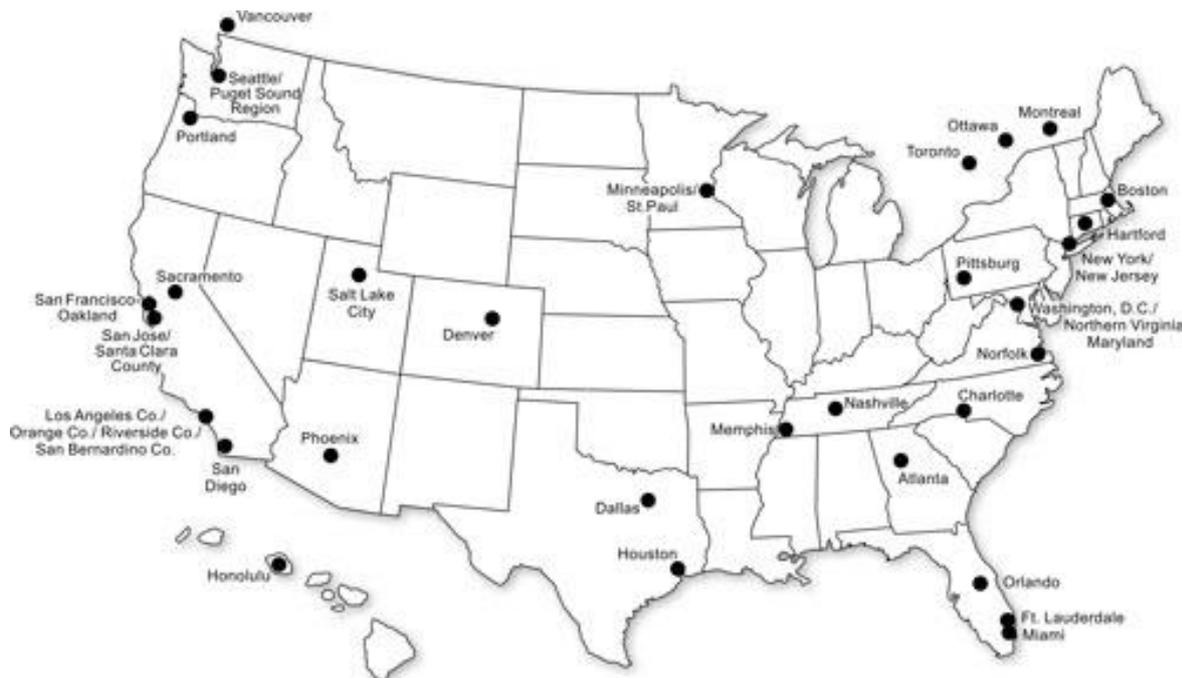


Figura 53: Ubicación de las principales áreas metropolitanas donde se encuentran los carriles reservados

(Fuente: US Federal Highway Administration)

La presencia de carriles HOV es una importante herramienta de *Gestión de la Demanda de Transporte* (TDM, por sus siglas en inglés) para promover el uso compartido y el tránsito, apoyando un cambio modal lejos del vehículo de un solo ocupante, reduciendo los viajes de los vehículos y, a su vez, disminuyendo la congestión del tráfico y las emisiones de los vehículos. Además, los carriles HOV, al mover vehículos de alta ocupación, pueden transportar más pasajeros por hora que los carriles de uso general, lo que aumenta la capacidad de la carretera. En el Cuadro 2 se presentan los datos de utilización de algunos carriles HOV ubicados en las principales áreas metropolitanas en 2004.

Cuadro 4: Volumen de tráfico en los carriles HOV (hora punta)

Fuente: Administración Federal de Carreteras de EE.UU.

Datos sobre los carriles HOV (valores medios 2000 - 2004)	Número de carriles por dirección	Autobús		uso compartido del coche		Total de pasajeros (Autobús + Carpooling)	
		Vehículos	Pasajeros	Vehículos	Pasajeros	Total	por carril
Ciudad	HOV						
I-10 San Bernardino - LOS ANGELES	2	70	2750	1217	3840	6590	1648
I-394 - MINNEAPOLIS	1	79	1846	1403	2945	4791	2396
I-10 - HOUSTON	3	39	1445	1011	2264	3709	618
US 290 - HOUSTON	1	22	1095	1168	2450	3545	1773
I-45 - HOUSTON	1	58	2620	1160	2547	5167	2584
I-395 - NORTE DE VIRGINIA	2	118	3085	2654	8212	11297	2824

I-66 - VIRGINIA DEL NORTE	2	16	484	3405	6486	6970	1743
I-80 - CONDADO DE ALAMEDA	3	83	2905	2306	7179	10084	1681
I-5 Norte - SEATTLE	1	64	2600	1170	3040	5640	2820
SR 520 - SEATTLE	1	56	3140	210	500	3640	1820
I-30 - DALLAS	1	24	370	946	1980	2350	1175
I-35E/US 67 - DALLAS	1	16	400	1205	2556	2956	1478

A pesar de sus ventajas en términos de número de pasajeros por hora y por carril, parece que la eficiencia de los carriles HOV podría optimizarse en términos de número de vehículos.

3.3.1.2. Desde carriles HOV hasta una variedad de carriles de acceso controlado

En la última década, la comercialización de las nuevas tecnologías ha creado nuevas oportunidades para la gestión de las carreteras utilizando antiguos principios económicos. La aplicación de estos conceptos innovadores ha demostrado inequívocamente que las carreteras congestionadas pueden gestionarse con mayor eficacia y ampliar las opciones de los usuarios. Estas aplicaciones vienen en una variedad de nombres - carriles administrados, carriles de peaje de alta ocupación (HOT), carriles expresos y carreteras inteligentes.

Las opciones de peaje y precios tienen el potencial de resolver los problemas de congestión y generar ingresos.

Las palabras "peaje", "tarificación", "precios de valor", "precios de congestión" y otras, a veces se utilizan indistintamente, pero han adquirido significados sutilmente diferentes en la comunidad del transporte.

- El peaje es un término amplio que se refiere a cualquier tipo de tarifa de usuario directo en el transporte por carretera. (aunque un peaje variable también puede tener otros objetivos políticos).
- La tarificación, por otra parte, se refiere específicamente a la utilización del importe del peaje para lograr algún otro objetivo, generalmente el alivio de la congestión o un flujo de tráfico fiable.

Aunque la comunidad de analistas del transporte está llegando a entender esta distinción, esta sutileza se suele perder en el público en general, que a menudo reacciona negativamente a la idea de "fijación de precios" para hacer cualquier otra cosa que no sea generar ingresos.

3.3.1.3. Carriles HOT

La conversión de carriles HOV a carriles HOT : El concepto de carriles HOT es un carril administrado que combina el HOV con estrategias de precios para mejorar las operaciones de las instalaciones. A diferencia de los carriles HOV, los carriles HOT permiten que los vehículos de un solo ocupante o más pero debajo del nivel autorizado, de un ocupante más bajo adquieran el derecho a circular por los carriles HOV y así optimizar la capacidad de éstos y hacer que toda la instalación funcione de manera más eficiente. Convertir los carriles HOV en carriles HOT es relativamente económico, pero no genera ingresos significativos. Con frecuencia, los vehículos de bajas emisiones también son gratuitos.

También se pueden añadir carriles HOT a las instalaciones de acceso limitado. Esto puede mejorar el rendimiento del sistema y potencialmente generar más ingresos. Sin embargo, estos proyectos requieren construcción de capital y por lo tanto tienen mayores costos de capital que las conversiones directas de HOV a HOT.

Una decisión clave en cuanto al potencial de ingresos que tendrá un carril HOT es qué nivel de ocupación se requiere para obtener un viaje sin cargo. A medida que se dispone de menos capacidad para ser vendida dentro del carril, el potencial de ingresos correspondiente del carril disminuye.

3.3.1.4. Carriles exprés

Los carriles exprés operan en el mismo corredor que los carriles de uso general no tarifados, pero cobran un peaje por un viaje no congestionado. No tienen descuentos para HOVs. Requieren un alto nivel de congestión en los "carriles libres" para generar importantes cantidades de ingresos.



Figura 54: Carriles exprés en Georgia

3.3.1.5. Una amplia variedad de carriles

En algunos casos, estos carriles sólo funcionan durante las horas punta. También podemos observar carriles reversibles, y por "carriles administrados" entenderemos todos aquellos tipos de carriles "libres de congestión".



Figura 55: Numerosos proyectos de carriles administrados están en desarrollo en todos los Estados Unidos.

3.3.2. De los proyectos individuales a las redes "libres de congestión"

Si nos fijamos en la suma de todos esos tipos de carriles, parece que muchas grandes áreas urbanas en los Estados Unidos están planificando y construyendo grandes redes de instalaciones de carriles HIOV/HOT/Express conectados, con el propósito de mejorar las condiciones de transporte entre el área urbana y su zona de influencia.

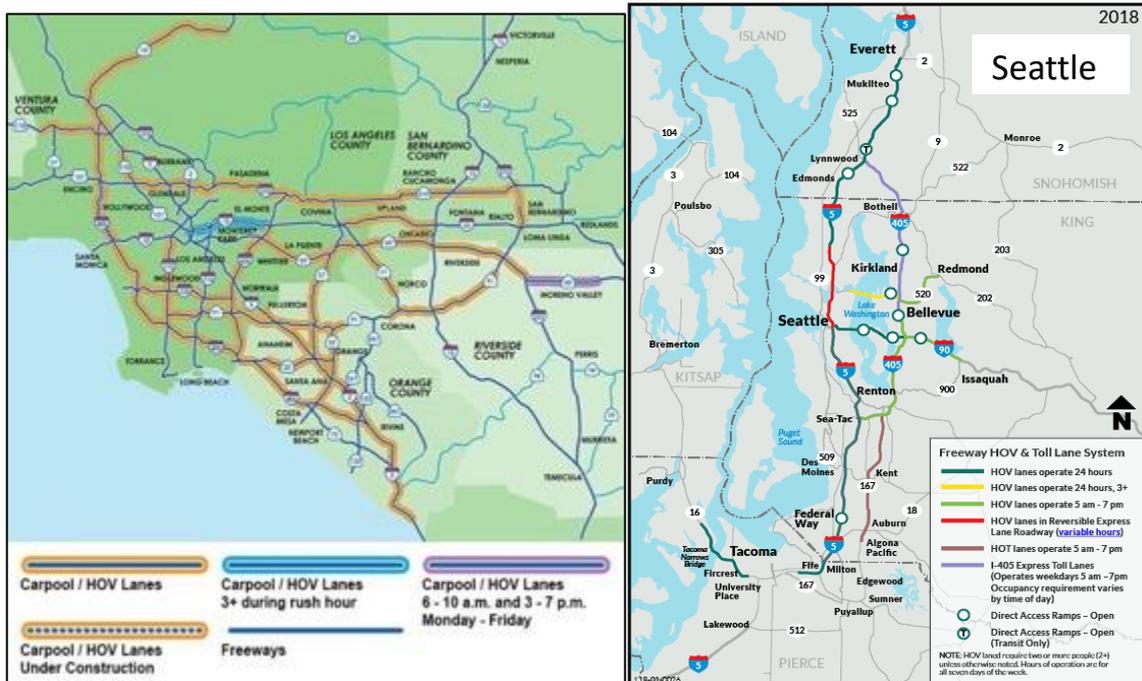


Figura 56: Las redes de carriles administrados en Los Ángeles y Seattle se componen de diferentes tipos de carriles (HOT, HOT, Express,...)

Para aumentar las ventajas de estos carriles de acceso controlado, se han previsto intercambios exclusivos.



Figura 57: Intercambio dedicado en Washington I 405

3.3.3. Conclusión

El sistema de carriles administrados ha demostrado su eficacia y la Política Federal ha puesto en marcha políticas para fomentar su desarrollo. La Ley FAST otorga autoridad para cobrar peajes y precios a los vehículos automotores.

- Para financiar la construcción/reconstrucción
- Promover el uso eficiente de las carreteras
- Para reducir la congestión del tráfico
- Mejorar la calidad del aire

Hay cuatro programas diferentes disponibles:

- Value Pricing Pilot Program (VPPP) : Proporciona autoridad, pero no financiación.
- Carriles HOV/HOT (Sección 166)
- Programa General de Peajes (Sección 129)
- Programa Piloto de Reconstrucción y Rehabilitación del Sistema Interestatal
- Permite el peaje de hasta tres Interstates, pendientes de requisitos y aprobación.
- Slots actualmente ocupados por Carolina del Norte, Virginia y Missouri

Estos programas pueden proporcionar autoridad para implementar precios de congestión si los fondos de transporte de ayuda federal están apoyando un proyecto.

3.4. CENTROS DE TRÁNSITO MULTIMODAL

3.4.1. Introducción

Las agencias de transporte en las ciudades tienen generalmente una integración apropiada de los modos de transporte público, con intercambios multimodales: la estación central de ferrocarril está conectada a una estación de metro y / o estaciones de autobuses, las estaciones de metro están conectadas a estaciones de autobuses. Este tipo de integración es generalmente tomado en consideración por las agencias de carreteras, pero la integración de las necesidades de transporte de tránsito entre las áreas urbanas y su hinterland es más difícil, y TCB 3 decidió centrarse en ella.

Las grandes áreas urbanas se enfrentan a una congestión de tráfico cada vez mayor en las redes de carreteras y muchas metrópolis están intentando implementar sistemas de transporte intermodal, con el propósito de reducir el uso del automóvil, las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación local.

La integración modal juega un papel fundamental, pero como se explica en el capítulo "la demanda" la mayor parte de la congestión del tráfico se debe a los viajes de larga distancia entre un área urbana y su hinterland; por lo tanto, es necesario coordinar los servicios públicos y privados, los modos de transporte por carretera y ferrocarril, y a través de las diversas comunidades que operan las redes de transporte. Esto da una idea de la complejidad de la integración modal.

3.4.1.1. Casos de estudio

Se analizaron los siguientes casos de estudio:

- 7 centros de tránsito multimodal en Madrid (España)
- 1 centro de tránsito multimodal en Sendai (Japón)
- 2 centro de tránsito multimodal en Seúl (Corea del Sur)
- 1 centro de tránsito multimodal en Toulouse (Francia)

También se ofrecen algunos ejemplos de instalaciones de parques y rutas en las carreteras de las zonas rurales.

3.4.1.2. Observaciones

En muchos países europeos y asiáticos, la integración multimodal para la "duración de los viajes intermedios" se basa en el siguiente patrón:

- Líneas de tren de cercanías radiales con estaciones de tren en ciudades pequeñas
- Líneas de autobuses de enlace en localidades pequeñas conectadas a la estación de tren (y/o servicios de bicicletas)

Este modelo necesita una alta frecuencia de servicios en las horas punta, y puede dar buenos resultados en caso de una demanda importante: este es el caso en áreas metropolitanas muy grandes como Tokio o París.

Pero en las ciudades de tamaño medio como el grupo de ciudades francesas estudiado en el capítulo "la demanda" da resultados limitados (reparto modal para los viajes de ida y vuelta inferior al 10% para el transporte público).

3.4.2. Estudios de caso sobre los centros de tránsito multimodales

3.4.2.1. Caso Madrid (España)

Madrid es una ciudad de 608 km² y 3,2 millones de habitantes. La región de Madrid tiene una superficie de 8000 km² y una población de 6,4 millones de habitantes.

En Madrid, la agencia de transporte regional desarrolló un modelo de "BRT y ferrocarril" en el que los servicios de transporte público de larga distancia por ferrocarril y carretera de Suburban están conectados a la red de transporte público urbano.

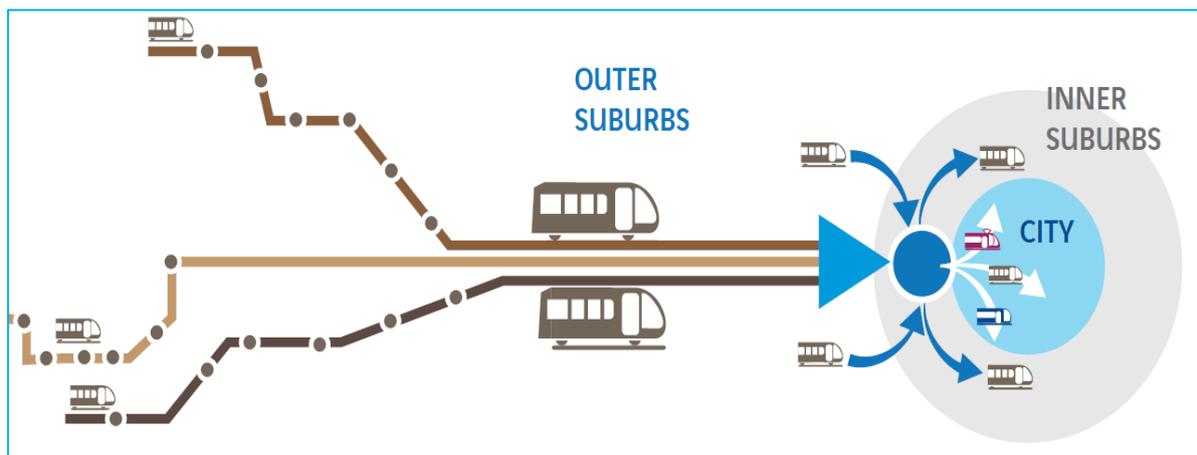


Figura 58: El "modelo de autobús y ferrocarril" de Madrid consiste en líneas de autobús de cercanías de larga distancia conectadas a la red de autobuses urbanos y de metro a través de Centros de Tránsito Multimodal.

Este modelo de Centro de Tránsito Multimodal (CTM) se basa en la coordinación entre las diferentes escalas de la red de transporte público (urbano, suburbano, de larga distancia). Otro punto importante es que el MTC de Madrid forma parte de un sistema de transporte público dedicado a los habitantes de la segunda corona del área metropolitana (véase el apartado 2.3.3.4 sobre la estrategia de transporte de la Comunidad de Madrid).

Las características principales de estos MTC se resumen en la ilustración 29, y podemos notar que en 6 MTC de los 7, están ubicados en una línea circular de metro. En Corsés también hay estaciones de tren conectadas a la red de metro, y facilidades "park and ride", pero los MTC están dedicados principalmente a las necesidades de los viajeros y los aparcamientos no son el principal modo de acceso a estos MTC.

También están situados cerca de la carretera principal considerada como "corredores" donde pueden continuar los autobuses suburbanos e interurbanos. Se pronosticaron carriles especiales, pero sólo uno está en funcionamiento. El acceso del MTC para los autobuses (que pueden ser difíciles con la congestión en los centros urbanos) también se considera, especialmente para las líneas de cercanías, con la creación de túneles de unos 200 a 1200 metros que conectan el MTC y la entrada de la autopista con el fin de evitar paradas y optimizar el tiempo de viaje de los autobuses.

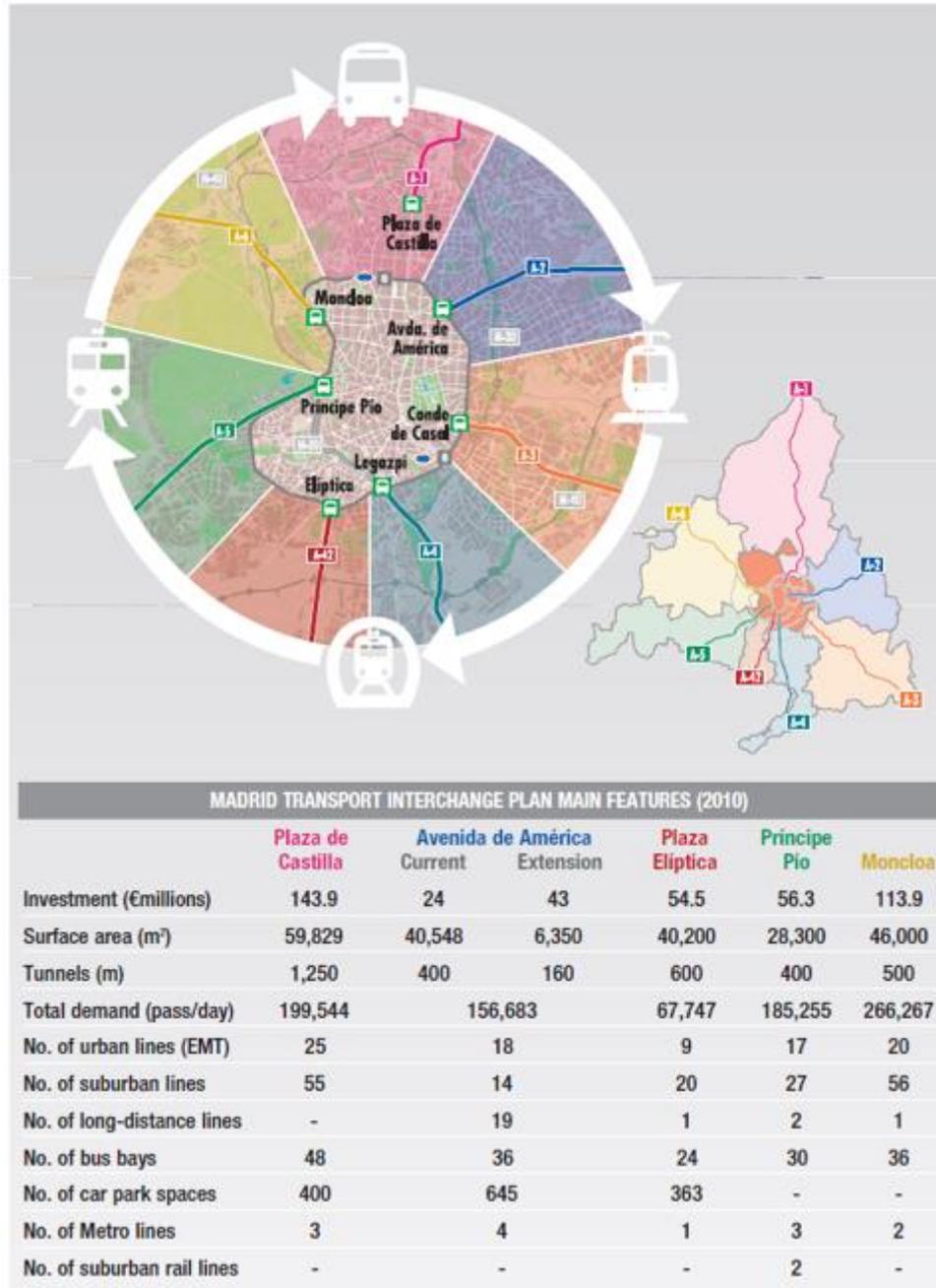


Figura 59: El Plan de Intercambios de Transportes de Madrid y las principales características de los centros de tránsito multimodal (<https://www.crtm.es/media/157716/wreference-2013nov-web.pdf>)

El diseño de estos MTC está hecho para optimizar los flujos y hacer más fácil la transferencia de pasajeros de un modo a otro. Están formados por varios niveles de metro con un modo por nivel: generalmente las líneas de autobuses urbanos están en la superficie, los suburbanos y de larga distancia están en el nivel -1 y los de metro en el nivel -3 (Figura 60).



Figura 60: Sección transversal típica de un Centro de Tránsito Multimodal de Madrid: líneas de metro en el nivel -3, líneas de autobús de cercanías en el nivel -1 y líneas de autobús urbano en tierra.

Los principales resultados de este tipo de MTC pueden resumirse como sigue

- Una asistencia muy alta: entre 70.000 y 270.000 pasajeros/día.
- Un diseño muy compacto: de 28 000 a 60 000 m².
- Una parte importante de la asistencia proviene de los viajeros de larga distancia: del 25% al 42%.
- Un diseño optimizado para reducir tanto el tiempo de transferencia de la autopista al MTC (túneles pequeños dedicados), como el tiempo de transferencia de los pasajeros del autobús al metro.

De hecho, estos centros de tránsito multimodal forman parte de una política general de multimodalidad para el área regional de Madrid (8.000 km² y 6 millones de habitantes). Como ya se ha dicho se decidió por ley en 1985: "Ley 5/1985, de 16 de mayo, de creación del Consorcio Regional de Transportes Públicos Regulares de Madrid".

Además, el Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente publicó un nuevo Plan de Carreteras para la Región Metropolitana de Madrid en 1993. Esto incluye medidas prioritarias de autobús y HOV en autopistas radiales. La instalación HOV en la autopista N-VI fue la primera de estas medidas y se abrió al tráfico en diciembre de 1994.

3.4.2.2. Caso JR Sendai (Japón)

La zona metropolitana de Sendai (Japón) tiene una población de 1,5 millones de habitantes y una superficie de 1648 km².

La estación de Sendai fue construida en 1887 en la periferia del centro de la ciudad de Sendai. Luego, el CBD se desarrolló alrededor del centro de la ciudad e incorporando las ubicaciones actuales de la Estación Sendai, el gobierno de la prefectura de Miyagi y el ayuntamiento de la zona. Por lo tanto, la estación de Sendai está situada en la periferia de la ciudad de Sendai.

Se ha desarrollado una red de carreteras de circunvalación en el Área Metropolitana de Sendai (SMA). La estación de Sendai o el centro de la ciudad de Sendai están conectados con la carretera dedicada al automóvil (carretera de Sendai-nishi) con la carretera de circunvalación (ver Figura 61). Está a unos 6 km (menos de 10 minutos en coche) de la estación de Sendai a la carretera de circunvalación (Sendai-miyagi IC).

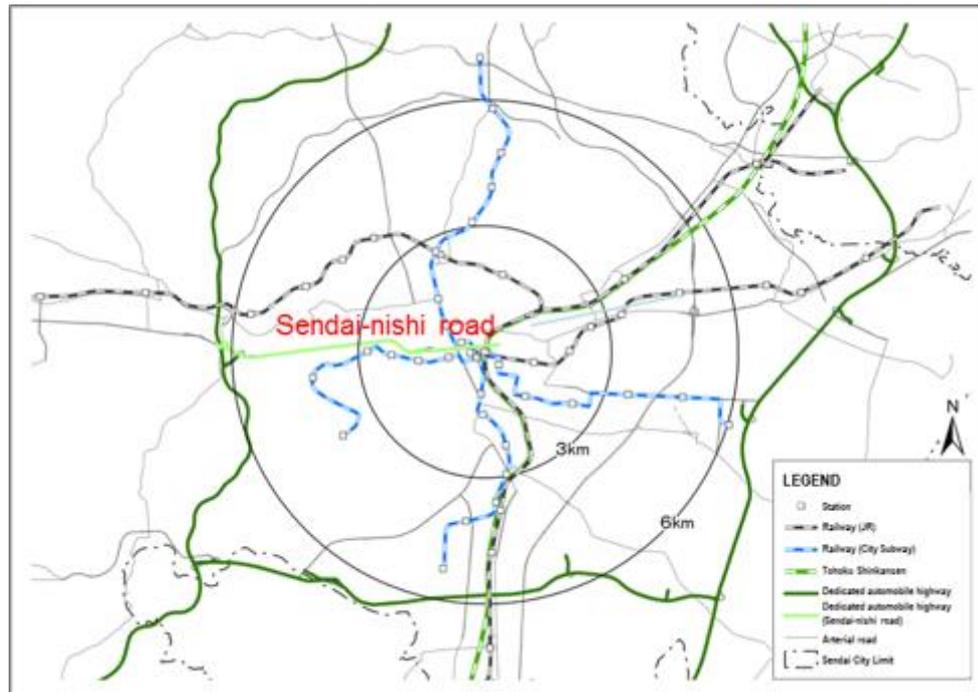


Figura 61: Zona de Sendai: la estación de Sendai está conectada a una carretera de circunvalación. a través de la " Carretera Sendai Nishi ".

La disposición de las terminales de autobuses en la remodelación a gran escala de la estación de ferrocarril de Sendai es la siguiente:

- **Transporte urbano:** Agregado frente a la Estación considerando la conexión entre metro y ferrocarril (JR) como transporte urbano.
- **Transporte de larga distancia (autobús expreso):** Reunidos en la terminal de autobuses para acceder a la carretera de Sendai-nishi.
- **Transporte de media distancia (autobús expreso de aproximadamente 1 a 1,5 horas de viaje):** Se organizan en calles regulares teniendo en cuenta la proximidad a la estación, el acceso a la carretera Sendai-nishi y la ruta de operación de los autobuses desde el origen en el CBD.

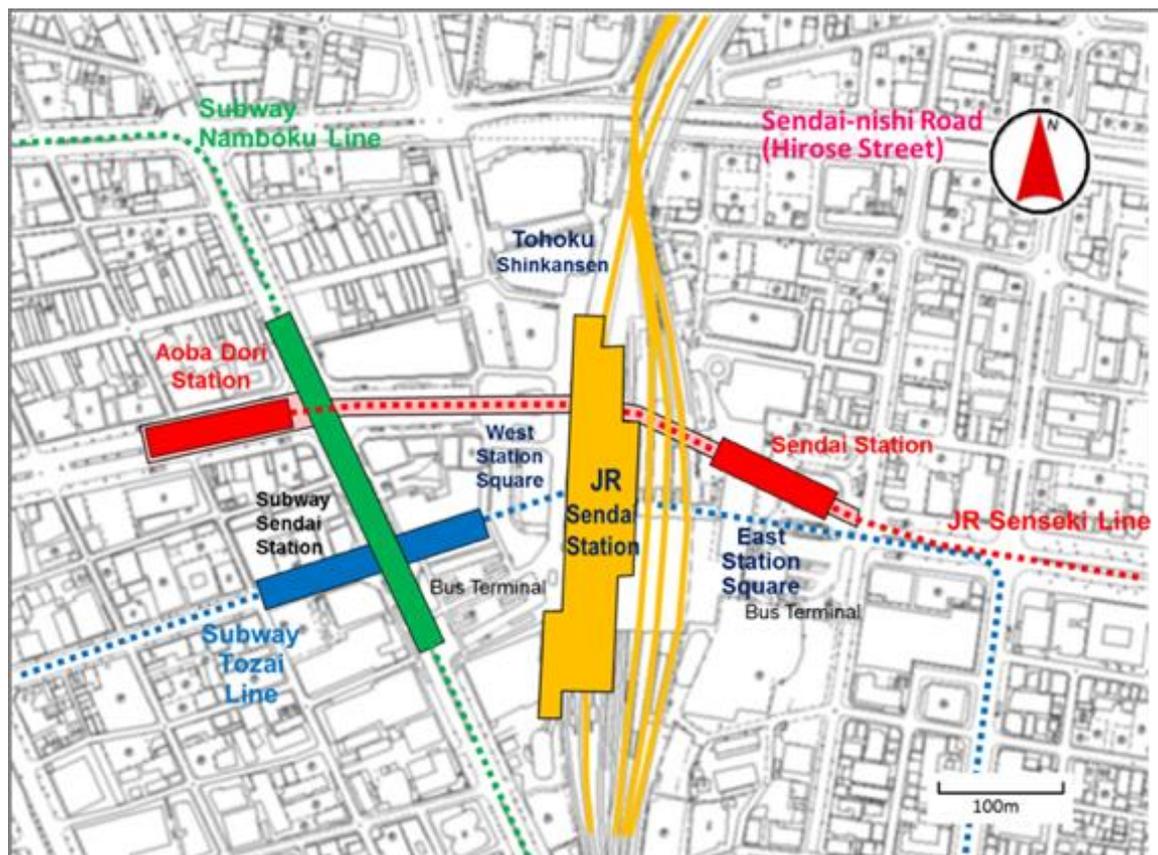


Figura 62: Estación central de Sendai: disposición general

El modelo Sendai MTC está próximo al de Madrid y pertenece al "Modelo Bus y Ferrocarril", con la diferencia de que está situado cerca del centro de la ciudad. Es el centro neurálgico de Sendai para el transporte público. Con pocas plazas de aparcamiento (82 plazas), este MTC es en primer lugar una interfaz entre las diferentes redes de transporte público (urbano y suburbano).

La asistencia a la MTC es muy importante (más de 250.000 pases/día) y muchas líneas de autobús están conectadas a la MTC (200 líneas de autobús incluyendo 130 líneas urbanas y alrededor de 70 líneas de autobús suburbano e interurbano). La estación de ferrocarril conecta también las líneas de MRT con las líneas de metro de la ciudad de Sendai.

A diferencia de Madrid, Sendai MTC no está organizado en diferentes niveles de metro (un modo de transporte por planta), sino que cuenta con **varias áreas funcionales organizadas por modo de transporte** (llamadas "Plaza", ver mapa más abajo): una estación para autobuses urbanos ("West Station"), otra para líneas interurbanas, para taxis, para la estación de ferrocarril.... Están cerca unas de otras y conectadas por amplios senderos peatonales. Pero, a diferencia de Madrid, las líneas de autobuses suburbanos e interurbanos no están completamente organizadas en torno a corredores de autopistas desde el centro de la ciudad (no hay circunvalación y hay menos autopistas en Japón que en Europa).

Los alojamientos, tiendas y servicios están incluidos en las zonas funcionales, especialmente en la estación central de ferrocarril.

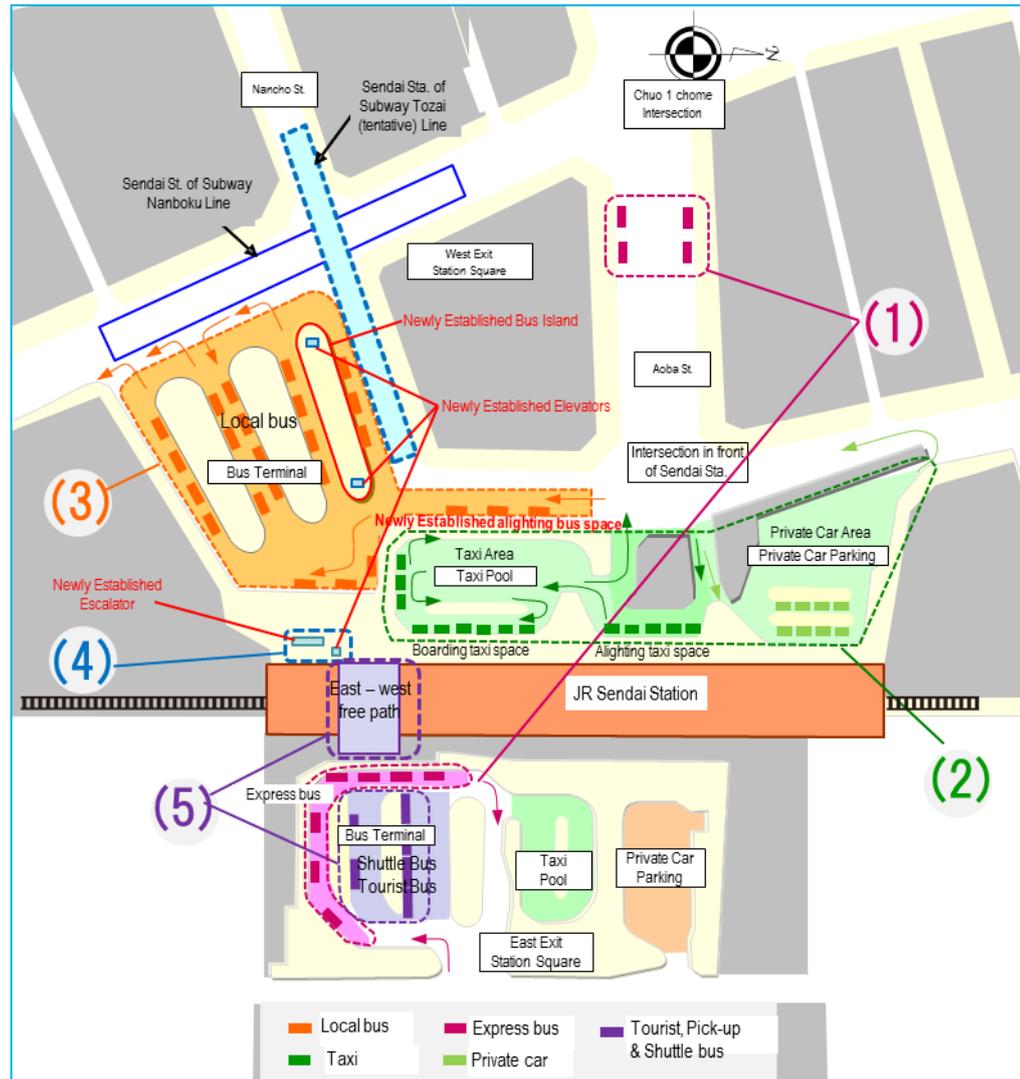


Figura 63: Estación central de Sendai: plano detallado

Pasos del proyecto

1. Consolidar las paradas de autobús en los lados este y oeste de la estación.
2. Mitigar la congestión en la terminal separando el flujo de tráfico por tipo de vehículo.
3. Consolidar las paradas de las rutas de autobuses locales en la terminal de autobuses ampliada.
4. Mejorar las conexiones entre los modos de transporte.
5. Mejore las funciones de Station Square en la salida Este

3.4.2.3. Caso Toulouse (Francia)

En ciudades francesas como Toulouse*, las agencias de transporte desarrollaron un modelo de "aparcamiento" que actúa como interfaz entre el vehículo privado y la red de transporte público urbano:

Nota * Toulouse es una ciudad núcleo de 120 km² para 450 mil habitantes. "Toulouse Métropole" es una metrópolis de 460 km² para 700 mil habitantes, y el área de desplazamiento tiene una superficie de 5400 km² para 1300 mil habitantes.

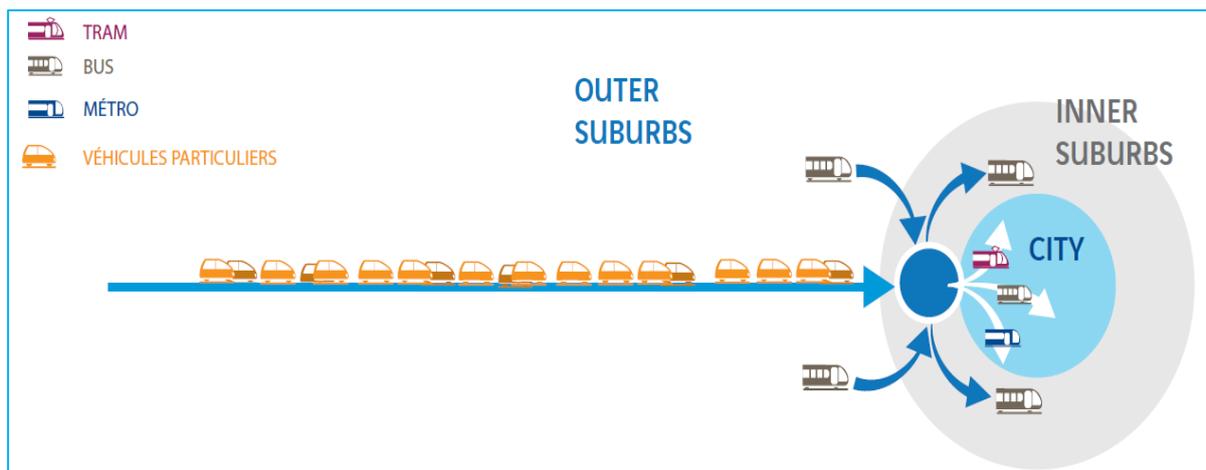


Figura 64: El modelo de "park and ride"

Estos tipos de intercambiadores multimodales se componen a menudo de un importante aparcamiento (hasta 500 / 1000 plazas) organizado en torno a una única estación de tranvía / metro (a menudo el terminal de la línea para la mayoría de los casos), y servicios de autobuses locales (alrededor de 5 a 10 líneas de autobuses). El objetivo de las autoridades es animar a la gente a dejar sus coches en la periferia de la ciudad y liberar el centro urbano de los coches y de la congestión. Se ofrecen facilidades para compartir el viaje y los modos activos. La red de autobuses locales también está orientada a estos IM, la línea de tranvía/metro es el principal acceso al centro de la ciudad, y el vehículo privado es el modo principal para ir al suburbio exterior y más allá. En este caso, el IG conecta principalmente los coches privados con la red de transporte público urbano.

En otra ciudad francesa (Burdeos) hay un sistema similar pero con tranvías en lugar de metro.

Parques e instalaciones para paseos en áreas rurales

Los servicios de *Park and Ride* están disponibles en el segundo anillo del área de conmutación, bastante lejos del centro de la ciudad (20 a 50 km o más). Generalmente se encuentran en autopistas radiales y también se pueden conectar a los servicios de Bus Rapid Transit. El sistema de Atlanta es un buen ejemplo.



Figura 65: Las instalaciones de Park and Ride en Atlanta están ubicadas en los accesos de las autopistas



Figura 66: típico parque y paseo en el área de conmutación de Atlanta

En algunos casos, una estación de autobuses de cercanías puede ser implementada en la sección actual de una autopista como en París. La estación de autobuses está situada en una zona rural a unos 40 km de París. Hay un aparcamiento cerca de la autopista, pero no hay conexión entre la zona de aparcamiento y la autopista para coches:



Figura 67: Estación de autobuses de cercanías en una autopista radial de París : plano general (IAURIF)



Figura 68: Estación de autobuses suburbanos en una autopista radial de París : detalle

3.4.2.4. Caso Seúl (Corea del Sur)

Los centros de tránsito multimodal de Gwangyo y Jamsil son los dos primeros centros de tránsito multimodal subterráneos desarrollados en el área metropolitana de Seúl.

Centro de tránsito multimodal de Gwangyo

Establecimiento: Abril de 2016

Superficie: Plataforma de autobuses de 165 m de largo con vías de doble sentido (máximo 8 autobuses pueden pasar por cada vía).

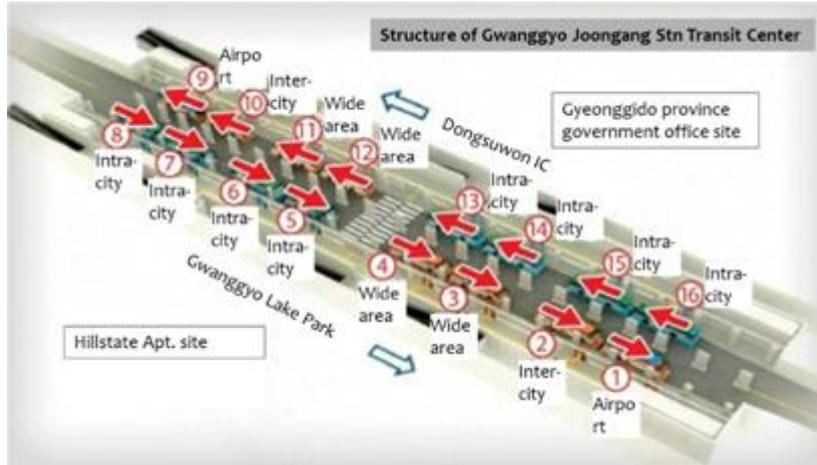


Figura 69: Fuente: Jiyong & Minwook (2016).

Estructura: Sótano de 3 pisos

- B1 : Terminal de bus
- B2 : plaza, centro comercial, área de descanso del metro (línea shinbundang), taxi
- B3 : plataforma del metro (línea shinbundang)

Uso mixto

- Zona residencial circundante: pueblo edu (Xii Apts. : 1173 hogares, Hillstates Gwanggyo Apts. : 559 hogares, LH 50 Apts. : 224 hogares)
- Zona comercial circundante: Avenue France, Lotte Outlet, sucursal de Gwanggyo y Gobierno Provincial de Gyeonggido

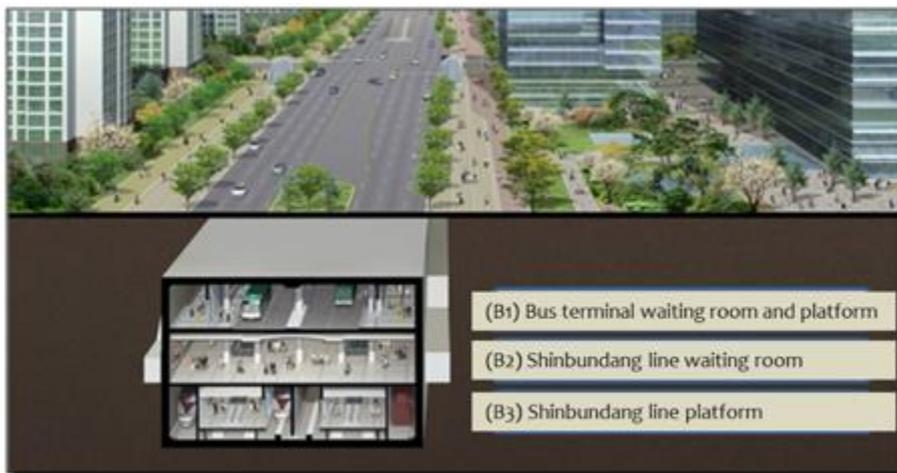


Figura 70: Fuente: MOLIT (2016)

Efecto :

Se promovería significativamente la transferencia de conveniencia. Los pasajeros que bajan de la línea Shinbundang en la estación de Gwanggyo Jungang pueden ir directamente a la plataforma del autobús subterráneo usando el pasillo bloqueado por el screendoor.

Centro de tránsito multimodal de Jamsil

-: Noviembre de 2016
- Estructura: Sótano de 1 planta
- Superficie total del terreno: 19,797 m²

- Longitud total: 371m (Songpadaero 311m, Jamsil-gil 60m)
- Plazas de aparcamiento: 31 plazas de aparcamiento para autobuses



Figura 71: Sala de espera del centro de tránsito multimodal de Jamsil para las líneas 2 y 8 del metro, las paradas de autobús y las salas de espera de autobuses - Fuente: Gobierno de la ciudad de Seúl (2018)

Modos de transporte a conectar :

- Autobús-metro
- bus-taxi
- autobús-bicicleta

Uso mixto :

- Zona residencial circundante: Aptos para Jamsil Jugong
- Zona comercial circundante: Lotte World Tower, grandes almacenes Lotte

Efectos:

La distancia de transferencia entre el autobús y el metro se reduce hasta 540 metros, lo que facilita el traslado de 11.000 viajeros.

La reubicación de las paradas de 17 rutas de autobús de área amplia desde el suelo hasta el centro de tránsito multimodal de Jamsil, que atiende a 25.000 viajeros al día, aliviaría el volumen de tráfico en tierra.

3.4.3. ¿Cómo deben tener en cuenta los centros de tránsito multimodales el desarrollo del uso compartido del coche y de las lanzaderas autónomas?

Diversos estudios demuestran que el uso compartido de automóviles es un buen sustituto de la propiedad privada de automóviles y que contribuye a racionalizar su uso, con una reducción general del número de kilómetros recorridos. Además, el uso compartido del coche también permite un gran ahorro de espacio de aparcamiento. Debido a que se estima que un coche compartido reemplaza entre cinco y ocho vehículos privados, y sabiendo que un espacio promedio de estacionamiento en la calle significa 10m², el ahorro potencial es enorme. Esto significa que este espacio libre podría ser redistribuido para otros usuarios, especialmente para caminar y andar en bicicleta.

De lo contrario, varios estudios demuestran que la movilidad compartida tiene el potencial de potenciar el uso del metro y del ferrocarril. En 2017, la OCDE publicó un informe que examina cómo el uso optimizado de nuevos modos de transporte compartido a petición podría cambiar el futuro de la movilidad en el Área Metropolitana de Helsinki en Finlandia. Basado en la simulación, proporciona indicadores del impacto de las soluciones de movilidad compartida en la accesibilidad, el número de usuarios de metro/ferrocarril, el espacio de aparcamiento necesario, la congestión y las emisiones de CO₂. Este estudio también demostró aumentos potenciales en la demanda de servicios públicos. Esto conducirá a cambios en el acceso a las estaciones y en los patrones de viaje, y por lo tanto, probablemente implicará un rediseño de las estaciones y de los aparcamientos/accesos asociados.

Esto significa que los nuevos servicios de movilidad deberán ir acompañados de mejoras en las zonas de entrega y recogida, especialmente en las estaciones de ferrocarril o de metro, en las plataformas de intercambio y en los destinos finales con una concentración de oportunidades (como los grandes empleadores o las escuelas). El número de embarques en algunas estaciones aumentaría considerablemente y requeriría cambios operativos. Es posible que se necesiten políticas dinámicas para gestionar más vehículos en los enlaces de acceso a los terminales. La red ferroviaria y de metro puede necesitar capacidad adicional para hacer frente a un mayor número de usuarios.

3.4.4. Recomendaciones relativas a los centros de tránsito multimodal:

- **"Localizar el MTC en los nodos entre las carreteras principales y el transporte público rápido de la ciudad"** : MTC debe conectar los modos de transporte de corta distancia de la Ciudad, con los modos de transporte de larga distancia de la región. Deben estar situados en "nodos" entre las redes ferroviarias y de carreteras, por lo que **debe coordinarse** el diseño de las **redes principales de carreteras y ferrocarriles**.
- **"Reducir el tiempo de transferencia"** : el diseño del MTC debe tener en cuenta las necesidades y el comportamiento humano para asegurar una distancia mínima para caminar y un máximo confort. Especialmente las pendientes perdidas para los peatones no son deseables.
- "Integrar el MTC en las estrategias de desarrollo orientadas al transporte":

3.5. NUEVOS SERVICIOS DE MOVILIDAD COMPARTIDA

3.5.1. Tendencia

Los estudios sobre la demanda de transporte han revelado una cierta tendencia a la disminución del uso de los turismos en los países desarrollados, especialmente en Europa. Varios factores contribuyen a esta tendencia:

- la tendencia general de la gente a vivir cada vez más en las ciudades. Existe una correlación directa entre el porcentaje de la población que vive en las aglomeraciones urbanas y la propiedad de los automóviles;
- en particular, las generaciones más jóvenes están más inclinadas a vivir y, sobre todo, a quedarse en la ciudad cuando entran en la vida activa o cuando forman una familia. Ahora estas generaciones más jóvenes, en particular la generación Z, están menos interesadas en ser propietarias que en utilizar un coche;

- el uso del automóvil está cada vez más sometido a presión en las ciudades, con muchas y variadas restricciones a la circulación y escasas plazas de aparcamiento, lo que hace que el modo de conducción sea menos atractivo;
- Las cadenas de Viaje se han vuelto muy complejas y la oferta tradicional de transporte, especialmente el público, ya no puede satisfacer la demanda. Se están desarrollando nuevos servicios, incluida la movilidad compartida (véase el gráfico a continuación), gracias al acceso en el lugar de Internet o a la informática omnipresente.

En este contexto, en los últimos años ha habido una verdadera locura por la movilidad compartida. Este concepto encaja con el concepto más general de "consumo colaborativo" o "economía compartida", lo que da lugar a una nueva forma de considerar la propiedad individual y el reparto de bienes.

En 2013, una encuesta realizada por Nielsen entre 30.000 consumidores de sesenta países reveló una fuerte propensión a compartir la economía: la voluntad de compartir activos propios o la voluntad de compartir de otros.

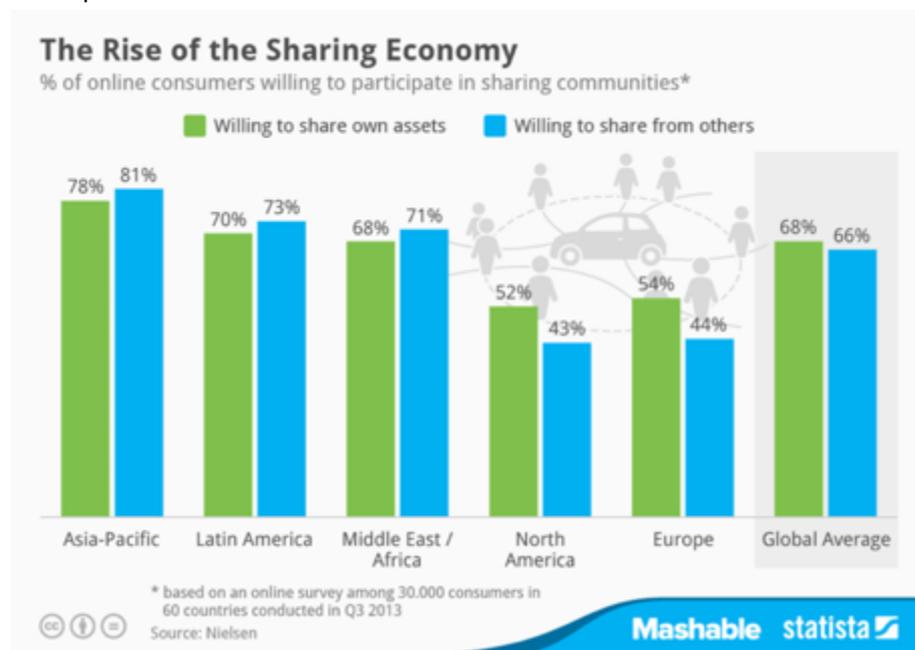


Figura 72: encuesta sobre la economía compartida

3.5.2. Nuevos servicios de movilidad compartida

Este fenómeno ha sido abordado como la revolución de la economía compartida (Pilzare, 2012) y está afectando en gran medida a los servicios de movilidad. Parece que el sector de la movilidad compartida es uno de los segmentos de más rápido crecimiento de la economía compartida. La consultora Roland Berger prevé que en 2020, los ingresos de ese mercado alcanzarán entre 3.700 y 5.600 millones de euros (Berger 2014).

En este régimen, los proveedores de servicios son propietarios de productos y vehículos y ofrecen a los usuarios diferentes tipos de los mismos. Los usuarios pueden así disfrutar de la utilización exclusiva de cualquier clase de bicicleta o coche sin el compromiso de una compra, mantenimiento, gastos de seguro pero pagando básicamente por los servicios (Melisa L Díaz Lema, 2018). Los costes para los usuarios son : una cuota de inscripción, una cuota mensual y un coste de uso.

Los nuevos servicios de movilidad compartida flexible podrían clasificarse de la siguiente manera

3.5.2.1. Servicios orientados al Coche

El coche compartido (*Car Pooling*) es el uso conjunto de un vehículo de forma organizada (a diferencia de hacer *autostop*) por parte de un conductor no profesional y uno o más pasajeros para realizar un viaje (blabla car, UBER). Esto también incluye los servicios de taxi compartido. De hecho, un viaje es compartido, no un vehículo. Los viajes pueden ser compartidos tanto por los viajeros como por las mercancías.

El coche compartido permite que varios usuarios compartan el mismo vehículo. Puede ser organizado directamente entre particulares (*Communauto*) u ofrecido por proveedores de servicios (*Drivy*).

Number of car sharing vehicles in europe in 2014, in top four countries

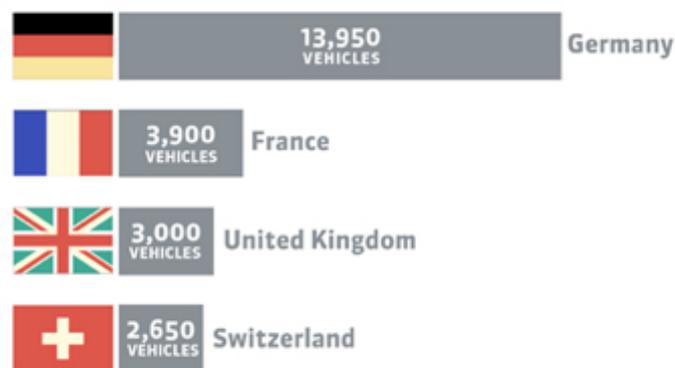


Figura 73: Número de vehículos compartidos en Europa (2014, Fuente: Atkins global.com)

La recogida y devolución de un coche compartido al principio y al final de un viaje puede ser:

- **Por estación:** cada estación dispone de uno o varios coches repartidos por la ciudad según ciertos criterios, incluida la necesaria complementariedad con la oferta de transporte público.
 - Coexisten dos sistemas de retorno:
 - **ida y vuelta:** al final del periodo de alquiler el vehículo debe ser devuelto en la estación de salida;
 - **unidireccional:** el vehículo puede ser devuelto en un lugar distinto al de su recogida;
- **Flotar libremente,** es decir, en cualquier lugar dentro de una zona territorial bien definida. No hay espacios específicamente reservados para compartir el coche. El usuario puede llevar o devolver el vehículo en plazas de aparcamiento en superficie o fuera de la vía pública situadas en cualquier lugar de una zona bien definida.

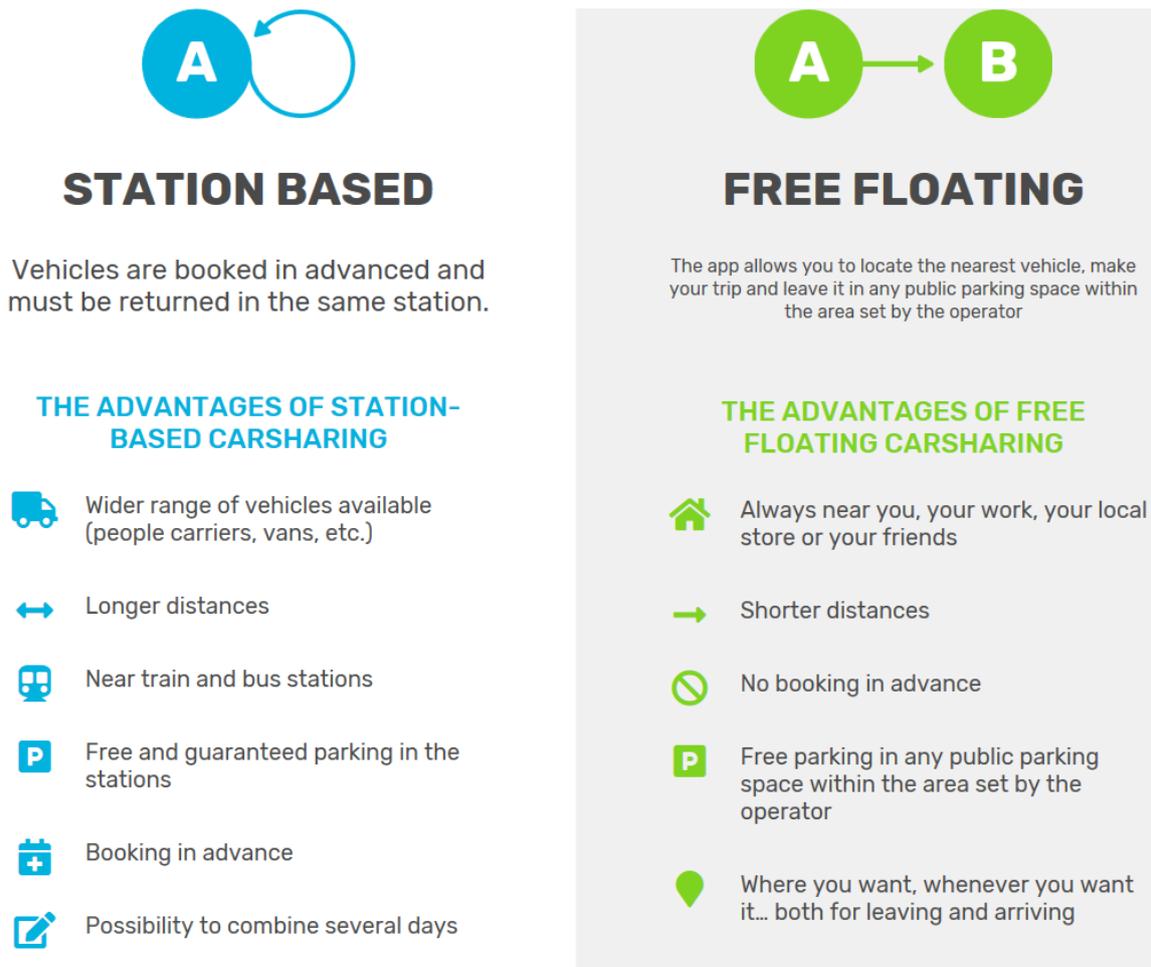


Figura 74 : Los dos sistemas de retorno del coche compartido:

Estación Base: Los vehículos son reservados previamente y devueltos en la misma estación.

Flotación Libre: La aplicación le permite al usuario ubicar al vehículo más próximo, hacer el viaje y dejarlo en cualquier espacio público de estacionamiento dentro del área fijada por el operador.

El coche compartido está operando en **33 países (Europa es la región de coche compartido más grande medida por la membresía), con más de 4,8 millones de miembros que comparten más de 104.000 vehículos** (2016 Innovative Mobility Carsharing Outlook).

Además de estas formas clásicas de compartir el coche en la calle, se están desarrollando otros sistemas:

1. soluciones llave en mano para facilitar la reserva y optimización de los vehículos oficiales dentro de las empresas. Un simple sistema de reservas puede ser implementado en la intranet de la empresa, o se pueden contratar operadores externos para dotar a los vehículos de herramientas tecnológicas conectadas a una central de reservas real;
2. un vehículo es compartido por diferentes ciudadanos que a menudo son vecinos (CozyCar). En algunos casos, los usuarios son asistidos por una plataforma de organización práctica (que les ofrece servicios como : certificación de seguridad, garantía, tecnología, soporte al cliente,etc.): Turo, Getaround en Norteamérica.

3.5.2.2. Servicios orientados a la BICICLETA

Se aplican los mismos principios.

Puesta en común de bicicletas: el uso compartido de viajes en bicicleta no existe.

Uso compartido de bicicletas, sistemas de autoservicio de bicicletas públicas: las bicicletas se ponen a disposición del público, gratuitamente o no. La compañía ferroviaria belga SNCB-NMBS ofrece en sus grandes estaciones un servicio denominado "Blue Bike", que es ligeramente diferente de otros sistemas de bicicletas públicas de autoservicio. Complementa al tren y permite a los usuarios llegar fácilmente a su destino final y luego regresar a la estación. Puede ser muy adecuado para los compañeros de trabajo de una empresa que realizan sus viajes de negocios en tren: www.blue-bike.be.

Como coche compartido, los sistemas de bicicletas compartidas pueden estar basados en estaciones o flotar libremente. Parece que cuando se desarrolla y se utiliza a gran escala, los sistemas de compartición de bicicletas flotantes pueden tener efectos secundarios negativos en el uso del espacio público. Las bicicletas están estacionadas en las aceras, lo que hace que caminar sea incómodo.



Figura 75: Pekín: sistema de bicicletas compartidas flotantes gratuitas

Otro sistema es el uso compartido directo de una bicicleta personal por particulares: Spinlister es un sistema de uso compartido de bicicletas en Norteamérica. Bitlock es otro que utiliza cerraduras bluetooth sin llave para bicicletas.

Al igual que el uso compartido de automóviles, el uso compartido de bicicletas está aumentando rápidamente. En la actualidad existen alrededor de 7000 programas de bicicletas compartidas en todo el mundo, invirtiendo más de 800 000 bicicletas en 855 ciudades (Fishman, 2016).

3.5.2.3. Aparcamiento compartido

El aparcamiento compartido es un concepto mucho más joven que el de compartir bicicletas o coches. Puede definirse como la **apertura al público de plazas de aparcamiento privadas**. Este intercambio tiene como objetivo optimizar el uso de las plazas de aparcamiento.

El hecho de compartir espacios de aparcamiento se basa en la constatación de que las ciudades se enfrentan a menudo a un desequilibrio:

- por una parte, la escasez de plazas de aparcamiento en la vía pública, que se traduce, entre otras cosas, en su saturación, en una baja rotación nocturna que perjudica el atractivo de los comercios, en aparcamientos dobles o en pasarelas que obstaculizan el

flujo del tráfico, y en unas condiciones de seguridad deficientes para los usuarios vulnerables de la vía pública;

- y, por otra parte, y paradójicamente, una oferta global de plazas de aparcamiento (públicas y privadas) fuera de la vía pública que, en algunos aspectos, está sobredimensionada, lo que se traduce en un despilfarro de espacio y en unos costes adicionales considerables. Como resultado, los espacios de estacionamiento ocupan grandes áreas y representan altos costos⁵.

El aparcamiento compartido consiste en:

- Ya sea limitando la oferta privada asociada a cada proyecto inmobiliario, mediante la creación de aparcamientos compartidos que respondan a las necesidades adicionales de varios proyectos cercanos;
- Como alternativa se tiene el aprovechamiento de la complementariedad de uso entre los aparcamientos públicos y/o privados, por ejemplo para evitar la construcción de una nueva estructura. Más concretamente, no todas las tiendas, oficinas, viviendas y establecimientos de hostelería y restauración se visitan a la hora del día o de la semana. Por lo tanto, por la noche, un aparcamiento en un edificio de oficinas puede estar perfectamente disponible, por ejemplo, para los clientes de los restaurantes del vecindario. A la inversa, se puede abrir una plaza de aparcamiento privada delante de la vivienda para los viajeros diarios los días laborables. De la misma manera, un supermercado puede concluir un acuerdo para poner su área de estacionamiento a disposición de los habitantes locales después de la hora de cierre por la noche.

En los servicios de movilidad compartida prevalece la segunda opción. Los particulares ponen a su disposición sus plazas de aparcamiento (*justPark*). Por supuesto, ambas estrategias pueden aplicarse simultáneamente. El aparcamiento compartido puede incluirse en futuras operaciones urbanas o considerarse dentro del tejido urbano existente.

Por último, cabe mencionar el desarrollo de la movilidad compartida para otros modos de transporte. Aviones, barcos son compartidos. Los viajes para entregas de paquetes también son compartidos (*KakoExpress*, *piggybee*). La logística también se ve afectada por estos nuevos servicios.

El siguiente diagrama resume los diversos tipos de servicios de movilidad compartida con ejemplos de proveedores de servicios.

⁵ El precio medio de una plaza de aparcamiento en Valonia oscila entre 5.000 y 12.000 €, sin incluir los gastos de mantenimiento ni los impuestos.

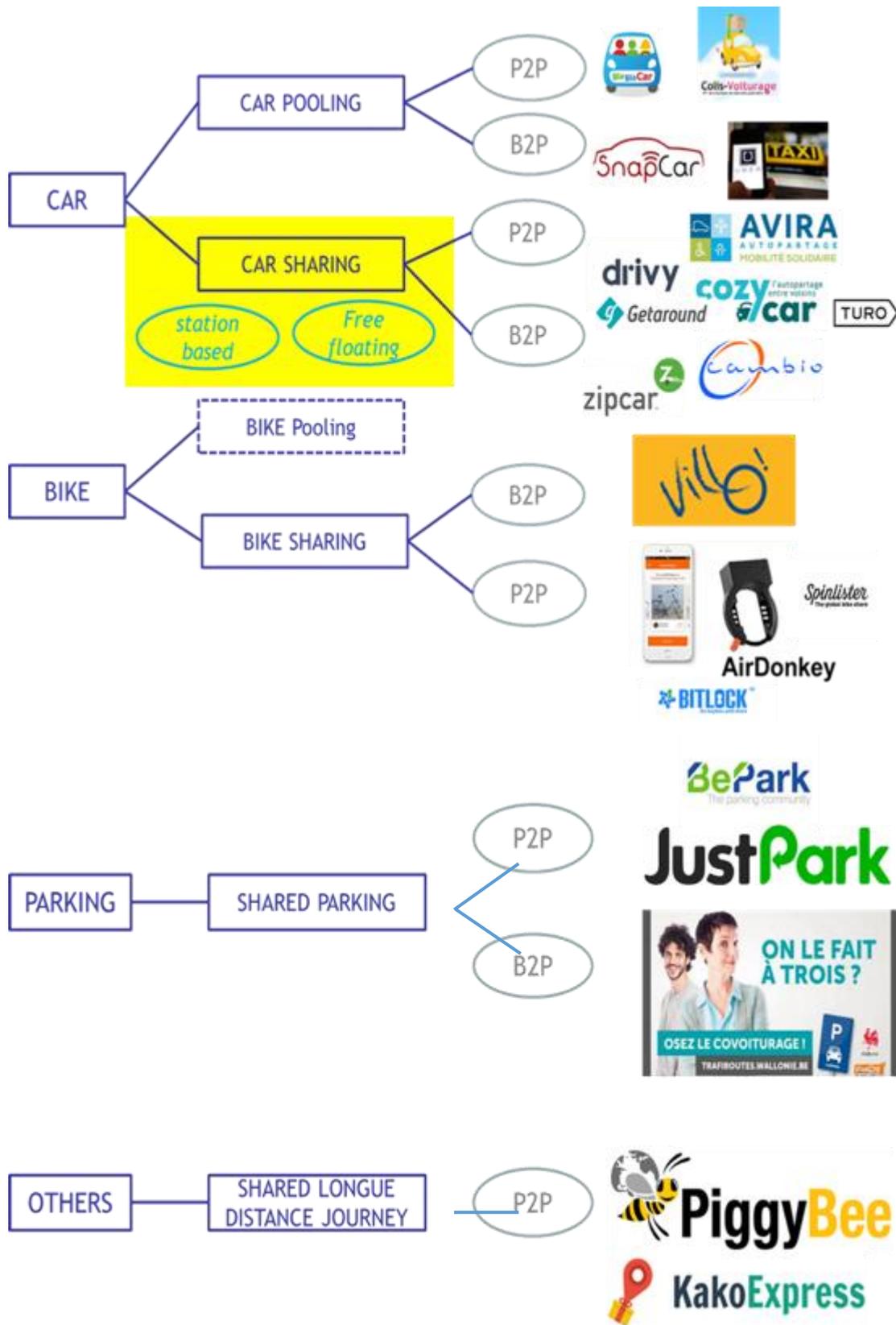


Figura 76: Varios tipos de servicios de movilidad compartida Fuente: BRR- Wanda DEBAUCHE

El Departamento de Transporte de los Estados Unidos sugiere una categorización basada en el modelo de negocio. La siguiente tabla resume estas 5 categorías de modelos de servicios de movilidad compartida.

Shared Mobility Service Models				
Membership-Based Self-Service Models	Peer-to-Peer Self-Service Models	Non-Membership Self-Service Models	For-Hire Service Models	Mass Transit Systems
<ul style="list-style-type: none"> • Bikesharing • Carsharing • Carpooling • On-Demand Ridesharing • Scooter Sharing • Vanpooling 	<ul style="list-style-type: none"> • Bikesharing • Carsharing 	<ul style="list-style-type: none"> • Bikesharing • Car Rental • Casual Carpooling 	<ul style="list-style-type: none"> • Courier Network Services (CNS) • Liveries/Limousines/Pedicabs • Ridesourcing/TNCs • Taxis/E-Hail 	<ul style="list-style-type: none"> • Public Transportation • Micro and Alternative Transit Services (including Microtransit, Paratransit, and Shuttles)

Figura 77 : Movilidad compartida. Prácticas actuales y principios rectores

Fuente: Departamento de Transporte de los Estados Unidos. Administración Federal de Carreteras. Abril de 2016

Modelos de autoservicio basados en la membresía

Las características de los modelos de autoservicio basados en la afiliación son las siguientes

1. Un grupo organizado de participantes;
2. Uno o más vehículos compartidos (coches, bicicletas, scooters, etc.);
3. Una red de estaciones utilizada como punto de partida y de llegada para servicios de ida y vuelta basados en viajes o en estaciones, o una red de vehículos descentralizados de flotación libre con ubicaciones flexibles de salida y llegada dentro de un límite geográfico fijo.
4. Acceso a corto plazo (una hora o menos)
5. Acceso de autoservicio.

Estos modelos de servicio pueden ser "sistemas abiertos" disponibles para el público o "sistemas comunitarios cerrados (restringidos)" con acceso limitado a grupos predefinidos, como miembros de una universidad, empleados de una empresa o de un parque de oficinas, residentes de un complejo de apartamentos.

Modelos de autoservicio de igual a igual

Con los modelos peer-to-peer, el propietario del vehículo puede alquilarlos cuando no están en uso. En estos modelos, las empresas suministran a los propietarios de movilidad los recursos organizativos necesarios para hacer posible el intercambio (plataforma online, seguros, servicio de reservas, certificación de seguridad de conductores y vehículos....). Estos modelos también se pueden utilizar para plazas de aparcamiento. Ejemplo: justpark.

Modelos de autoservicio sin afiliación

Este modelo incluye *carpooling* y coches de alquiler.

Modelos de servicio de alquiler

El principio de los modelos de servicio de alquiler de vehículos implica que un pasajero contrate a un conductor para un viaje de ida o de vuelta (taxis, limusinas, libreas, triciclos). Ejemplos : *UberX*, *CNS*, *blablacar*, *snapcar*, *Kakoexpress*.

Sistemas de transporte masivo

Los servicios de transporte público incluyen el transporte público (autobuses, subways, ferrocarriles, transbordadores que operan en rutas fijas, disponibles para el público) y servicios de transporte alternativo (servicios de rutas flexibles, a pedido, lanzaderas gratuitas, paradas de solicitud).

3.5.3. Estudios de caso sobre los nuevos servicios de movilidad compartida

3.5.3.1. Bélgica

Bruselas ofrece muchos medios para reducir la huella del coche en la ciudad, sustituyendo el modelo de "el coche como propiedad" por el de "el coche como servicio". Bruselas es incluso la segunda ciudad europea mejor situada en cuanto a la densidad de su oferta de movilidad compartida.

La Región de Bruselas-Capital es un campeón en la provisión de medios de movilidad de autoservicio: una amplia gama de bicicletas, scooters y coches compartidos están disponibles. Una plataforma de compras en línea, *ShopAlike*, ha calculado que hay 42 bicicletas, 8 coches y 0,6 scooters disponibles en autoservicio por cada 10.000 habitantes de Bruselas. Esta densidad en cuanto a la movilidad compartida hace que la región se sitúe en la 2ª posición entre las 28 capitales europeas.

La siguiente tabla muestra la evolución de 2010 a 2015 del número de estaciones de servicio y de miembros en la Región de Bruselas Capital.

Cuadro 5: Evolución del coche compartido en la Región de Bruselas Capital: 2010-2015

	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Estaciones	72	81	93	96	102	108
Número de ubicación	233	251	284	290	303	318
Miembros-Suscriptores	6.222	7.275	8.990	9.520	10.791	11.722

Fuente: Cambio

Tabla 6: Estaciones de coche compartido en los municipios de la Región de Bruselas Capital : 2015-2018

	2015	2016	2017	2018
Anderlecht	3	3	8	10
Auderghem	3	3	3	5
Berchem-Sainte-Agathe	1	3	5	5
Bruselas	32	32	34	36
Etterbeek	15	17	17	22
Evere	1	1	4	7
Bosque	4	7	9	12
Ganshoren	1	4	4	4
Ixelles	12	13	19	25
Jette	4	4	8	13
Koekelberg	2	2	2	2
Molenbeek-Saint-Jean	4	5	5	5
Saint-Gilles	8	8	6	12
Saint-Josse-ten-Noode	6	13	6	6
Schaerbeek	12	6	20	26
Uccle	5	7	7	14
Watermael-Boitsfort	3	4	7	11
Woluwe-Saint-Lambert	3	3	4	7
Woluwe-Saint-Pierre	9	9	9	16
Total para los 19 municipios de la Región de Bruselas Capital	128	144	177	238

Fuente: Cambio, Zen Car et Ubeejo

En este momento, hay tres proveedores de servicios de coches compartidos en la región de Bruselas Capital: Cambio, Ubeejo y Zen Car con coches eléctricos. La flota total es de aproximadamente 670 vehículos para 623 localidades. La oferta crece continuamente. Debido a la gran diferencia en el número de localizaciones entre los diferentes municipios, se ha definido un objetivo general de 800 localizaciones para 2020 y los municipios se ven obligados a establecer un plan estratégico para alcanzar el objetivo, en relación con la proporción de la población en su territorio.



Figura 78 : El coche compartido en Bruselas

3.5.3.2. Alemania

En Alemania existen diferentes sistemas de bicicletas compartidas. Por ejemplo, la compañía nacional de ferrocarriles Deutsche Bahn ofrece el servicio "Call a Bike", que ofrece alrededor de 8.500 bicicletas en estaciones y centros urbanos de toda Alemania. Nextbike es otro famoso sistema alemán de bicicletas compartidas con más de 20.000 bicicletas en 30 ciudades alemanas y varios países cercanos. 300 bicicletas están disponibles en Berlín, donde los operadores de movilidad compartida son particularmente prolíficos. Esto se debe a que Berlín y su población presentan características que son ideales para ello: alto nivel de hogares con cero coches (40%), zona de bajas emisiones que restringe los barrios del centro de la ciudad a vehículos certificados de bajas emisiones,

En Alemania, se observa una gran participación del público en el uso compartido de automóviles, dado que varios de los grandes operadores de uso compartido de automóviles están en manos de entidades públicas. Un ejemplo relevante es Flinkster. Flinkster es un modelo de coche compartido patrocinado por el gobierno, operado por Deutsche Bahn. Los coches de Flinkster están disponibles en varios países como Italia, Austria, Holanda, Suiza y Alemania. El vínculo entre el transporte público ferroviario y el uso compartido de vehículos es muy fuerte y podrían desarrollarse buenas complementariedades.

La ciudad de Bremen

La Ciudad de Bremen ha integrado la política de coche compartido en el desarrollo urbano y en su Plan de Movilidad Urbana Sostenible (SUMP) a largo plazo. En 2009, el Ayuntamiento adoptó su "Plan de Acción para Compartir Coches" con el objetivo de 20.000 usuarios de coches compartidos para 2020 (5.000 usuarios a principios de 2009). En Bremen, el coche compartido está basado en el mercado con 3 empresas comerciales.

En 2017 un informe del Ayuntamiento a la Comisión de Transportes destaca

1. más de 14.000 usuarios;
2. unos 5.000 coches retirados de las carreteras por los usuarios del coche compartido;
3. un tercio de los usuarios de coche compartido renunciaron a un coche privado cuando se unieron al servicio de coche compartido;
4. Aproximadamente el 79% de los usuarios de coche compartido de Bremen no tiene coche en su casa;
5. Bajo las máximas prioridades de los usuarios del coche compartido (60% para todos, 68% para las mujeres): la cercanía de las estaciones. Los usuarios de un sistema de coche compartido de ida y vuelta quieren tener una estación cerca de su casa (o lugar de trabajo si se utiliza para fines laborales);
6. los usuarios de coche compartido hacen más de sus compras en los barrios y menos en los centros comerciales;
7. alto nivel de satisfacción de los usuarios (84% satisfecho o muy satisfecho).



Figura 79 : Un típico 'mobil.punktchen' de Bremen

Una típica 'mobil.punktchen' de Bremen en una estrecha calle de barrio con 2 plazas para coches compartidos, aparcamientos de bicicletas y el pilar en algunos bordillos extendidos.

3.5.3.3. EE.UU.

En enero de 2017, había 39 organizaciones de *carsharing* en Norteamérica que prestaban servicio a 1,9 millones de miembros con una flota colectiva de 24.629 vehículos (estas cifras no incluyen el *carsharing* P2P; incluyen operaciones de *carsharing* de ida y vuelta y de *carsharing* de ida y vuelta).

La mayoría de los sistemas de bicicletas son públicos y permiten a cualquier persona acceder a una bicicleta por una cuota, por lo general diaria, mensual o anual,[2] Los programas de bicicletas públicas pueden estar basados en una estación (con muelle) o sin muelle (también conocidos como de flotación libre).

En abril de 2016, había 99 ciudades de Estados Unidos con sistemas de bicicletas públicas de tecnología compartida, con aproximadamente 32.200 bicicletas y 3.400 estaciones[11].

Los principales operadores de bicicletas compartidas en América del Norte incluyen: Motivación, Bicicletas sociales, *Spin*, *ofo*, *Mobike*, y *LimeBike*. Los sistemas de bicicletas electrónicas (o Pedlec) también han ido ganando popularidad. Basado en los datos de la Encuesta Global de Consumidores 2018 de *Statista*, el siguiente cuadro examina cómo los servicios de uso

compartido de bicicletas y automóviles juegan un papel importante en los Estados Unidos de hoy en día.

En general, en los Estados Unidos, estos servicios están casi totalmente desconectados de la participación del sector público. La función pública se limita generalmente al alquiler de aparcamientos para los vehículos en el espacio público. Muchos operadores de vehículos compartidos tienen acuerdos con las municipalidades para usar las instalaciones de estacionamiento en la calle y pagan por ello (alquiler del estacionamiento).

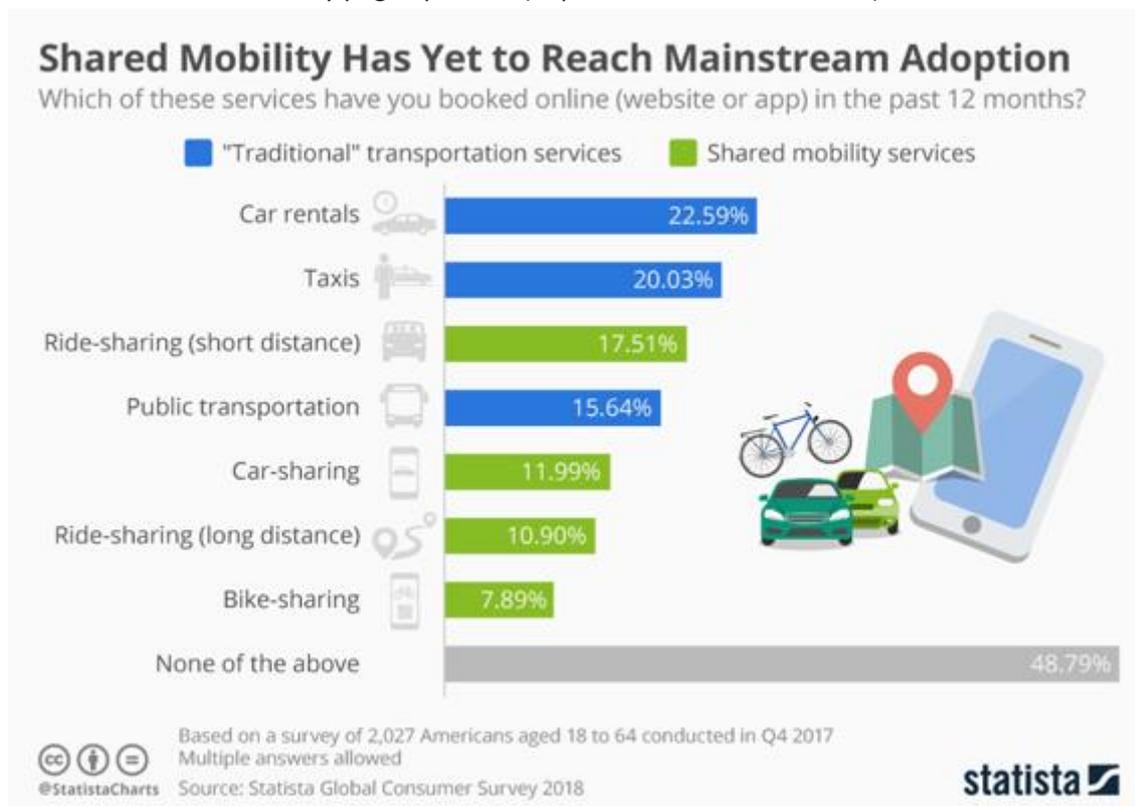


Figura 80 : Servicios de reservas en línea en los últimos 12 meses

McKinsey encuestó a 2.000 consumidores de movilidad compartida en diez ciudades de Estados Unidos: Austin, Chicago, Dallas, Denver, Kansas City, Milwaukee, Nueva York, Peoria, Richmond y San Francisco. El esfuerzo se centró en ciudades de diferentes tamaños, niveles de población y composiciones demográficas para asegurar una representación adecuada de los consumidores norteamericanos.

Existe un consenso de que el uso de coches privados disminuirá a largo plazo, en parte como resultado de un aumento de los "robo-taxis" autónomos y del uso del transporte público. Cuando la encuesta pidió a los consumidores que compararan su uso actual de la movilidad con sus opciones probables de 15 años en el futuro, se vieron usando coches privados un 12 por ciento menos. También esperaban elegir servicios de transporte de ida⁶ y vuelta un 7 por ciento más, y viajar en transporte público un 4 por ciento más

⁶ la actividad de pedirle a un coche y a un conductor que vengan inmediatamente y le lleven a algún lugar, o un servicio que le permita hacer esto (app)

3.5.3.4. China

En China, los nuevos servicios de movilidad se centran en los taxis⁷ y las bicicletas compartidas basadas en teléfonos móviles inteligentes. De acuerdo con los datos de iiMedia Research, el usuario total que utiliza la plataforma basada en teléfonos celulares para elegir sus modos de viaje ha alcanzado los 362 millones.

Para el transporte de carga rodada, desde 2013, UBER y DIDI lanzaron concursos en China. El gobierno nacional publicó una guía para regular el desarrollo de los taxis. Según los datos de la encuesta iiMedia Research, el 58,6% de los usuarios del servicio de taxis tienen entre 16 y 20 años, y el 26,7% tienen entre 30 y 50 años, lo que demuestra que los jóvenes prefieren utilizar el servicio de taxis.

Para la bicicleta compartida, a partir de un estudio conjunto realizado por CATS y Ofo BICYCLE en el año 2016, la bicicleta compartida en las ciudades chinas podría mejorar la eficiencia de los viajes en un 15%. Por ejemplo, en Pekín, la distancia media en coche es de 13,2 km, el modo "bicicleta+autobús compartido" es un 18% más rápido que el modo "autobús+camino". El modo 'bicicleta+metro' compartido es un 17,9% más rápido que el de coche privado, el modo 'bicicleta+metro' compartido es un 15,8% más rápido que el modo 'walk+metro'.

Según la encuesta de iiMedia Research, el 74,6% de los usuarios piensa que el taxi es la principal causa de la congestión grave, y el 69,2% se siente preocupado por su seguridad al tomar el taxi, el 61,7% siente que el estado de los vehículos no es tan bueno, y la calidad del conductor es desigual. El 43,6% de los usuarios piensa que existe la posibilidad de que su información personal pueda ser divulgada debido a la débil regulación del control de datos. En algunas ciudades, el desarrollo del servicio de taxi-hailing ha provocado una disminución del transporte público.

Y con la emisión de directrices nacionales, el gobierno reforzará su vigilancia, especialmente en lo que respecta a la seguridad de las operaciones, para mejorar la calidad del servicio.

3.5.4. Primeras enseñanzas de estos nuevos servicios de movilidad compartida

Aunque no existen estudios exhaustivos sobre los efectos de estos nuevos servicios, existen estudios específicos sobre algunos de ellos, de los que se pueden extraer lecciones.

En general, estos estudios coinciden en que el uso compartido de los vehículos permite no sólo reducir el número de vehículos en circulación y estacionados, mitigando así la congestión y las emisiones contaminantes, sino también realizar ahorros considerables en el espacio de las vías públicas, que pueden reasignarse, entre otras cosas, a los usuarios activos de la carretera y del transporte público.

El siguiente diagrama ha sido extraído de la encuesta nacional francesa sobre el coche compartido realizada en 2013 por *6T-Bureau de recherche* a petición de la *Agenda de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME)*.

⁷ la actividad de pedir un taxi para que venga inmediatamente y te lleve a algún lugar

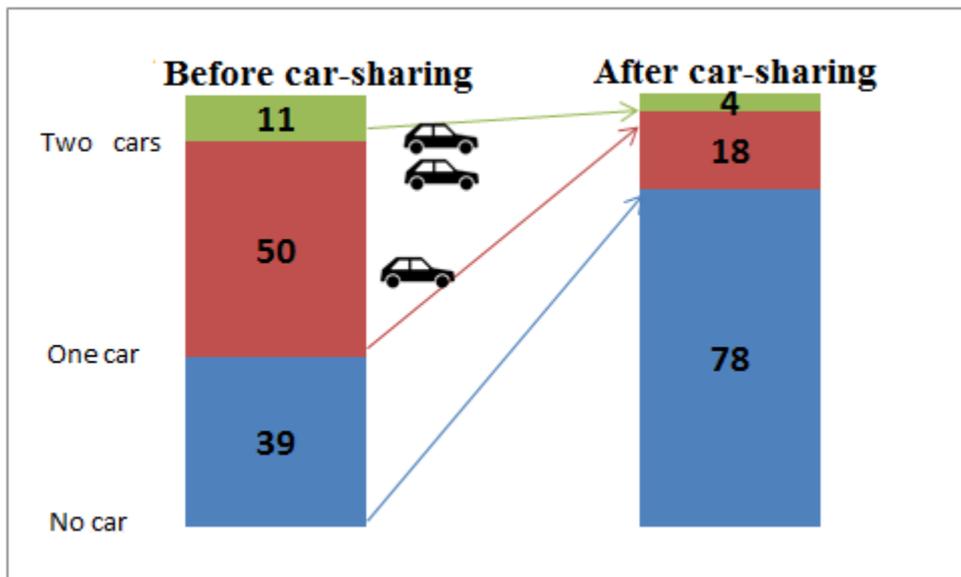


Figura 81 : Encuesta nacional francesa sobre el uso compartido de vehículos

Fuente: Encuesta de 6T-Bureau de recherche

Según este estudio, el coche compartido no sólo es un sustituto creíble de la propiedad privada, sino que también permite un uso más racional del coche y, en consecuencia, una reducción general del número de kilómetros recorridos:

- un tercio de los usuarios de los servicios de coche compartido se inscribieron cuando sus vehículos personales llegaron al final de su vida útil;
- más de las tres cuartas partes de los compartidores de coches no poseen un coche, mientras que esto sólo se aplica a un tercio de los hogares que no utilizan los servicios de coche compartido;
- El 39% de los hogares entrevistados se deshacen de su coche después de contratar un servicio de coche compartido;
- el coche es menos utilizado por los automovilistas que utilizan otros modos alternativos en combinación con el coche compartido (caminar, andar en bicicleta y utilizar el transporte público son más utilizados por los automovilistas). Como resultado, el número de kilómetros recorridos por los coches compartidos se reduce en un 41 % una vez que se han inscrito.

Compartir el coche también reduce el tiempo que se dedica a buscar un lugar en un aparcamiento. Se estima que cada año **se pierden en Francia setenta millones de horas de cruce por una plaza de aparcamiento**, lo que representa una pérdida anual de unos seiscientos millones de euros⁸.

Para la ciudad de **París**, la mera eliminación del tiempo de cruce permitiría una reducción del 5 %.

Por lo tanto, está claro que una reducción global del número de vehículos y de los kilómetros recorridos permitirá reducir el consumo de energía y las emisiones contaminantes.

⁸

"la búsqueda de una plaza de aparcamiento: estrategias, molestias asociadas, cuestiones para la gestión del aparcamiento en Francia" - Amélie LEFAUCONNIER y Eric GANTELET, SARECO

También hay que tener en cuenta que el 15 % del consumo total de energía a lo largo de todo el ciclo de vida de un automóvil se produce durante su fabricación. Producir menos coches tiene, por tanto, un efecto beneficioso directo en el consumo de energía.

En cuanto a la reducción de las emisiones contaminantes, según la agencia suiza de energía, un usuario activo del coche compartido produce una reducción media de 290 kg de CO₂ al año. Por último, la OCDE informa de que el uso intensivo de vehículos en los sistemas de coche compartido implica una sustitución acelerada de la flota y, por tanto, potencialmente, una penetración más rápida de tecnologías más nuevas y limpias.

Compartir el coche también permite ahorrar en espacio de aparcamiento. Un estudio de CERTU ha demostrado que, en promedio, un coche está en movimiento durante sólo el 8 % de su vida útil. El resto del tiempo está aparcado.

Se estima que un vehículo compartido reemplaza entre cinco y ocho vehículos privados. Sabiendo que una plaza de aparcamiento en la vía pública "consume" 10 m², el potencial de ahorro es enorme. El espacio público liberado del aparcamiento puede convertirse en otros usos para mejorar la habitabilidad o para mejorar las infraestructuras dedicadas a modos activos como el ciclismo y la marcha a pie (aceras más anchas, más carriles para bicicletas, desarrollo de espacios públicos de alta calidad, etc.), o a la logística (centro de distribución).

El siguiente diagrama muestra el ahorro de espacio que la Región de Bruselas-Capital podría realizar si llevara a cabo su estrategia para el despliegue de la oferta de vehículos compartidos. Ochocientos nuevos vehículos deberían estar disponibles en un futuro previsible, lo que permitiría una ganancia potencial de casi 40.000 m² en superficie, es decir, cerca de doscientas pistas de tenis que podrían utilizarse para mejorar la calidad de los espacios públicos y/o desarrollar alternativas al modo coche.



Figura 82: Estrategia para el despliegue de la oferta de vehículos de uso compartido de vehículos

El potencial de compartir el cuidado es, por lo tanto, sustancial. Se pueden esperar efectos beneficiosos similares del uso compartido de la bicicleta o del aparcamiento compartido.

Social Bicycles comenzó a probar un programa de *e-bikesharing*, llamado *Jump*, en San Francisco en el verano de 2017. Se han realizado estudios que analizan el impacto del uso compartido de la bicicleta en el cambio modal. Un estudio de la Universidad de California en Berkeley de 2014 sugiere que en las ciudades más grandes, los programas de uso compartido de bicicletas eliminan a los pasajeros de los sistemas de transporte público de autobuses atestados o de uso intensivo. En las ciudades más pequeñas, el uso compartido de bicicletas mejora el acceso desde las líneas de autobuses, colmando las lagunas del sistema de transporte público. Además, los que viven en ciudades más grandes reportan una disminución en el uso del ferrocarril como resultado de un mayor ahorro de costos y una reducción en los tiempos de viaje. El estudio también encontró que

la mitad de los miembros de bicicletas compartidas encuestados redujeron el uso de sus vehículos personales debido al uso compartido de bicicletas.

3.5.5. Definición de MaaS : La movilidad como servicio

En los últimos años, han surgido servicios de movilidad que tienden a promover el compartir en lugar de la propiedad y que encajan con una oferta integral de servicios de movilidad. Hablamos de: **Transporte como un servicio** (TaaS), también conocido como **Movilidad como un servicio** (MaaS). Un cambio de los modos de transporte de propiedad personal hacia soluciones de movilidad que se consumen como un servicio.

La movilidad como servicio (MaaS) es la integración de varias formas de servicios de transporte en un único servicio de movilidad accesible bajo demanda. Para satisfacer la demanda de un cliente, un operador de MaaS facilita una amplia gama de opciones de transporte, ya sea transporte público, paseo, coche o bicicleta compartida, taxi o alquiler/alquiler de coches, o una combinación de los mismos. Para el usuario, MaaS puede ofrecer un valor añadido a través del uso de una única aplicación para proporcionar acceso a la movilidad, con un único canal de pago en lugar de múltiples operaciones de ticketing y pago. Para sus usuarios, el MaaS debería ser la mejor propuesta de valor, ayudándoles a satisfacer sus necesidades de movilidad y a resolver las partes inconvenientes de los viajes individuales, así como todo el sistema de servicios de movilidad.

Esto se consigue combinando los servicios de los proveedores de transporte público y privado a través de un portal unificado donde se crea y gestiona el viaje, mientras los usuarios pueden pagar con una sola cuenta. Los usuarios pueden pagar por viaje o en una cuota mensual por una distancia limitada. El concepto clave detrás de MaaS es ofrecer soluciones de movilidad de viajeros y mercancías basadas en las necesidades de viaje. El MaaS no se limita a la movilidad individual; el enfoque puede aplicarse también a la circulación de mercancías, especialmente en las zonas urbanas.

Este cambio se ve impulsado por un sinnúmero de nuevos proveedores de servicios de movilidad innovadores, como los servicios de transporte compartido y de *e-hailing*, los programas de uso compartido de bicicletas y de automóviles, así como los servicios de autobuses "*pop-up*" a la carta. Por otra parte, la tendencia está motivada por la anticipación de los coches de autoconducción, lo que pone en duda el beneficio económico de poseer un coche personal en lugar de utilizar servicios de coches a la carta, que se espera que sean significativamente más asequibles cuando los coches puedan conducir de forma autónoma.

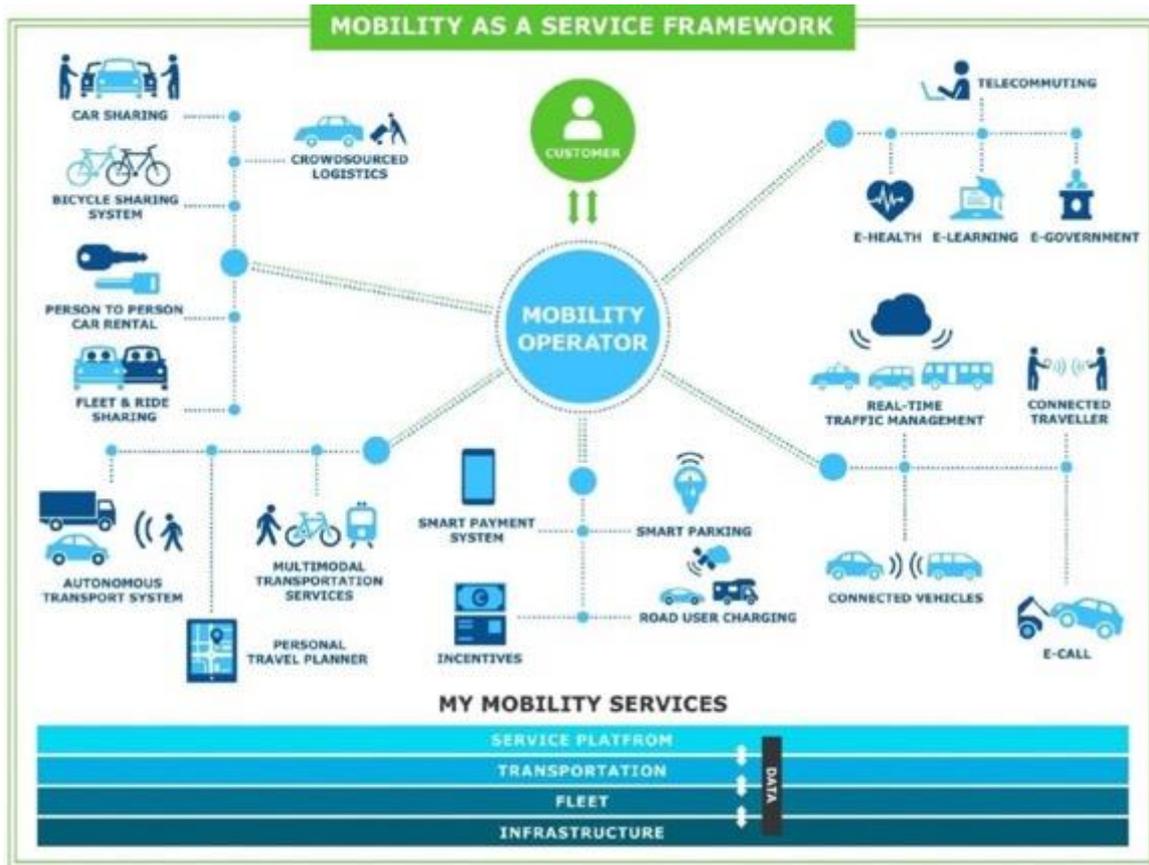


Figura 83 : Marco MaaS (Fuente: Telematics Wire.net)

Este cambio se ve facilitado por las mejoras en la integración de múltiples modos de transporte en cadenas de viaje sin fisuras, con reservas y pagos gestionados colectivamente para todos los tramos del viaje. En Londres, los viajeros utilizan la tarjeta Oyster, una tarjeta bancaria de pago sin contacto, para pagar su viaje. Entre los múltiples modos, viajes y pagos, los datos se recopilan y se utilizan para ayudar a que los viajes de las personas sean más eficientes. En el espacio gubernamental, los mismos datos permiten la toma de decisiones informadas cuando se consideran mejoras en los sistemas de tránsito regionales. La programación del transporte público y el gasto de los dólares de los consumidores pueden justificarse mediante la obtención y el análisis de datos basados en las tendencias de la movilidad urbana moderna.

Un servicio de MaaS exitoso aporta **nuevos modelos de negocio** y formas de organizar y operar las diversas opciones de transporte, con **ventajas para los operadores de transporte**, incluyendo el acceso a información mejorada sobre los usuarios y la demanda, y nuevas oportunidades para atender la demanda insatisfecha. El objetivo de MaaS es proporcionar una **alternativa al uso del coche privado** que pueda ser tan conveniente, más sostenible, que ayude a reducir la congestión y las limitaciones de la capacidad de transporte, y que pueda ser incluso más barata.

La siguiente tabla describe los diferentes niveles de MaaS y sus modelos de negocio creados para los grupos de interés (Traffic Technology international abril/mayo 2018. P 70, 71.)

El grado de intervención humana disminuirá a medida que el Mosaico madure. El nivel 0 es el nivel base y el nivel 6 requiere inteligencia artificial.

Tabla 7: Los diferentes niveles de MaaS y sus modelos de negocio

NIVEL	DESCRIPCIÓN	EXPLICACIÓN
0	Nivel de base, en relación con el nivel actual	Existen sistemas basados en cuentas, los medios de transporte individuales ya tienen una interfaz digitalizada y el viajero tiene información disponible en línea para cada uno de ellos.
1	Integración uno a uno entre algunos servicios privados	Los servicios comienzan a desarrollar ofertas conjuntas. Por ejemplo, peajes y aparcamientos; coches privados y transbordadores; servicios de aparcamiento y transporte en autobús.
2	Pago y billeteo integrados en todos los modos de servicios de transporte públicos y privados limitados	Se produce una mayor integración de los servicios, pero este tiempo transcurre entre el transporte público y el privado. La integración es prometedora, pero otros modos de transporte público son escépticos y se mantienen al margen.
3	Interfaz unificada para una sola cuenta utilizada en múltiples modos de servicios de transporte	En lugar de tener diferentes canales, se unifica una interfaz entre modos, proveedores y servicios, donde el viajero puede planificar sus viajes.
4	Todos los modos están integrados, privados y públicos, incluyendo el enrutamiento, la emisión de billetes y el pago.	Los datos y estándares abiertos se definen y se utilizan comúnmente
5	Las opciones de inteligencia artificial activa se toman en función de las preferencias de viaje y de los datos casi en tiempo real para cambios ad-hoc.	Basado en el comportamiento y el perfil específico del viajero, el viajero necesita una intervención mínima para un viaje de principio a fin.
6	MaaS conecta más allá de la movilidad, interactuando con ciudades y edificios inteligentes	A medida que el MaaS evolucionó, también lo hicieron otros sistemas que estaban involucrados

3.5.6. Conclusiones, retos y cuestiones pendientes

- A. La movilidad compartida afectará a todos: a los usuarios, tanto a los gobiernos locales y regionales como a las empresas de transporte público.
- B. Las agencias públicas no deben negar esta tendencia, sino que deben adoptar la colaboración pública y privada. Los organismos públicos tienen un papel que desempeñar especialmente en lo que respecta a la recopilación de datos, que son cruciales para comprender y gestionar los impactos de la movilidad compartida en la red de transporte.
- C. Las políticas de planificación y movilidad del transporte deben incorporar la movilidad compartida. Es importante asegurar que la movilidad compartida ayude a mejorar los niveles de servicio de transporte para todos los segmentos de personas en relación con los costos incurridos. Se requieren investigaciones detalladas e investigaciones cuidadosas (los análisis

- de costo-beneficio deben ser útiles). Sin embargo, las medidas necesarias deben tomarse a tiempo.
- D. Para ser eficaces, los servicios de movilidad compartida deben implantarse a gran escala en toda el área metropolitana y no sólo en partes de ella. Una escala suficiente también es importante para lograr costos manejables. De hecho, parece que algunos sistemas de coche compartido o de bicicleta compartida no son autosuficientes a pesar de la gran demanda en las zonas urbanas. Entonces, la pregunta es: ¿deberían las autoridades públicas proporcionarles subvenciones financieras o debería aumentarse el precio de estos servicios?
 - E. Algunas profesiones o servicios de transporte público (taxis, autobuses que siguen rutas y horarios fijos, aunque su capacidad es limitada) están probablemente destinadas a desaparecer. La cuestión es si los operadores de transporte público tienen la intención de aceptar estos nuevos servicios compartidos y el consiguiente cambio en la demanda, o simplemente de oponerse a ellos. ¿Cómo se anticiparán los responsables políticos a estos fenómenos?
 - F. La industria automotriz y otros sectores necesitan recalibrar sus modelos de negocio y pensamiento estratégico para tener en cuenta este panorama cambiante. La industria automovilística en particular, con su modelo económico bastante tradicional, experimentará cambios profundos. Algunos fabricantes ya están anunciando que ya no fabricarán automóviles, sino que ofrecerán servicios de movilidad. ¿Cómo monetizar y gestionar estos servicios? Además, los coches que aún se fabrican tendrán que adaptarse para un uso más intensivo.
 - G. Los servicios compartidos que forman parte de esta oferta integrada de movilidad son principalmente urbanos. Su viabilidad económica depende de la demanda. Esta demanda se concentra en las zonas urbanas, lo que hace viable el modelo económico. Paradójicamente, en las zonas periurbanas, la oferta tradicional de transporte público es la que tiene más dificultades para satisfacer una demanda dispersa. Por lo tanto, cabe preguntarse si sería apropiado subvencionar la prestación de esos servicios en esas zonas, en lugar de soluciones basadas en vehículos pesados (tren, autobús).
 - H. Las autoridades públicas deben orientar el despliegue de estos servicios y regular su accesibilidad y funcionamiento. Los gerentes deben pensar cuidadosamente sobre el despliegue de la oferta en sus territorios. Al mismo tiempo, los operadores deben ser reconocidos oficialmente para garantizar la calidad del servicio. Si diferentes entidades o autoridades municipales (como en la Región de Bruselas Capital) asignan espacios dedicados dentro de un municipio o región, los términos y condiciones para que los operadores tengan acceso deben ser neutrales y armonizados. Esto es esencial para el buen funcionamiento de un mercado con varios operadores. En su informe de 2016 sobre "Movilidad compartida", la OCDE recomienda más bien que se encargue a una única entidad la adecuación de la oferta y la demanda. La OCDE también menciona que "las autoridades deben reflexionar cuidadosamente sobre su estatuto y la supervisión de su funcionamiento para proteger a los consumidores del abuso de poder en el mercado y asegurar resultados eficientes".
 - I. Algunos de los servicios presentados anteriormente fueron diseñados inicialmente como verdaderamente colaborativos y gratuitos. Poco a poco se han ido convirtiendo en modelos de negocio más tradicionales y más rentables. Tal es el caso, por ejemplo, del coche de Blabla o de Uber. Esta nueva economía de redes no regulada no puede equipararse a una economía

compartida y plantea un buen número de cuestiones: el privilegio de los accionistas sobre la comunidad, la competencia desleal, la precarización de la mano de obra, etc.

- J. Como observación final, todas las partes interesadas deben responder activamente a los servicios de movilidad compartida, ya que tienen el potencial de convertirse tanto en nuevas oportunidades como en nuevas amenazas, dependiendo de cómo y cuándo respondamos a ellas. Debemos investigar cuidadosamente el comportamiento humano e intervenir en el desarrollo de los servicios de la manera más apropiada y en el momento adecuado.

4. USO DEL SUELO Y DESARROLLO URBANO

4.1. VISIÓN DE CONJUNTO

La organización espacial de la ciudad y el transporte están bien relacionados en el entorno urbano. El movimiento de personas y mercancías es el aspecto clave que impulsa la vida en la ciudad. La alta calidad de vida es imposible sin un nivel adecuado de satisfacción de las necesidades de movilidad. La estructura espacial de la ciudad y su entorno inmediato juega un papel muy importante en relación con la demanda de transporte, la capacidad de las redes de transporte y su uso. Existen tres aspectos básicos de la ciudad y su estructura con influencia en el tráfico y sus impactos ambientales:

- estructura espacial formal de la ciudad
- patrón funcional del uso de la tierra
- interacciones espaciales

El primero se presentó en la introducción del informe y los otros dos se desarrollan en los capítulos siguientes.

4.1.1. Patrón funcional del uso de la tierra

La movilidad de la ciudad es la función de interconexión de las principales actividades sociodemográficas como la vivienda, el comercio, la industria, los servicios, el ocio, etc. Estos componentes crean en los sectores de la ciudad con un carácter predominante de función - zonas funcionales, que se pueden dividir en:

- **residencial:** en forma de bloques de viviendas urbanas compactas (en su mayoría en los centros históricos de las ciudades) o de urbanizaciones independientes o en forma de viviendas urbanas o periurbanas de baja densidad,
- **empleo:** ya sea de tipo productivo (zona industrial, distrito de producción, zona minera, transformación de productos agrícolas,...) o de tipo empresarial-administrativo (bloques de oficinas)
- **servicios cívicos:** instalaciones culturales, instituciones de educación secundaria y superior, centros de la administración pública, centros de ocio, centros de servicios,
- **compras:** grandes centros comerciales o grupos de tiendas pequeñas (a menudo mezcladas con viviendas u oficinas)
- **recreativo:** a veces no crean una zona funcional separada y a menudo se funden con los servicios cívicos vinculados al paisaje verde y libre, los parques, que consisten en zonas de recreo natural y los deportes (casas de campo, campings, piscinas, campos de deportes, etc.)

Además de la función predominante, cada zona debe tener también funciones complementarias.

- **Zonas monofuncionales** - están estrictamente enfocadas a una función urbana. Su existencia es principalmente el resultado de los enfoques funcionalistas del urbanismo del Siglo XX. Las zonas monofuncionales, especialmente las que están formadas por instalaciones de empleo, son excelentes para limitar los efectos nocivos para el medio ambiente y su principal desventaja es la gran demanda de movilidad, especialmente en los desplazamientos diarios al trabajo.
- **Zonas mixtas** - la variedad de funciones urbanas en una zona se acerca más al desarrollo natural de las ciudades. Su mayor beneficio es la reducción de la demanda de transporte,

ya que las conexiones entre la vivienda, los lugares de trabajo y los servicios cívicos son cortas. Este hecho puede fomentar un mayor uso de modos de transporte sostenibles no motorizados (a pie y en bicicleta). Pero el reto del uso mixto de la tierra es hacer frente a los impactos negativos sobre el medio ambiente, como la contaminación o el ruido.

4.1.2. Interacciones espaciales

El transporte (así como la infraestructura técnica) no es la función espacial básica de la ciudad, sino el componente clave en el proceso de su configuración, ya que representa los flujos entre las distintas zonas espaciales funcionales de la ciudad. El objetivo de una buena disposición espacial de la ciudad es conseguir un estado en el que se satisfagan todas las demandas de movilidad de la forma más sostenible posible.

Cada tipo de uso funcional del suelo se caracteriza por su productividad o atractivo en términos de interacciones de movilidad. El volumen de tráfico generado se puede encontrar para el modelado de transporte en los manuales de generación de viajes. Las relaciones de movilidad más importantes deberían definirse como residencia - lugar de trabajo/escuela y espalda; lugar de trabajo/residencia - compras y espalda; residencia - recreación y espalda. También los viajes en cadena (por ejemplo, residencia - lugar de trabajo - compras - residencia) son comunes, especialmente en las grandes ciudades.

Los cambios en el uso de la tierra se reflejan rápidamente en la demanda de tráfico con influencia directa en los patrones de comportamiento de los viajes. Por otro lado, la disponibilidad, velocidad y fiabilidad del transporte puede afectar al proceso de cambio de uso del suelo, aunque en este caso el tiempo de respuesta es significativamente mayor que en el caso contrario.

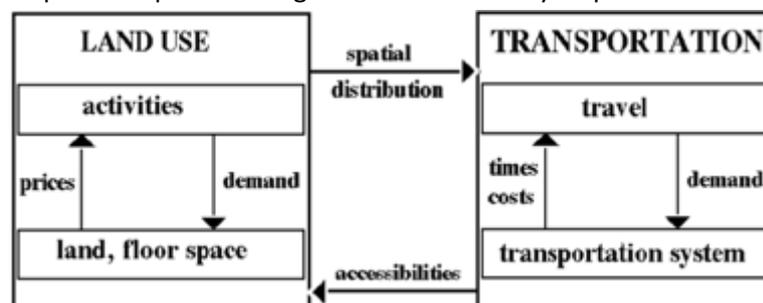


Figura 84 : "Uso del suelo" y "Transporte".

Las principales proyecciones del sistema de transporte urbano en arreglos espaciales son (Rodrigue et al., 2009):

1. Zonas peatonales,
2. Carreteras y aparcamientos,
3. Zonas para ciclistas,
4. Sistemas de transporte público,
5. Terminales de transporte.

La importancia de cada modo de transporte existente está influenciada por numerosos factores, como la forma espacial, la densidad urbana, las implicaciones políticas, etc. Los modos individuales también difieren en términos de consumo de espacio, rendimiento de transporte, velocidad y distancia de viaje típica. A lo largo de los años se han desarrollado varias estrategias políticas diferentes para hacer frente a las necesidades de movilidad de las ciudades. En el gráfico que figura a continuación se muestran los principales enfoques de los últimos 50 años.

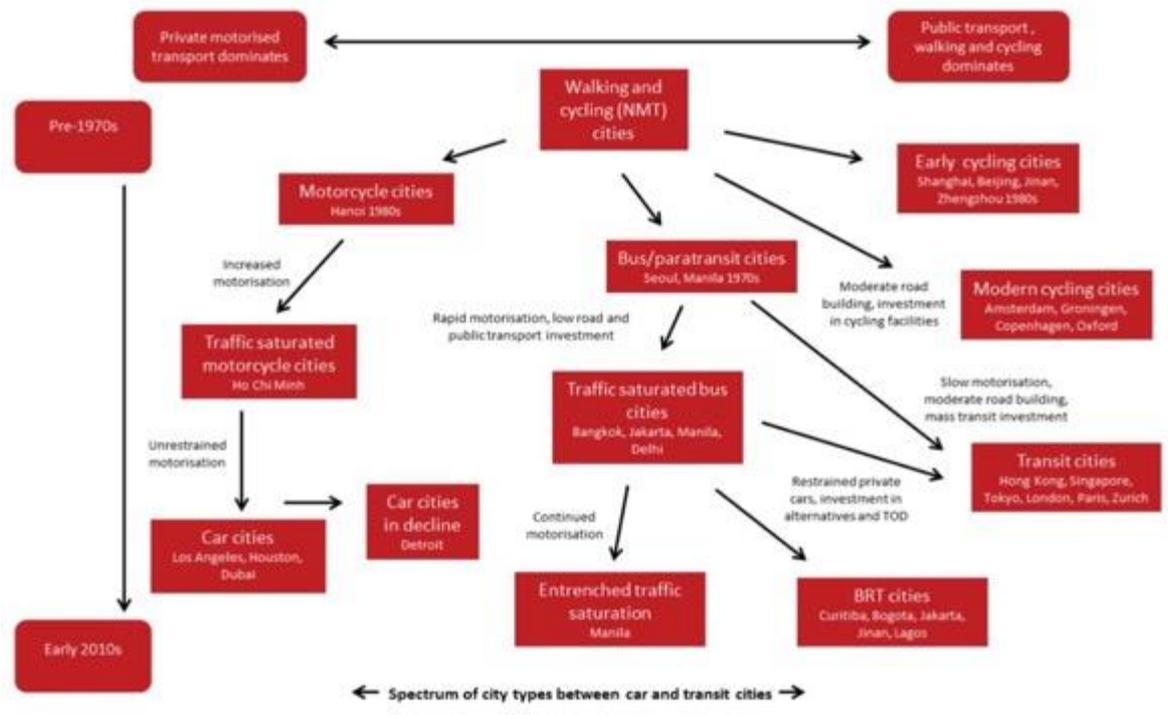


Figura 85: Enfoques de varias estrategias de política diferentes

4.1.3. Enfoques y tendencias en el desarrollo urbano y la movilidad para las ciudades del futuro

Las tendencias de la urbanización en las áreas periféricas y la expansión de las zonas monofuncionales han sido uno de los principales impulsores del rápido crecimiento de las necesidades de movilidad cubiertas (casi) exclusivamente por el transporte individual y la presión del desarrollo sobre las zonas suburbanas en el siglo pasado. Junto a viejos problemas, nuevos retos como el envejecimiento y la estratificación social llegaron en el siglo XXI. Los principales problemas a los que se enfrentan las ciudades de hoy en día son:

- la expansión de las ciudades - la ocupación del suelo y la devastación de las zonas suburbanas
- las crecientes necesidades de movilidad, que provocan congestiones de tráfico
- desintegración social - envejecimiento de la población, disparidades de ingresos, fragmentación cultural
- disminución de la calidad de vida debido a la contaminación ambiental
- la desaparición de la biodiversidad en los ecosistemas urbanos y los cambios climáticos
- el estancamiento económico o el declive de las antiguas industrias tradicionales

Se adoptan nuevas políticas para influir en el desarrollo de las ciudades hacia la sostenibilidad. El documento europeo Ciudades del mañana (CE, 2011) define la visión de las ciudades. Pero no hay una sola visión de la ciudad.

Más bien, cada ciudad debe desarrollar su propia visión, aunque el marco general debe ser similar. Este marco incluye las siguientes tendencias:

- Ciudad compacta - suprime la expansión y aumenta la densidad de la ciudad:
- Estructura funcional policéntrica - diversificación de funciones, disminución de las necesidades de movilidad

- Ciudad de distancias cortas - la mayoría de las necesidades de movilidad se satisfacen caminando o en bicicleta
- Atractivos espacios públicos abiertos
- Desarrollo orientado al tránsito (DOT): conectar los centros de tamaño medio mediante sistemas de transporte público bien desarrollados, con el fin de vincular su potencial y capacidad

Transformación económica y social:

- promoción de nuevas industrias, economía del conocimiento, innovaciones
- pequeñas y medianas empresas locales
- desarrollo local liderado por la comunidad, inclusión

Ciudad inteligente - marco estratégico para la introducción de nuevas tecnologías en los servicios de la ciudad, incluyendo:

- transición digital de los servicios públicos - reducción de la demanda de la movilidad necesaria
- promoción del transporte eléctrico en las zonas urbanas
- gestión de los flujos de tráfico utilizando los grandes datos recogidos en línea
- logística de la ciudad (entregas en el último kilómetro, etc.)

4.2. DESARROLLO ORIENTADO AL TRÁNSITO

4.2.1. Introducción

El urbanismo se enfrenta cada vez más a un gran número de tareas que a menudo están relacionadas entre sí en los ciclos de control. Muchas de las tareas están arraigadas en las responsabilidades de la esfera social a nivel local hasta las necesidades derivadas de los cambios globales y a largo plazo (problemas ambientales, efectos de los gases de efecto invernadero, demanda de crecimiento económico). Para responder a las preocupaciones recientes sobre las necesidades actuales de las ciudades y su futuro, el Desarrollo Orientado al Tránsito (*TOD – Transit Oriented Development*) ha surgido rápidamente como uno de los paradigmas de planificación urbana más populares del mundo. Busca maximizar el acceso al transporte masivo y al transporte no motorizado con un sistema de transporte público de ubicación céntrica rodeado de un desarrollo comercial y residencial de densidad relativamente alta.

El TOD puede mejorar la calidad de vida en las zonas urbanas y, al mismo tiempo, beneficiar a las personas, las comunidades y los promotores. El desarrollo orientado al tránsito en los Estados Unidos ha ganado una amplia aceptación entre todas las políticas y estrategias que los gobiernos federales y locales han adoptado para responder al desafío de los rápidos cambios sociales, ambientales, económicos, tecnológicos y culturales a los que se enfrentan las ciudades.

TOD es una combinación de planificación regional, revitalización de ciudades, renovación suburbana y barrios peatonales. Los proyectos de TOD dependen de un buen diseño urbano para coordinar los tipos de transporte, los usos mixtos de la tierra y la creación de un espacio público atractivo, todo ello en un área limitada.

El TOD es una emocionante tendencia de rápido crecimiento en la creación de comunidades vibrantes, habitables y sostenibles. También conocido como DOT en español Desarrollo Orientado al Tránsito es la creación de comunidades compactas, transitables y de uso mixto centradas en

sistemas de transporte público de alta calidad (tren, tranvía, tren ligero, metro) o incluso BRT. Esto hace posible vivir una vida con menos estrés sin depender completamente de un coche para la movilidad y la supervivencia.

4.2.2. Definiciones de TOD

Hay muchas encuestas en Internet con aspectos como las instalaciones de TOD, las ubicaciones (por ejemplo, el centro urbano frente al centro regional de la ciudad), las tipologías (por ejemplo, la combinación de usos del suelo, los patrones de calles y manzanas), la movilidad y los modos de transporte y las densidades, las dependencias de las distancias, las dimensiones del sistema de transporte. Y también hay muchas otras influencias como los empleos, los quehaceres habituales, los ingresos de los hogares y los diferentes actores que influyen.

Algunos autores utilizan el término TOD de manera bastante amplia, refiriéndose a cualquier forma de "desarrollo orientado al transporte", incluyendo el desarrollo orientado al autobús y al ferrocarril, así como el desarrollo a lo largo de las autopistas (Lefaver, 1997). Esta revisión toma una definición más estrecha, refiriéndose al desarrollo cercano u orientado a las instalaciones de transporte masivo. Lo siguiente representa una muestra de las definiciones de TOD que se encuentran en la literatura:

"Desarrollo dentro de un área geográfica específica alrededor de una estación de tránsito con una variedad de usos de la tierra y una multiplicidad de propietarios" (Salvensen, 1996).

"Una comunidad de uso mixto que anima a la gente a vivir cerca de los servicios de tránsito y a disminuir su dependencia de la conducción" (Still, 2002).

"Desarrollo de densidad moderada a más alta, ubicado dentro de un área de fácil acceso a una parada de tránsito importante, generalmente con una mezcla de oportunidades residenciales, de empleo y de compras diseñadas para los peatones sin excluir el automóvil. El TOD puede ser una nueva construcción o reurbanización de uno o más edificios cuyo diseño y orientación facilitan el uso del tránsito" (Departamento de Transporte de California, 2001).

Los marcos mundiales son diferentes, incluyendo las políticas y estrategias que el gobierno federal y los gobiernos locales han adoptado para responder al desafío de la DOTP. No existe una definición única de TOD. Entre muchas definiciones de TOD, las siguientes tres del Center for Transit Oriented Development (CTOD), Institute for Transportation and Development Policy (ITDP) y Wikipedia son movilizadas y anotadas como se muestra en el siguiente cuadro.

- El Desarrollo Orientado al Tránsito se define típicamente como un desarrollo más compacto a poca distancia de las estaciones de tránsito que contiene una mezcla de usos tales como vivienda, empleos, tiendas, restaurantes y entretenimiento. El objetivo de la hora de la muerte es realmente crear comunidades caminables y sostenibles para personas de todas las edades e ingresos y proporcionar más opciones de transporte y vivienda (Centro de la hora de la muerte, 2007).
- El DOTP implica una planificación y un diseño de alta calidad y bien pensado del uso del suelo y de las formas construidas para apoyar, facilitar y priorizar no sólo el uso del tránsito, sino también los modos más básicos de transporte, la marcha a pie y el uso de la bicicleta (ITDP, 2014).
- Un desarrollo orientado al tránsito (TOD) es un área residencial y comercial de uso mixto diseñada para maximizar el acceso al transporte público, y a menudo incorpora

características para alentar a los usuarios del transporte público. Un vecindario TOD típicamente tiene un centro con una estación de tránsito o parada (estación de tren, estación de metro, parada de tranvía, o parada de autobús), rodeado de un desarrollo de densidad relativamente alta con un desarrollo de densidad progresivamente más baja que se extiende hacia afuera desde el centro (Wikipedia).

De acuerdo con la definición del ITDP, el ciclismo también se considera como un sistema de transporte para el TOD, como la marcha a pie y el tránsito. Por lo tanto, TOD podría redefinirse, en vista del transporte, como un enfoque para construir un sistema de transporte integrado que combine caminar, andar en bicicleta y transitar para hacer que la gente viva en una sociedad sostenible.

El Desarrollo Tradicional Orientado al Tránsito está diseñado para que los residentes puedan vivir, trabajar, comprar y recrearse en la misma área. El TOD se asemeja a un pequeño vecindario que se puede caminar y que se concentra alrededor de una estación de tránsito regional. La parada de tránsito (tren o autobús) es el principal punto focal del desarrollo y está rodeada inmediatamente por densidades de alto nivel de propiedades comerciales, de oficina y residenciales. La parada de tránsito sirve como la conexión regional para el desarrollo, así como la conexión con el centro urbano al que la gente se desplaza. Para maximizar el acceso y la eficiencia del uso de la tierra, la parada de tránsito está conectada al tráfico de vehículos, bicicletas y peatones. A medida que se camina más lejos del centro de tránsito, la densidad del edificio disminuye y se vuelve más uniformemente residencial. La densidad sigue siendo superior a las densidades suburbanas típicas para centralizar la población y maximizar los usos de la tierra (Rappahannock Rapidan Regional Commission, 2006).

4.2.3. TOD - desarrollo en todo el mundo

El término desarrollo orientado al tránsito, como concepto nacido en los EE.UU., rara vez se utiliza en Europa, aunque muchas de las medidas también se destacan aquí. Muchas ciudades europeas se han construido durante bastante tiempo en torno a los sistemas de tránsito y, por lo tanto, a menudo ha habido poca o ninguna necesidad de diferenciar este tipo de desarrollo con un término especial, como ha ocurrido en el caso de los Estados Unidos. Un ejemplo de esto es el *Copenhaguen's Finger Plan*, de 1947, que encarnaba muchos aspectos del desarrollo orientado al tránsito y que todavía se utiliza como marco de planificación general hoy en día. Muchas de las nuevas ciudades creadas después de la Segunda Guerra Mundial en Japón, Suecia y Francia tienen muchas de las características de las comunidades de DOTP. En cierto modo, casi todas las comunidades construidas en terrenos recuperados en los Países Bajos o como urbanizaciones exurbanas en Dinamarca han integrado en su planificación el equivalente local de los principios TOD, incluida la promoción de bicicletas para uso local. Incluso la matriz espacial de los grandes bloques de viviendas de paneles constructivos en los países soviéticos entre los años sesenta y ochenta muestra algunos aspectos del TOD, a pesar de la dudosa calidad general de la vivienda.

El TOD se estaba diseminando rápidamente en los EE.UU. con la creación de emocionantes lugares para la gente en una ciudad tras otra. El público ha adoptado el concepto en todo el país como el lugar más deseable para vivir, trabajar y jugar. Los promotores inmobiliarios han actuado rápidamente para satisfacer la alta demanda de lugares urbanos de calidad servidos por sistemas ferroviarios.

La encuesta (*Amerika THINKS survey*) también encontró que el deseo de vivir cerca del transporte público ha aumentado en los últimos cinco años entre el 29 por ciento de los estadounidenses. Los denominados de la generación milenaria (*millennials*), vuelven a tomar la delantera, con el 36 por ciento que quiere vivir cerca del transporte público hoy en día, más que hace cinco años, frente al 25 por ciento de los estadounidenses mayores.

El deseo de integrar más plenamente las opciones de estilo de vida y movilidad está haciendo que los estadounidenses reconsideren sus prioridades sobre dónde eligen vivir y cómo viajan para ir a trabajar y jugar. (Mike Sweeney, HNTB, vicepresidente senior). La disposición de las personas a pagar más para vivir en una zona determinada a cambio de mejores opciones de estilo de vida y movilidad envía un claro mensaje sobre el creciente interés, valor e importancia del desarrollo orientado al tránsito.

De acuerdo con el *Transit Oriented Development Institute*, TOD es un desarrollo compacto con fácil acceso a pie a las estaciones de tránsito que contiene una mezcla de usos tales como vivienda, trabajo, tiendas, restaurantes y entretenimiento. Se centran en sistemas ferroviarios de alta calidad, que reducen en gran medida la necesidad de conducción y el consumo de energía hasta en un 85 %.

La encuesta de *America THINKS* encontró que más del 83 por ciento de todos los estadounidenses (2016) estaban más interesados en vivir cerca del transporte público accesible que hace cinco años, incluyendo el 76 por ciento de los estadounidenses que viven en áreas rurales. Según la encuesta, más de la mitad de los estadounidenses están de acuerdo en que la disponibilidad de un buen transporte público aumenta su interés en mudarse y vivir en un área en particular. La encuesta también encontró que los estadounidenses creen que numerosos beneficios resultan del desarrollo orientado al tránsito.

Esto incluye una menor dependencia de la conducción (57 por ciento) que permite a los residentes vivir, trabajar y jugar en la misma zona (46 por ciento), reduciendo la huella de carbono de la zona o el impacto medioambiental negativo (44 por ciento), el acceso a mejores servicios de vida y estimulando la economía local (43 por ciento), un mejor acceso entre las zonas urbanas y suburbanas (42 por ciento), el acceso a mejores servicios de entretenimiento o recreativos (39 por ciento), el acceso a mejores puestos de trabajo (37 por ciento), la cooperación de la HNTB (visite www.hntb.com).

4.2.4. TOD - Tipologías

4.2.4.1. Tipologías generales de TOD

Tradicionalmente, la orientación del tránsito de un área ha sido medida usando las 3 D's de *densidad*, *diversidad* de usos de la tierra, y *diseño* o forma construida. Aquí el tránsito normalmente se refiere a la base ferroviaria, pero en estos días el tránsito rápido de autobuses también entra en juego para el TOD y a veces el tranvía o el tren del metro ligero también está entrelazado con el TOD y hay varias implementaciones disponibles en todo el mundo. Además, con el fin de evaluar mejor la forma urbana y el desempeño del sistema de transporte, se sugieren las 5 P's utilizadas para el plan estratégico, las cuales son las siguientes (ver abajo). (Florida-Transit-Oriented Development FDOT- www.fltod.com s.31.

1. **Gente:** El número de residentes y trabajadores en un área - Esto tiene una correlación directa con la reducción de las millas recorridas por los vehículos.

2. Lugares: El número de vecindarios que sirven a establecimientos de venta al por menor y de servicios.- Las áreas con servicios urbanos comerciales tales como restaurantes, tiendas de comestibles y tiendas especializadas no sólo permiten a los residentes completar sus actividades diarias sin tener que subirse a un automóvil, sino que también mejoran la probabilidad de un desarrollo de mayor densidad al aumentar el valor de los terrenos residenciales.
3. Forma Física: Tamaño promedio de bloque - El tamaño de bloque pequeño promueve un desarrollo y una caminabilidad más compacta al estilo "urbano".
4. Desempeño: La alta calidad y frecuencia del servicio de autobuses y ferrocarriles hace del transporte público un medio más fiable para desplazarse y puede correlacionarse con una menor conducción.
5. Conectividad peatonal/bicicletas: Acceso a aceras y carriles para bicicletas de bajo esfuerzo - La conectividad de bicicletas y peatones anima a mucha más gente a caminar o andar en bicicleta a destinos de tránsito y vecindarios.

Además, dependiendo del apoyo y la dependencia del tránsito, las comunidades de tránsito se pueden clasificar en tres tipos basados en esta evaluación, como se muestra en el siguiente cuadro.

1. Tránsito Adyacente

Áreas no transitables o áreas cercanas al tránsito de calidad que no poseen el carácter urbano que mejor apoyarían al tránsito; generalmente describe áreas de baja a moderada población dentro de distancias caminables, de estaciones de tránsito de alta calidad o corredores que carecen de una combinación de conectividad callejera, instalaciones para peatones y bicicletas, y servicios urbanos que apoyen más plenamente el nivel de servicio de tránsito.

2. Relacionados con el tránsito

Áreas que poseen algunos, pero no todos, de los componentes del desarrollo orientado al tránsito; generalmente describe áreas moderadamente pobladas servidas por un tránsito de mayor calidad, una buena o mejor red de peatones/bicicletas, y alguna mezcla de servicios de apoyo del vecindario.

3. Orientado al tránsito

Áreas que son más propensas a apoyar un estilo de vida de tránsito; describe áreas más densamente pobladas servidas por trenes y/o autobuses de alta calidad, buenas a excelentes conexiones peatonales/bicicletas, un conjunto menos denso manzanas, y una mezcla de servicios de venta al por menor y de servicios de apoyo.

Otro desglose del TOD, se puede organizar en función del modo de tránsito y de la región geográfica, como núcleo urbano, área general urbana, suburbana y rural. Un ejemplo típico de taxonomía es el de la Guía de TOD de Florida

4.2.4.2. Ciudad - Tipología amplia

Mezcla de uso de suelo

Fuerte mezcla de usos, edificios de media y alta altura con una mezcla de usos multifamiliares, comerciales, de oficina, cívicos, institucionales y de entretenimiento.

Patrón de calles y manzanas

Regular, bloques más pequeños, patrón regular de conexiones peatonales/vehiculares, bloques triangulares únicos donde las rejillas se unen a las calles lineales, callejones consistentes.

Emplazamiento de edificios

Edificios construidos hasta las aceras, Pared continua de la calle, Orientación uniforme, Estacionamiento en la parte trasera/lateral o estructurado

Altura del edificio

Alturas sensibles al contexto en distritos históricos, Consistencia de edificios de mediana a alta altura en otros distritos

Movilidad

Máxima prioridad para los peatones, Alto nivel de instalaciones para bicicletas, Centro del sistema de tránsito multimodal.

4.2.4.3. Tipologías de TOD

Los urbanistas utilizaron una tipología de TOD, para indicar la mezcla e intensidad de desarrollo deseada en estaciones de tránsito específicas y para mostrar que no todas las estaciones se construirán con patrones idénticos. Esto ayudó a los residentes a entender que los vecindarios existentes cambiarían sólo modestamente y señaló a los promotores donde la ciudad planeaba apoyar el nuevo e intensivo TOD (An Issue Paper of the American Planning Association, 2007).

La siguiente tabla describe las tipologías de TOD que deben ser consideradas en los Estados Unidos:

Cuadro 8: Tipologías de desarrollo orientadas al tránsito

Tipología	Características
Urbano-Centro	<ul style="list-style-type: none"> - Centros cívicos y culturales - Múltiples líneas de tránsito y puntos de transferencia
Barrio Urbano	<ul style="list-style-type: none"> Densidad moderada a alta (>30 unidades de vivienda por acre) - Ampliación del sistema de calles del centro de la ciudad - De compras por una calle central - Cruce de caminos clave - Por lo general, viviendas más asequibles - Elevada actividad peatonal - A veces, los distritos históricos adyacentes al centro de la ciudad
Barrio Suburbano	<ul style="list-style-type: none"> - Oportunidad para una mayor densidad y rediseño - Más centrado en los pasajeros - Algunos de ellos son de venta al por menor y comerciales, pero limitados.
Zona de tránsito vecinal	<ul style="list-style-type: none"> - Principalmente residencial - Algunas compras con espacio limitado para tiendas u oficinas
Ciudad de Cercanías	<ul style="list-style-type: none"> Independiente, con servicio de cercanías al centro de la ciudad - El área de la estación puede ser una "calle principal" con tiendas, oficinas, residencias, etc. - Soporta el servicio en horas punta pero necesita estacionamiento
Centro de la Universidad	<ul style="list-style-type: none"> - Entorno peatonal y ciclista - Necesita conectividad con la acera y el autobús de enlace para las actividades de los estudiantes - centros, polideportivos y bibliotecas
Centro Regional de la Ciudad	<ul style="list-style-type: none"> - Centro comercial, con amplio acceso automático - Requerirá una conectividad cuidadosa - Es probable que se necesiten cambios en el uso de la tierra - Oportunidades para hacer operativa el área 24 horas

4.2.5. Estrategias de implementación para el TOD

4.2.5.1. Estrategias de implementación para el TOD

Como se muestra en la figura siguiente de la presentación de Zimbabwe en 2011, hay dos direcciones para lograr la hora de la muerte: regulatoria o reactiva y participativa o proactiva, y

hay cuatro instrumentos como las regulaciones, los instrumentos voluntarios, el gasto y los incentivos financieros, que son las herramientas que la mayoría de los proyectos de hora de la muerte en todo el mundo una vez que se utilizan y se están utilizando para hacer que esto suceda.

Las regulaciones incluyen instrumentos tales como leyes, licencias y permisos que tienen una base legal. Los instrumentos voluntarios incluyen la información, la asistencia técnica y las actividades comunitarias, que no requieren inversiones financieras. Los gastos incluyen las inversiones directas de los gobiernos para la provisión de infraestructura y servicios. La última categoría implica proporcionar incentivos financieros a las personas a través de mecanismos tales como precios, impuestos y cargos, subsidios, reembolsos, subvenciones y préstamos, recompensas, bonos de garantía. Aunque estas cuatro categorías de políticas no se excluyen mutuamente y tienen algunas superposiciones, proporcionan una base útil para analizar los mecanismos de promoción (Bajracharya, 2005).

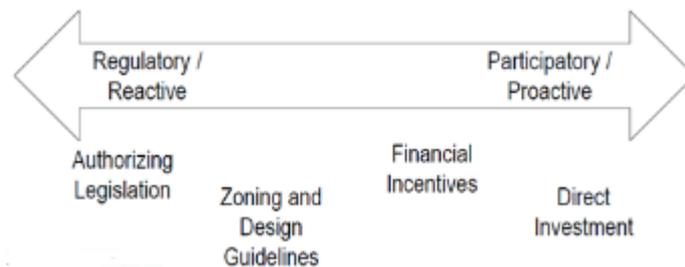


Figura 86 : - Estrategias y herramientas de implementación de la TOD (Zimbabwe, 2011)

Una vez que se han establecido algunas de las leyes y/o directrices gubernamentales, para promover eficazmente los proyectos de TOD, se deben considerar claramente los incentivos en dos niveles: uno para la comunidad local y otro para los promotores. Para lograr el apoyo de la comunidad, los incentivos que comprenden los beneficios de la comunidad deben ser cuidadosamente empaquetados. El paquete puede incluir la provisión de instalaciones comunitarias, calles activas transitables y vecindarios atractivos. Del mismo modo, se debe ofrecer a los promotores un paquete de incentivos centrado en sus necesidades, como el apoyo con respecto al montaje de terrenos y la provisión de infraestructura, y un sistema de aprobación de proyectos de desarrollo simplificado e integrado.

Se reconoce y acepta ampliamente que la introducción de servicios de tránsito, en particular los que se prestan servicio en vías guiadas fijas, aumentará el valor de los terrenos cercanos a las estaciones. Se han observado primas de valor de la tierra superiores al treinta por ciento cerca del tránsito ferroviario de cercanías (Cervero, 2004).

La captura de valor se define en términos generales como un medio por el cual el incremento del valor de la tierra resultante de la inversión en tránsito es "capturado" por algún medio para ser utilizado por la agencia de tránsito, como se muestra en la figura 87. Dicha prima de tránsito, con el propósito de financiar la TOD, debe ser capturada y de acuerdo con el informe del CTOD publicado en 2008, la mayoría de las estrategias caen bajo cuatro categorías generales que se enumeran a continuación.

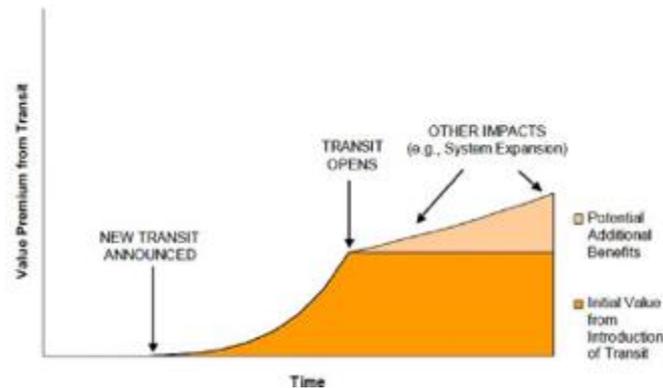


Figura 87 : Prima de la curva de valor en tránsito (CTOD, 2008)

Evaluación especial: un impuesto que se calcula sobre las parcelas que han sido identificadas como receptoras de un beneficio directo y único como resultado de un proyecto público. Ejemplos típicos de esta categoría son la línea Metro Red en Los Ángeles, el tranvía de Portland y la estación de metro de la Avenida de Nueva York en Washington DC.

Tasa de desarrollo/impacto: una tasa que se aplica a los nuevos desarrollos dentro de una jurisdicción como medio para sufragar el costo para la jurisdicción de expandir y extender los servicios públicos al desarrollo. El Cargo por Desarrollo del Impacto del Tránsito (TIDF) en la ciudad y el condado de San Francisco y el sistema de Concurrencia Orientada al Tránsito (TOC) en los casos de Florida pertenecen a esta categoría.

Esta sección del resumen de las estrategias de implementación contiene la mayoría de los casos de EE.UU. debido a la disponibilidad de las referencias. Sin embargo, los enfoques generales adoptados en otras partes del mundo no difieren mucho de los casos de los Estados Unidos y algunos contextos y situaciones locales se reflejan en la organización de las estrategias de aplicación.

4.2.5.2. Estrategias y herramientas clave para la implementación de la TOD

Muchas ciudades, condados y agencias estatales/federales de los Estados Unidos están logrando el TOD en sus jurisdicciones, utilizando una variedad de herramientas de implementación. Han surgido una serie de "mejores prácticas" de implementación, que se describen a continuación.

- Una visión integral y estratégica establece al TOD como un elemento clave del plan general de uso del suelo y movilidad de la ciudad. La visión abarca objetivos más amplios de desarrollo y uso de la tierra en toda la ciudad, así como expectativas de desempeño para el desarrollo futuro alrededor de las estaciones de tránsito.
- Participación pública y privada: Es importante que se comprenda y acepte ampliamente el TOD. Se deben promover programas de información y educación a nivel comunitario. Los procesos de planificación que involucran a los vecindarios, los funcionarios electos, los propietarios de tierras y la industria del desarrollo pueden crear un programa de TOD que reciba apoyo y se implemente.
- Dondequiera que haya una estación de tren de cercanías hay una oportunidad para el TOD. Sin embargo, el mercado no es ilimitado. Identificar las estaciones prioritarias donde hay interés en el mercado, suficiente tierra y una oportunidad razonable para el éxito. Centrarse en estas estaciones prioritarias para asegurar que

- Los proyectos de TOD son un éxito. Las estaciones individuales necesitan planes específicos que reconozcan las fortalezas del mercado local, las oportunidades del sitio y los intereses de la comunidad. Estos planes esbozarán objetivos claros para la hora del TOD en cada estación y proporcionarán directrices sobre el uso del suelo, la densidad, los sistemas públicos, el diseño urbano y la gestión de los aparcamientos.

4.2.6. DOTP y modos de transporte

4.2.6.1. Tránsito ferroviario y TOD

Una amplia gama de TOD, como se evidencia en la siguiente figura, están disponibles en todo el mundo y la mayor parte de la distribución de TOD se distribuye a través del transporte ferroviario, primero en los EE.UU., y esto no es una excepción en Europa y Asia al señalar el TOD y los servicios de transporte asociados.

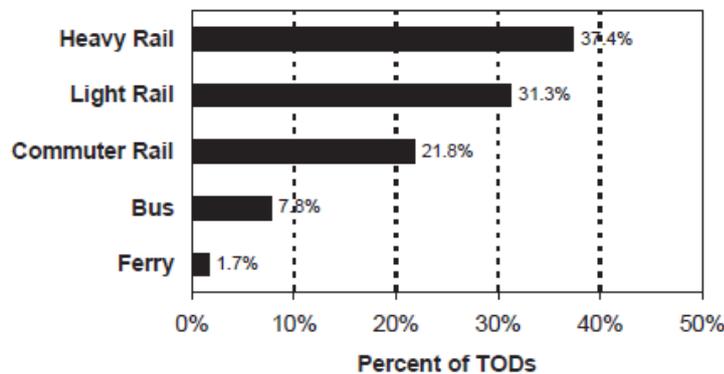


Figura 88 : - Distribución de las horas de llegada previstas por tipo de servicio de tránsito (TRB, 2004)

Para el caso del tren de cercanías, hay muchos buenos ejemplos en Japón, Corea, Europa y Estados Unidos. Para el caso del tren ligero, hay muchos buenos ejemplos en todo el mundo. Esto se debe en parte al renacimiento de los tranvías en Europa Occidental y Estados Unidos. Un ejemplo llamativo de las bases de la LRT TOD también se puede encontrar en la base de la LRT TOD de Portland.

El metro de alta capacidad y el metro ligero urbano, basados en el ferrocarril pesado y de cercanías, ofrecen soluciones para mejorar la movilidad urbana, la calidad de vida y el medio ambiente, tanto en los países desarrollados como en los países en desarrollo, y desempeñan un papel importante en la configuración de la forma urbana, promoviendo densidades más elevadas, incluido el uso mixto y accesible de la tierra. No es extraño notar que muchas implementaciones de TOD están situadas a las afueras de las ciudades centrales en los suburbios más nuevos y más viejos.

Estrategia coordinada entre el desarrollo ferroviario y suburbano en Tokio

En Tokio, el patrón de las densidades de uso del suelo sigue el patrón de las principales redes de transporte público y, por lo tanto, la movilidad urbana multimodal se ha realizado en gran medida. Esto se debe a la estrategia a medio plazo de planificación y financiación coordinadas entre el desarrollo de la red de tránsito ferroviario y el desarrollo suburbano. La estrategia ha sido empleada desde hace mucho tiempo por empresas ferroviarias privadas y por los sectores públicos en las grandes áreas metropolitanas japonesas, incluida Tokio.

A lo largo del siglo XX, el período de urbanización duradera para el Japón, una de las cuestiones de política fue la de proporcionar viviendas asequibles y emplazamientos de viviendas a la afluencia de población a las grandes regiones metropolitanas, en un contexto de aumento vertiginoso de los precios de la tierra. Con el fin de desarrollar los suburbios a gran escala, la ampliación o mejora de la red ferroviaria urbana existente (formada básicamente por los años veinte del siglo XX) se consideró una política de transporte urbano eficaz.

Los conceptos clave de la estrategia de coordinación son dos. La primera es la implementación del desarrollo suburbano bajo la iniciativa de las compañías ferroviarias privadas, con el apoyo de los gobiernos central y locales. La otra es la reinversión de los beneficios obtenidos en el desarrollo de la extensión ferroviaria y el desarrollo suburbano por parte de empresas ferroviarias privadas. La estrategia ha sido una política de transporte urbano eficaz, así como un modelo empresarial sostenible a lo largo de los años.

4.2.6.2. Modos activos Caminar / Bicicleta y TOD

Caminar

Un vecindario TOD típicamente tiene un centro con una estación de tránsito o parada (estación de tren, estación de metro, parada de tranvía, parada de autobús), rodeado de un desarrollo de densidad relativamente alta con otro de densidad progresivamente más baja que se extiende hacia afuera desde el centro. Por lo general, los TOD's se encuentran dentro de un radio de un cuarto a media milla (400 a 800 m) de una parada de tránsito, ya que se considera una escala apropiada para los peatones, resolviendo así el problema de la última milla.

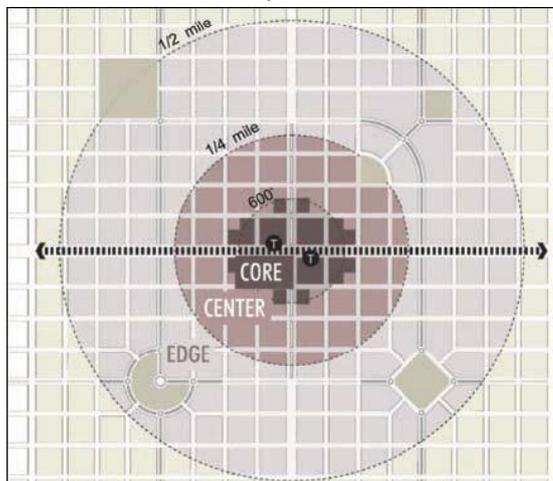


Figura 89 : Borrador del estudio del caso TOD

El gobierno local del Condado de Arlington, Virginia, recomienda que un TOD se emplace dentro de $\frac{1}{4}$ a media milla (400 a 800 m) de las estaciones de tránsito rápido del Centro del Condado de Washington, con desarrollo de uso mixto, uso compartido de bicicletas y posibilidad de caminar. En los Estados Unidos, un círculo de media milla de radio se ha convertido en el estándar de facto para las áreas de captación de tránsito ferroviario para los TOD's. Una media milla (800m) corresponde a la distancia que alguien puede caminar en 10 minutos a 3 mph (4.8 km/h) y es una estimación común para la distancia que la gente caminará para llegar a la estación de tren. El anillo de media milla tiene un tamaño de poco más de 500 acres (2.0 km²).

En Europa se ve un poco diferente, especialmente calculando la velocidad al caminar de los niños o personas mayores. Mirando la figura 5 se puede ver que las distancias de 600 metros de media son aceptadas sólo por un número muy pequeño de personas, especialmente si el entorno no es atractivo y la gente tiene que hacer este viaje con regularidad (al trabajo, a la escuela, etc.).

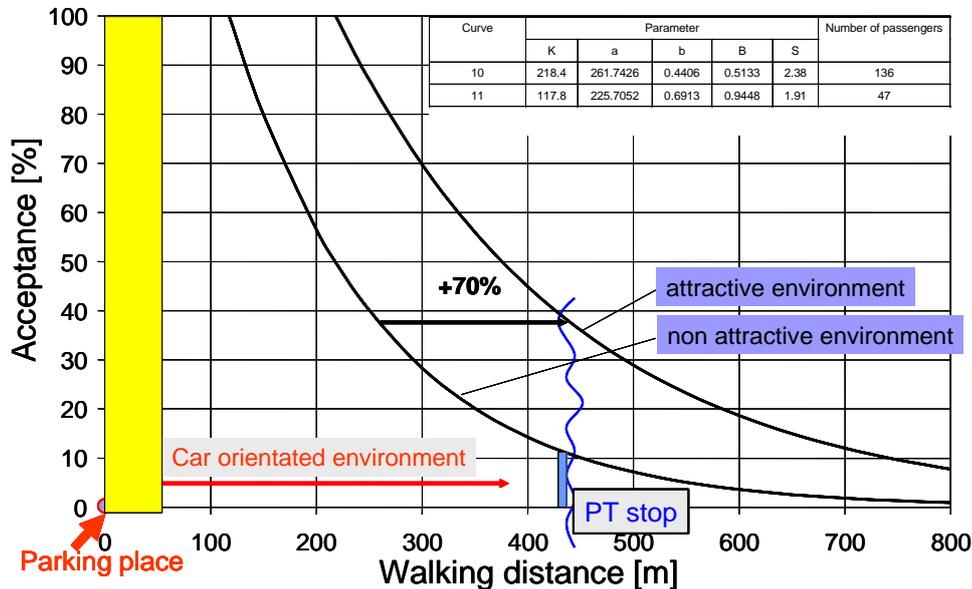


Figura 90: Influencia de la estructura de la ciudad en la aceptación de las distancias a pie; Propósito del viaje: tráfico laboral, libre elección del modo de transporte; (Fuente: Peperna O, 1982)

La aceptación de esta distancia exige atracción dentro de las circunstancias. Por ejemplo, si se observa una distancia a pie de 300 m, un entorno atractivo podría aumentar la aceptabilidad de caminar hasta el destino del 30 al 70 por ciento. (ver figura 89)

La voluntad de ir a pie hasta 800 m para viajes regulares (al trabajo, de compras, etc.) se reduce en gran medida. Incluso en un entorno atractivo, la disposición se sitúa por debajo del 10 % (y por debajo del 50 % en el caso de los 400 m). La aceptación de las distancias a pie, es un problema de agotamiento de la energía corporal y por la disminución de la utilidad marginal. También se han tenido en cuenta cuestiones como la seguridad en el espacio público, la permeabilidad de la zona o la exposición a los contaminantes nocivos en la elección del modo de transporte. Por otro lado, en el caso de una estación situada a 300 m de distancia, un entorno atractivo podría aumentar la aceptación en más del doble.

La norma estatal checa 73 6425-1 establece, por ejemplo, que las paradas de los servicios de transporte público que prestan servicios locales deben estar situadas de tal manera que la distancia a pie desde el punto de origen/destino no supere los 500 metros. En casos justificados, las distancias pueden ajustarse adecuadamente de acuerdo con las condiciones locales. El límite de 500 metros mencionado anteriormente es un límite fronterizo - con una velocidad de marcha de 5 km/h representa 6 minutos de marcha. En general, más bien 400 m sería mejor - límite psicológico de tiempo de marcha de 5 minutos. Este límite está en la línea con la densidad generalmente recomendada de paradas de transporte público en tranvías rápidos/ferrocarriles ligeros (700-800m) Esto se aplica para caminar hasta la parada de transporte público; la distancia debe mejorarse con medidas adicionales tales como el funcionamiento de los autobuses alimentadores locales, bicicleta+viaje, etc.

Ciclismo

A pesar de que la bicicleta en sí es suficiente para un viaje completo, es más probable que sea un medio de transporte de acceso a los principales medios de transporte en estos días. En general, el ciclista promedio puede moverse 3 veces más rápido que el peatón promedio (Lee et al., 2014).

El número de personas que andan en bicicleta ha aumentado, en particular, el patrón de encadenamiento de viajes de integración de la bicicleta y el transporte público también ha crecido, especialmente en Europa, Japón y Corea. Tanto en Dinamarca como en Suecia, el uso de la bicicleta y el transporte público representan el 25 % y el 9 % del total de los viajes, respectivamente. Lee et al (2014) sugiere el concepto de TOD basado en la bicicleta (B-TOD). El B-TOD sugerido se basa en una combinación de Bicicleta y PT, un nuevo concepto para ampliar el alcance del área de la estación con un ambiente amigable para las bicicletas, mientras se adopta el concepto tradicional de TOD dentro del rango de caminata.

En el caso del ciclismo, sin embargo, cabe mencionar que no es muy adecuado para zonas complicadas por la orografía. El esfuerzo físico asociado con la subida de la colina afecta negativamente a la voluntad de elegir este modo.

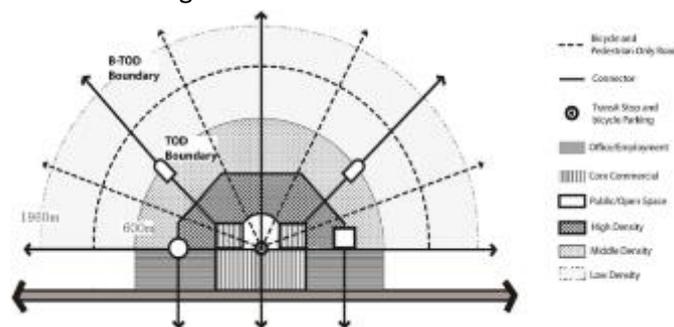


Figura 91 : - Contexto espacial y configuración de B-TOD (Lee et al., 2014)

Half-Mile Circles (2010) también publicó cómo el ciclismo puede mejorar exponencialmente la accesibilidad al tránsito y la viabilidad de cualquier desarrollo orientado hacia él. Implican que el hecho de que se permita llevar una bicicleta a bordo del autobús o del tren es de vital importancia, ya que ofrece opciones de movilidad adicionales y, por lo tanto, el TOD con la bicicleta en general podría aplicarse de forma más práctica.

Hasta ahora, en realidad no hay buenos ejemplos de DOTP basados en el ciclismo. Sin embargo, es bastante evidente que el uso de la bicicleta desempeña un papel importante en la conexión de las personas con el sistema de tránsito. Ma et al (2014) examinaron los impactos del programa de uso compartido de bicicletas sobre el número de usuarios del transporte ferroviario, centrándose en Washington, D.C.. El número de usuarios de la estación de Capital Bikeshare se asoció significativamente con el número de usuarios de Metrorail.

4.2.6.3. BRT y TOD

Cervero y Dai (2014) señalaron que el bien diseñado TOD sirve como un centro para organizar el desarrollo de la comunidad y revitalizar los distritos urbanos de larga data. Asimismo, el BRT parece particularmente adecuado para la porción del mercado del DOT de baja a moderada densidad y orientado a la residencia. De acuerdo con el informe de EMBAQ, el BRT influye en el aumento del espaciamiento de la actividad física de las estaciones BRT, lo que tiende a requerir mayores distancias para caminar que todos los otros modos motorizados y su mayor velocidad de

operación aumenta la disposición de los pasajeros a caminar a las estaciones. Por lo tanto, probablemente hay efectos positivos de la BRT en el TOD y se introducen algunos casos exitosos que consideran el servicio de la BRT para implementar el TOD.

Aunque hay muchas ciudades donde se ha establecido el BRT como en Curitiba, Brisbane, etc., la ciudad más típica que el TOD ha sido explorado con extensos sistemas BRT, además de Curitiba es Bogotá.

4.2.7. Beneficios del TOD - Qué hace que la TOD sea exitosa

El TOD hace que sea más fácil para los que viven o trabajan en el área alrededor de la estación de tránsito moverse por la región, proporcionando una serie de beneficios que incluyen un mayor número de usuarios de transporte público, una reducción de la congestión y la contaminación regional, y vecindarios más saludables y más transitables. También beneficia a los conductores porque elimina los viajes de la red de carreteras. La EPA (2013) informó que la mezcla de usos comerciales y residenciales, la mejora de los espacios peatonales y urbanos y la reducción de la congestión del tráfico mejoran la calidad de vida en los vecindarios orientados al tránsito, así como revitalizan el centro de la ciudad.

En general, al crear "nodos de actividad" unidos por el tránsito, el TOD ofrece importantes opciones de movilidad para los jóvenes, los ancianos, las personas que prefieren no conducir y los que no tienen coche. El TOD puede aumentar el número de usuarios del transporte público y, por lo tanto, puede mejorar la eficiencia y la eficacia de las inversiones en servicios de transporte público. Se sabe que el TOD aumenta el uso del tránsito cerca de las estaciones entre un 20 y un 40 por ciento y puede reducir las tasas de millas recorridas en vehículos (VMT). Además, teniendo en cuenta que los costos de vivienda y transporte se clasifican como el primer y el segundo gasto más importante de los hogares, el TOD puede reforzar los ingresos disponibles de los mismos. El TOD reduce la contaminación del aire y las tasas de consumo de energía de 2,5 a 3,7 toneladas por año en cada hogar. Aparte puede ayudar a conservar los recursos de la tierra y los espacios abiertos y puede desempeñar un papel en el desarrollo económico, reducir los costos de infraestructura y contribuir a la construcción de viviendas más asequibles. Resumiendo, tal como se ha identificado, los beneficios van desde el nivel individual, comunitario y hasta elestial, respectivamente.

Los estadounidenses creen que el desarrollo orientado al tránsito proporciona una serie de beneficios;

Fuente: América PIENSA Encuesta (1) lado8;

- Reducción de la dependencia de la conducción (57%)
- Permitir a los residentes vivir, trabajar y jugar en la misma zona (46%)
- Reducir la huella de carbono de las áreas y el impacto negativo en el medio ambiente (44%)
- Proporcionar acceso a servicios para una vida mejor (43%)
- Estimular la economía local (43%)
- Proporcionar un mejor acceso entre las zonas urbanas y suburbanas (42%)
- Proporcionar un mejor acceso a servicios de entretenimiento o recreativos (39%)
- Proporcionar acceso a mejores empleos (37%)
- Revitalizar las zonas urbanas (30%)

Beneficios del TOD

- Mayor calidad de vida con mejores lugares para vivir, trabajar y jugar
- Mayor movilidad con facilidad de desplazamiento
- Aumentar el número de pasajeros en tránsito
- Reducción de la congestión del tráfico, los accidentes de tráfico y las lesiones
- Reducción del gasto de los hogares en transporte, lo que resulta en viviendas más asequibles
- Estilo de vida más saludable con más caminata y menos estrés
- Valores inmobiliarios más altos y estables
- Aumento del tráfico peatonal y de clientes para los negocios de la zona
- Gran reducción de la dependencia del petróleo extranjero, reducción de la contaminación y de los daños al medio ambiente
- La reducción de los incentivos para la expansión y el aumento de los incentivos para el desarrollo compacto
- Es más barato que construir carreteras y expandirse
- Mayor capacidad para mantener la competitividad económica

4.2.8. Vínculo entre el uso de la tierra y el transporte

Al hablar del TOD, el uso de la tierra y el transporte no están muy lejos de él ya que entra también en el ámbito de la interacción entre ambos con el medio de la accesibilidad. Wegener y Furst (1999) proporcionaron el "Ciclo de retroalimentación sobre el uso del suelo y el transporte" para explicar la relación entre accesibilidad, uso del suelo, actividades y sistema de transporte. Este ciclo de retroalimentación indica que un problema clave en la lógica de la planificación del transporte y la idea del transporte integrado a menudo no tiene en cuenta los impactos del uso del suelo, ignorando los impactos más amplios del transporte en el entorno urbano (Mephram, 2013). Como se muestra, la accesibilidad y las actividades se encuentran entre la línea divisoria del uso de la tierra y el transporte y dos factores juegan un papel importante en el logro de un buen ejemplo de TOD.

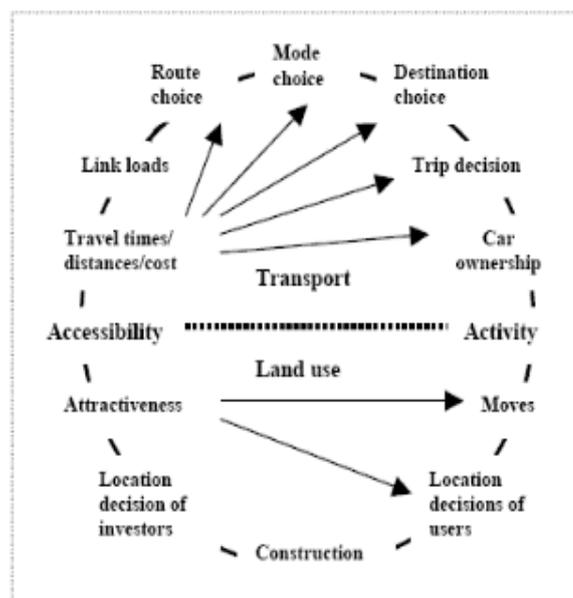


Figura 92: - Ciclo de retroalimentación sobre el uso del suelo y el transporte (Wegener y Furst, 1999)

4.2.9. Estudios de casos de TOD's regionales a lo largo de los ferrocarriles

4.2.9.1. Tren de Corea eXpress

En cuanto a la escala regional, el TOD vinculado con el ferrocarril, el corredor coreano KTX podría ofrecer buenos ejemplos para la implementación del mismo. Más concretamente, la estación coreana de Cheonan puede considerarse un buen ejemplo. Las principales ciudades a lo largo de la línea (tren de alta velocidad en Corea) suelen mostrar los cambios en el precio de la tierra con un aumento de la inversión en vivienda. El desarrollo alrededor de la estación de Cheonan es un ejemplo de la alta velocidad basada en el ferrocarril TOD en este sentido y el uso mixto del desarrollo alrededor de la estación todavía está en curso. Según el informe de KB Kookmin Bank, los precios de la vivienda aumentaron un promedio del 4% en toda la ciudad de Cheonan durante el último año. Además, está en desarrollo un proyecto de grandes complejos industriales relacionados con la estación.

4.2.9.2. Tsukuba Express

El proyecto Tsukuba Express se refiere a la construcción de una nueva línea ferroviaria, Tsukuba Express (TX), entre Tokio y la Ciudad de las Ciencias de Tsukuba, situada a unos 50 km de Tokio y al desarrollo urbano integrado de las zonas a lo largo de la línea ferroviaria. El proyecto caracteriza el desarrollo de los sistemas de transporte público y de las áreas de vivienda a lo largo de la línea bajo la ley especial para la evolución coordinada de las áreas residenciales y las áreas metropolitanas ferroviarias (la llamada "Ley de Desarrollo Coordinado") para facilitarlos. La Ley obliga tanto a los municipios respectivos, a los operadores de empresas de reajuste de terrenos a lo largo de la línea ferroviaria y a los operadores de empresas ferroviarias pertinentes, a establecer un consejo para organizar los debates necesarios para el desarrollo ferroviario y el urbano.

El Proyecto TX logró un desarrollo sin problemas de un sistema ferroviario y supuso un cambio importante en la proporción de la estructura del transporte público, incluidos los ferrocarriles y los autobuses de carretera existentes. Recientemente, en una estación de TX se han implementado "viajes en autobús y en tren" para combinar el uso de TX y los servicios de autobuses de carretera, formando una red de transporte multimodal para la zona.



Figura 93 : -Estación de Kashiwa-no-ha-Campus

4.2.10. Los actores del TOD y sus objetivos

El desarrollo orientado al tránsito es una solución importante a los graves y crecientes problemas del cambio climático y de la seguridad energética mundial mediante la creación de comunidades densas y transitables que reducen en gran medida la necesidad de conducir y el consumo de energía. Este tipo de vivienda puede reducir la conducción de vehículos hasta en un 85 %.

Muchas ciudades y gobiernos locales han considerado el desarrollo sostenible y la sostenibilidad urbana frente al creciente consumo de combustibles fósiles en el sector del transporte. Aquí, el TOD es la tendencia de rápido crecimiento que se está considerando como la forma de realizar un nuevo urbanismo en todo el mundo. Para que una ciudad sea sostenible, las demandas de viaje de las personas deben satisfacerse con un menor consumo de energía y menos emisiones de CO₂. Por lo tanto, el TOD puede ser una solución a los graves y crecientes problemas a las altas demandas del petróleo y el cambio climático, incluyendo el calentamiento global, mediante la organización de comunidades que transitan caminando, conectadas al sistema de transporte público que reducen en gran medida la necesidad de conducir vehículos y el consumo de combustibles fósiles (Zhang, 2006; Kang, 2012).

En la Tabla 2 se muestran una serie de posibles objetivos asociados con cada uno de los actores involucrados en los proyectos de TOD. Muchos de estos objetivos, como mantener un alto nivel en el estacionamiento vehicular y maximizar el acceso de los peatones a la estación, entran en conflicto entre sí. Incluso un solo actor puede tener objetivos que son incompatibles, o al menos que requieran un cuidadoso equilibrio si se quieren reconciliar. Muchas de las incompatibilidades reflejan la tensión básica entre lugar y nodo.

Los resultados de una encuesta nacional sugieren que el principal objetivo del TOD y del desarrollo conjunto es aumentar el número de usuarios y por lo tanto, los ingresos. El desarrollo económico de la Comunidad y los programas más amplios de crecimiento inteligente son objetivos secundarios.

Tabla 9: Actores de la hora de la muerte y sus objetivos

Actor	Objetivos posibles
Agencia de Tránsito	<ul style="list-style-type: none"> - Alcanzar el equilibrio monetario (ingresos + subvenciones X costes del transporte público) - Maximizar el número de pasajeros. - Capturar valor a largo plazo
Pasajeros	<ul style="list-style-type: none"> - Crear/mantener un nivel alto de aparcamiento - Mejorar el servicio de tránsito y el acceso a las estaciones - Aumentar las opciones de movilidad - Desarrollar una combinación conveniente de usos cerca de la estación
Comunidades locales	<ul style="list-style-type: none"> - Mantener/incrementar los valores de la propiedad - Minimizar el impacto del tráfico - Aumentar las opciones de movilidad y el acceso al tránsito, los servicios y los empleos - Mejorar la habitabilidad de los barrios - Fomentar la reurbanización
Gobierno Local	<ul style="list-style-type: none"> - Maximizar los ingresos fiscales - Fomentar la vitalidad económica - Reurbanización de tierras subutilizadas - Minimizar los subsidios al sistema de transporte público
Gobierno Federal	<ul style="list-style-type: none"> - Proteger el "interés público" y establecer límites a las inversiones financiadas con fondos federales
Desarrollador/Prestador	<ul style="list-style-type: none"> - Maximizar el retorno de la inversión - Minimizar el riesgo y la complejidad - Asegurar el valor a largo plazo

4.2.11. Estudios de caso sobre el Plan Estratégico de TOD

4.2.11.1. Estados Unidos / Denver

El Plan Estratégico de Desarrollo Orientado al Tránsito (TOD) 2014; tiene la intención de guiar las acciones críticas dirigidas por las ciudades necesarias para el éxito del TOD en Denver. Desde el Plan Estratégico de TOD 2006, se han planificado múltiples estaciones y se han identificado las mejoras necesarias en la infraestructura. Múltiples departamentos y agencias de la ciudad tienen políticas, objetivos y estrategias que abordan de manera amplia y específica el tema de la hora de la muerte. Este plan estratégico no revisa los planes del área de la estación ni altera las políticas de TOD de larga data; más bien, enfoca estos múltiples esfuerzos en un programa de trabajo conciso para la Ciudad.

La planificación estratégica es un paso importante para la implementación exitosa de la TOD por varias razones:

- Los planes del área de la estación han identificado inversiones necesarias, pero no financiadas.
- Existen obstáculos para la aplicación de la tecnología de la información y la comunicación en varias estaciones
- Las estaciones se encuentran en diferentes niveles de preparación para el mercado y el desarrollo del TOD?

La ciudad tiene recursos limitados para implementar el TOD

Algunas áreas de la estación que mejor se adaptan al TOD corto plazo pueden requerir estrategias de financiación específicas para las inversiones necesarias. El Plan Estratégico del TOD de Denver proporciona una base para guiar la inversión pública y privada en las estaciones de tren. Los residentes, dueños de negocios, constructores y empleados públicos pueden usar este marco estratégico para eliminar o reducir las barreras al TOD, crear planes de financiamiento realistas y dirigir el crecimiento y la inversión a las estaciones de tren con la mejor oportunidad de desarrollo en los próximos 5 a 6 años.

El Plan Estratégico del TOD contiene recomendaciones políticas de alto nivel a nivel de toda la ciudad y elementos de acción a nivel de las estaciones con la intención de fomentar la implementación del TOD en las estaciones de tren y apoyar el desarrollo de las comunidades de tránsito en Denver. Como plan estratégico, este documento tiene la intención de facilitar la implementación de las recomendaciones y proyectos existentes identificados en los planes de la ciudad adoptados, incluyendo el Plan Global 2000, el Plan de Denver, los planes de vecindario y los planes de área de la estación.

Medidas

- Prioridad para la asociación de transporte
- Optimización y expansión del transporte público
- Integración y creación de redes en la asociación de transporte
- Peatones y ciclistas - Fuertes socios en la asociación de transporte
- Nuevos instrumentos de gestión de la movilidad
- Aceleración constante del transporte público, sobre todo con tranvías/metro y autobuses.
- El diseño y las cercanías de las paradas y de los principales puntos de cambio deberían ser más atractivos. Los intervalos y las condiciones de espera se encuentran entre los factores decisivos para la satisfacción con el transporte público.
- Las posibilidades de combinación favorables entre el transporte público, la bicicleta y la marcha a pie facilitan la independencia del tráfico individual motorizado.

Análisis de las deficiencias

Las tendencias positivas mencionadas se enfrentan a una serie de retos

- Movilidad en la ciudad en crecimiento
- Partición modal en el transporte de cercanías
- Multimodalidad
- Alcanzar los objetivos de protección ambiental y climática
- Configuración de la calle

- Recuperar el espacio público en las calles

4.2.11.2. *República Checa*

El sistema de planificación espacial en la República Checa está regulado por la Ley de Construcción y las prioridades generales también se presentan en la Política de Desarrollo Territorial de la República Checa. En el §24 se declara que la prioridad es Crear las condiciones para una mejor accesibilidad de un área mediante la ampliación y mejora de la infraestructura de transporte, teniendo en cuenta las necesidades del transporte público, especialmente dentro de las áreas de desarrollo y los ejes de desarrollo. Las posibles nuevas construcciones deberán estar directamente relacionadas con una infraestructura de transporte público suficiente. Crear condiciones para una mayor seguridad y fluidez del transporte, mejorar la protección contra el ruido y las emisiones y, en este sentido, crear condiciones de espacio para formas de transporte respetuosas con el medio ambiente (por ejemplo, ferrocarril, líneas de bicicletas).

En la República Checa, en general, el tiempo de los proyectos de vivienda en lugares dispersos ha terminado, lo que era bastante común en los años noventa y en la primera mitad de la década de 2000. Hoy en día, los proyectos con viviendas en "ubicación céntrica" (es decir, dentro de las ciudades) tienen una demanda significativamente mayor. Esto es cierto para los proyectos de vivienda y, en parte, también para las compras al por menor, mientras que las zonas industriales todavía se construyen en ubicaciones dispersas.

Esta prioridad se ajusta plenamente a los principios del TOD, pero la medida en que se aplica en los documentos de planificación del uso de la tierra (para las regiones, para las ciudades) es competencia de las autoridades regionales y locales y de los planificadores. Todos los documentos de ordenación del territorio deben estar en consonancia con la política de ordenamiento del territorio. Los planes locales del uso del espacio deben ajustarse a los principios respectivos de desarrollo territorial (Plan espacial para cada una de las 13 regiones).

Existen leyes de planificación regional, planes de desarrollo de la ciudad, pero no existen metodologías/directrices específicas sobre el DOT en la República Checa. Sin embargo, los principios del TOD fueron respetados desde 1960, por ejemplo, las paradas de la línea PT (metro en Praga, tranvía rápido en otras ciudades) siempre se convirtió en el centro de la zona local con tiendas y servicios y las manzanas dedicadas a las viviendas estaban dispersas a su alrededor..

¿Son necesarias hipotecas y alquileres más altos para vivir en un área de TOD? No es fácil de decir. El posible análisis podría hacerse teóricamente utilizando mapas de precios preparados por la Asociación de Agencias Inmobiliarias de la República Checa.

La norma estatal checa 73 6425-1 establece que las paradas para los transportes públicos que prestan servicios locales deben estar situadas de manera que la distancia a pie desde el punto de origen/destino no supere los 500 metros. En casos justificados, las distancias pueden ajustarse adecuadamente de acuerdo con las condiciones locales.

El límite de 500 metros mencionado anteriormente es un límite fronterizo - con una velocidad de marcha de 5 km/h representa 6 minutos de marcha. En general, más bien 400 m sería mejor - límite psicológico de tiempo de marcha de 5 minutos. Este límite está en la línea con la densidad generalmente recomendada de paradas de transporte público en tranvías rápidos/ferrocarriles ligeros (700-800m) Esto se aplica para caminar hasta la parada de transporte público; la distancia

debe mejorarse con medidas adicionales como el funcionamiento de los autobuses alimentadores locales, bicicletas y paseos, etc.

4.2.11.3. Japón

Sistema de control del uso de la tierra para lograr ciudades compactas conectadas por la red de tránsito

Para que los ciudadanos de la tercera edad y otros residentes puedan disfrutar de los servicios necesarios para su vida diaria en sus inmediaciones a través de una ciudad compacta donde la atención médica, el bienestar, el apoyo a la crianza de los hijos, los servicios comerciales y otras funciones urbanas se integren en el centro de la ciudad y/o en los centros locales de las zonas residenciales, es necesario considerar de manera integral el mantenimiento y la expansión de los servicios de transporte público de manera que se asegure el acceso a los centros locales y entre ellos. Por otra parte, en la construcción de redes de transporte público local sostenibles, también es importante considerar de manera integral las formas de fomentar la concentración de las funciones urbanas en los centros locales y la residencia a lo largo de los sistemas de transporte público.

Los sistemas legales y de planificación para estos fines incluyen "planes de optimización del emplazamiento" para atraer a las funciones de la ciudad y a las residencias, y "plan de red de transporte público local" para desarrollar redes de transporte público. Ambos planes estarán suficientemente coordinados para garantizar que las iniciativas de creación de zonas de atracción de residencias y zonas de atracción de funciones urbanas y las iniciativas de construcción de redes de transporte público local sostenibles puedan establecerse en armonía entre sí.

(1) Plan de Optimización del Sitio

Los municipios prepararán un "plan de optimización del emplazamiento" que describa cómo promoverán un plan para construir una ciudad compacta. Concretamente, el plan designará "zonas de atracción de residencia" como zonas en las que se fomentará el mantenimiento de una determinada densidad de población, y "zonas de atracción de funcionalidad urbana" como zonas en las que se fomentará la ubicación de instalaciones de servicios.

a. Medidas para la atracción residencial

En las zonas que atraen a los residentes, se adoptarán diversas medidas de apoyo para promover la zona de residencia de las personas. Por ejemplo, el gobierno nacional proporcionará apoyo fiscal a iniciativas para promover proyectos de plantación de árboles, para crear excelentes paisajes dentro de los distritos pertinentes y para mejorar los entornos residenciales. Además de estos incentivos financieros, los promotores deberán presentar notificaciones previas a la municipalidad competente cuando planifiquen un desarrollo residencial por encima de una cierta escala fuera de las zonas de atracción de residentes. Esto hará posible que la municipalidad inste al promotor a seleccionar un sitio de desarrollo dentro de las áreas.

b. Medidas para fomentar la localización de las instalaciones de servicio diario

En las áreas urbanas que atraen funcionalidades, se tomarán medidas para proporcionar apoyo fiscal o asistencia financiera para el desarrollo de instalaciones médicas, de bienestar, educativas, culturales, comerciales u otros servicios. Además, se pueden tomar medidas para flexibilizar las

normas relativas a las superficies de suelo para ciertos fines específicos, por ejemplo, para evitar que un hospital de una zona céntrica se traslade a los suburbios cuando su edificio existente sea demasiado viejo para su uso. Además de estos incentivos, cualquier entidad que tenga la intención de desarrollar una instalación de servicios fuera de las zonas urbanas que atraen funcionalidades deberá presentar una notificación previa al municipio competente.

c. Medidas para la mejora de los servicios de transporte público

La mejora de los servicios de transporte público es esencial para garantizar el acceso a las instalaciones de servicios. Con este fin, se debe promover el desarrollo urbano con un enfoque en los servicios de transporte público mediante el establecimiento de redes de transporte público diseñadas para mantener y ampliar los servicios de transporte público en colaboración con los planes para construir redes de transporte local. También se adoptarán medidas de apoyo financiero para desarrollar intercambios multimodales coordinados con diversos sistemas de transporte, calles para un transporte urbano más fluido y la remodelación de las zonas urbanas, así como instalaciones de transporte público (trenes de cercanías, estaciones de estación, terminales de autobuses, espacios de espera, etc.) que facilitarán el acceso a los servicios necesarios y fomentarán su localización.

Como se describió anteriormente, un plan de optimización del sitio sirve como un plan maestro que incorpora el bienestar, la atención médica, el apoyo a la crianza de los hijos, los servicios comerciales, la vivienda, el transporte público y otros elementos diversos. Por esta razón, es necesario gestionar el plan en asociación y en concordancia con otras medidas diversas, incluidas las destinadas a reorganizar las redes de transporte público local y revitalizar los distritos comerciales centrales. Al mismo tiempo, los municipios, los residentes y los operadores comerciales privados deben hacer esfuerzos combinados para desarrollar una ciudad compacta.

A finales de marzo de 2018, 407 ciudades de todo Japón estaban considerando y formulando planes de optimización de sitios, y 161 ciudades habían anunciado planes para el 1 de mayo de 2018.

(2) Plan de la Red de Transporte Público Local

Los gobiernos locales pueden desarrollar un plan "Plan de la Red de Transporte Público Local" para promover la revitalización y regeneración del transporte público local basado en la política básica nacional. En el plan, el gobierno local inicia la planificación e implementación del transporte público, en lugar de depender de los operadores de transporte local.

Para aumentar la viabilidad de su plan, el gobierno local indica los puntos para evaluar el nivel de logro del plan. También se esfuerza por enumerar los puntos a considerar en el establecimiento de redes de transporte público local sostenibles, incluyendo la vinculación con medidas de optimización de emplazamientos para asegurar la integración con las estrategias regionales de desarrollo urbano, estimulación del turismo, etc.

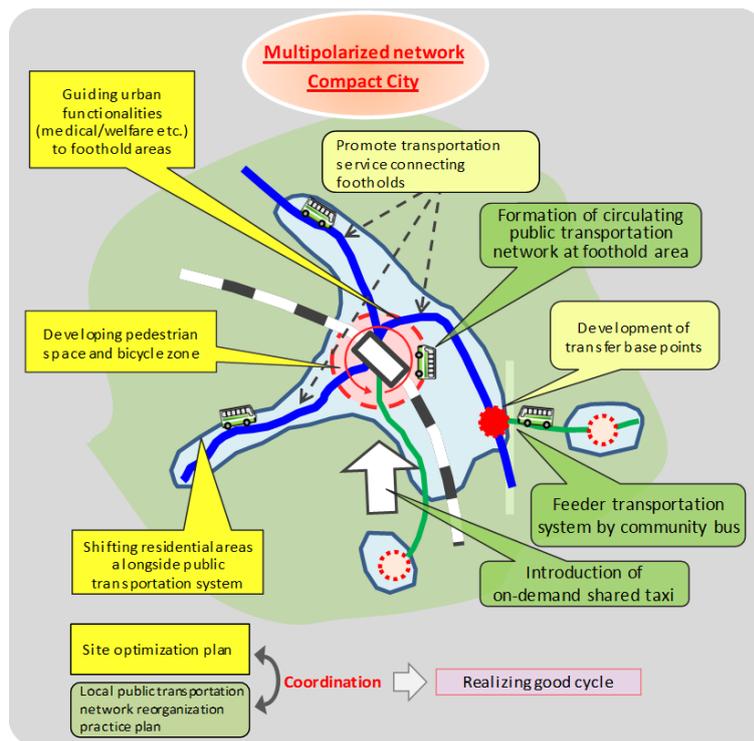


Figura 94 : Plan y sistema para una ciudad compacta basada en la red

4.2.11.4. Viena

Planes de Desarrollo Urbano de Viena (STEP)

Hasta la fecha, Viena ha elaborado planes de desarrollo urbano, aproximadamente cada diez años (1994, 2005, 2014), incluidos otros planes estratégicos;

- Una estrategia para el transporte público local y regional en Baja Austria
- Nueva movilidad energéticamente eficiente en Viena
- Diseño de espacios públicos en zonas residenciales (RVS 03.04.11)
- Programa de Eficiencia Energética Municipal
- 2003 Plan Director de Transporte de Viena/ Objetivos políticos de transporte para 2020
- Plan de trabajo de Smart City Viena
- Programa de Protección del Clima de la Municipalidad de Viena
- Programa sostenible de la empresa de servicios públicos de Viena
- "Viena está creciendo" (objetivos a nivel de la UE)

El PASO 05 persigue los siguientes objetivos (en extractos):

En un concurso de ciudades y regiones, ofrecer lugares atractivos, infraestructura e instalaciones innovadoras y crear un clima que fomente la actividad inversora (sedes, comercio, pequeñas y medianas empresas, servicios, clusters tecnológicos) y preservar una oferta local adecuada de tiendas y empresas.

Concentrar el desarrollo de los asentamientos en medios de transporte público de gran capacidad, utilizar con prudencia los recursos del suelo, fomentar la mezcla vertical de usos y evitar la segregación funcional y social.

Aumentar la participación del transporte respetuoso con el medio ambiente (bicicleta, senderos, transporte público) en el transporte total; reducir la participación del tráfico individual motorizado; reducir en general la generación de tráfico.

Las preocupaciones centrales de STEP 05 se derivan de esta función de destino:

"Nueva movilidad energéticamente eficiente en Viena"

Objetivos de la Wiener Stadtwerke (Líneas de Viena) - Directrices "Nueva movilidad para Viena".

Paso 2025: Concepto temático Plan de movilidad urbana de Viena; Informe energético de la ciudad de Viena;

<https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/studien/pdf/b008443.pdf>

Necesidades Principales:

- Más espacio para peatones y ciclistas
- Ampliar el transporte público
- Compartir en lugar de poseer
- Transporte multimodal de puerta a puerta
- Movilidad activa y segura para los más pequeños
- Asociaciones de movilidad en la región
- Organización eficiente del transporte comercial

Energía por delante! Informe de Energía de la Ciudad de Viena; <https://www.wien.gv.at/stadtentwicklung/energie/pdf/energiebericht2016-en.pdf>

Frente a este desafío, los Wiener Stadtwerke han reunido sus competencias en este campo en el llamado cluster de movilidad y han establecido nuevas directrices - "Nueva movilidad para Viena" - 2011.

Una estrategia para el transporte público local y regional en Baja Austria

Gobierno de la provincia de Baja Austria, Sectlon Planificación regional, Medio ambiente y transporte Asuntos generales de transporte, Baja Austria y los Ferrocarriles Federales austriacos (2012)

Principios

- Movilidad y accesibilidad para todos
- Proporcionar una movilidad de alta calidad para un cambio de lugar necesario (trabajo, formación, ocio) representa un aspecto importante a la hora de desarrollar emplazamientos. Ningún grupo de personas debe ser excluido o desfavorecido.
- El aumento de la eficiencia va acompañado de una mejora del balance ecológico.
- La mejora de la utilización de la capacidad de la red y de los medios de transporte tiene como objetivo una mayor eficiencia, sobre todo de las infraestructuras de transporte financiadas con fondos públicos.
- Asegurar y mejorar la ubicación de la empresa en Baja Austria, al mismo tiempo que se protege la calidad de vida.
- Tanto en las competiciones mundiales de localización como en el contexto regional para el ciudadano, la movilidad de alta calidad se convierte en un criterio de localización esencial.

Relaciones de tráfico entre la ciudad y sus alrededores - Baja Austria/Viena, refuerzo de las principales rutas de transporte

Rutas diarias desde las inmediaciones de Viena; * Proporción de usuarios que han pernoctado (de 12.00 a 6.00 horas) en una comunidad cercana a Viena y han permanecido en Viena durante el día al menos durante un breve período de tiempo) Sobre la base de la evaluación de los movimientos de los usuarios de la red móvil A1 en Austria (2012)

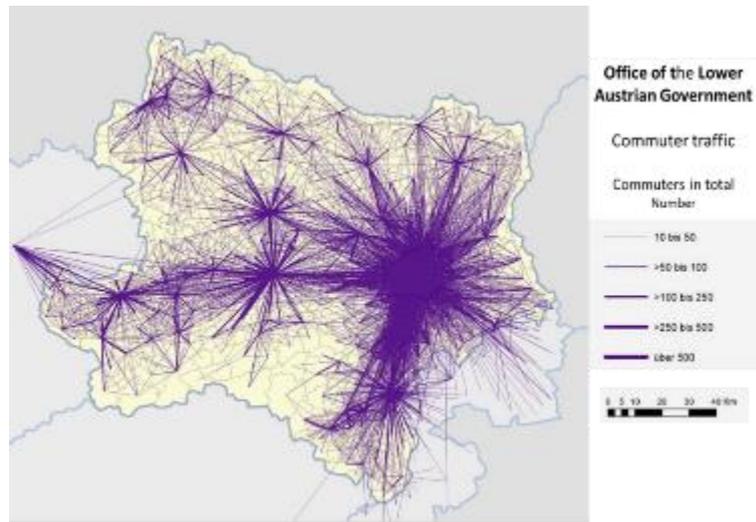


Figura 95 Visualización de las relaciones de desplazamiento entre Viena y sus alrededores

Ejes occidental, septentrional y meridional

Las relaciones con los pasajeros en Baja Austria, tal y como se ilustra, muestran la importancia dominante de los ejes oeste y sur y las conexiones de tráfico entre la capital federal y sus alrededores.

Viena está conectada con los alrededores como nunca antes.

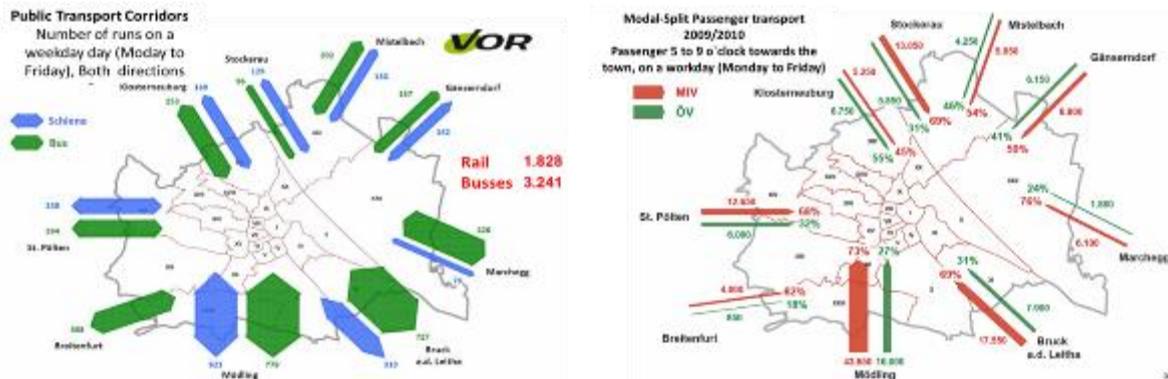


Figura 96 y 97 Particiones modales; Ferrocarril/autobús (izquierda) y PT/ MIT (derecha)

Casi 500.000 personas cruzan la frontera de la ciudad en un día laborable para entrar en Viena, de las cuales unas 110.000 con transporte público. La importancia del transporte público alcanza su punto álgido con el tráfico de viajeros en funcionamiento y/o el segmento horario entre las 6.00 a.m. y las 9.00 a.m.: alrededor del 32 por ciento de las distancias recorridas son atribuibles al transporte público.

Densidad acumulada Zonas a lo largo de las estaciones del metro ligero

De hecho, estas medidas son la hora de la muerte, aunque no son nombradas por eso.

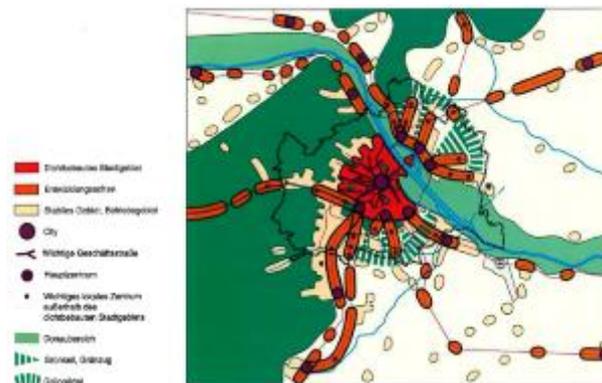


Figura 98 Densidad acumulada Zonas a lo largo de las estaciones del metro ligero

Persigue los siguientes objetivos:

- ofrecer lugares atractivos, infraestructura e instalaciones innovadoras
- Concentrar el desarrollo de asentamientos en medios de transporte público de gran capacidad
- Aumentar la proporción del transporte respetuoso con el medio ambiente (bicicleta, senderos, transporte público) en el total del transporte.

Siempre hay diferentes organizaciones con diferentes objetivos que trabajan en conjunto con programas diferentes pero coordinados. Especialmente Viena está trabajando junto con el estado federal de Baja Austria que la rodea. Por ejemplo, la eficacia de las áreas de aumento de densidad a lo largo de las estaciones del metro ligero está respaldada por más de 30.000 plazas de aparcamiento *Park&Ride* en las estaciones de Baja Austria.

Fortalecimiento de las regiones

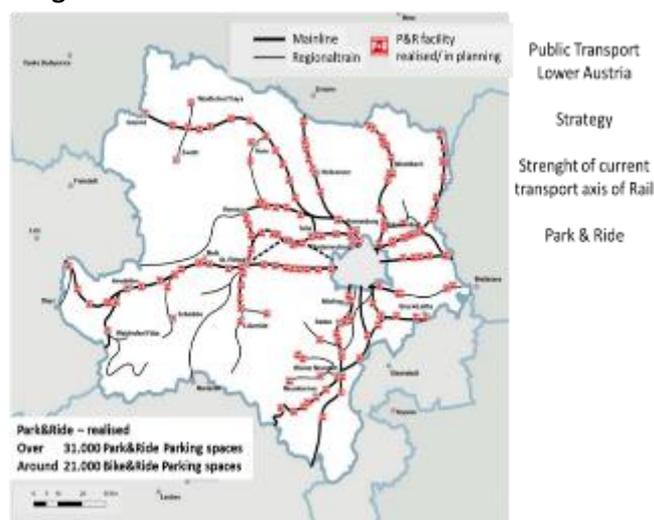


Figura 99 El fortalecimiento de las regiones

Estrategia: Servicios Aéreos

- Servicios programados
- Autobuses desde lugares céntricos en horas punta, adaptados a las relaciones con los pasajeros y a las actividades principales (trabajo, escuela).
- Transporte público basado en la demanda
- Llamar al autobús
- Taxi colectivo
- Gestión de las solicitudes de transporte a través de centros de disposición uniformes en todo el país, con los costes de los servicios de Baja Austria ofrecidos a las comunidades de Baja Austria.
- Autobús comunitario

Ya en la primavera de 2012 se celebró un nuevo contrato de servicios de transporte entre Baja Austria y los Ferrocarriles Federales austriacos, que garantizaba las bases financieras y jurídicas para un desarrollo y una mejora constructivos de los servicios ferroviarios.

El desarrollo de las principales rutas de transporte se centra en la modernización permanente y la mejora de la calidad, por ejemplo, el nuevo contrato de servicios de transporte entre Baja Austria y los Ferrocarriles Federales austriacos (2012).

A Strategy for Local and Regional Public Transport in Lower Austria Lower Austrian Provincial Government, Section Regional planning, Environment and Transport Dept.

Otra razón de la expansión urbana, la disminución de la pendiente del precio de la tierra

Basado en la evaluación de los movimientos de los usuarios de la red móvil A1 en Austria (2012).

El mecanismo del comportamiento de los viajeros está influenciado principalmente por los costes de los hogares que buscan instalaciones más baratas (ver Modelo Alonsos).

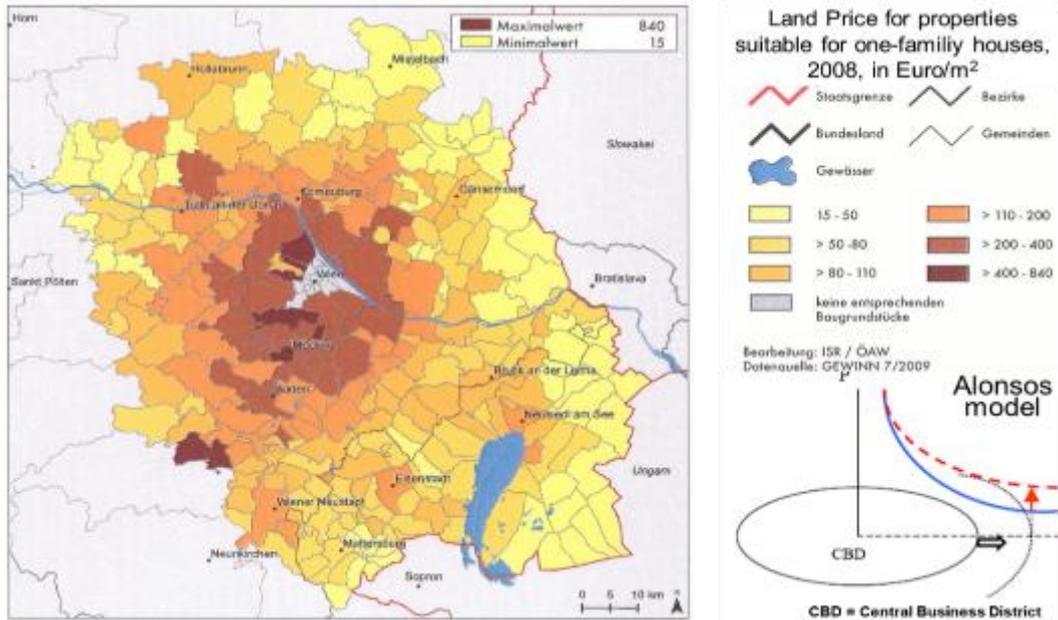


Figura 100 Precio del terreno para propiedades adecuadas para viviendas unifamiliares

Sobre la base de la evaluación de los movimientos de los usuarios de la red móvil A1 en Austria (2012), * La proporción de usuarios que han pernoctado (de 12.00 a 6.00 horas) en una comunidad cercana a Viena y que han permanecido en Viena durante el día al menos durante un breve período de tiempo).

- Debido a los costes de desplazamiento, las zonas residenciales cercanas al centro en general son más atractivas que las ubicaciones suburbanas (teoría del equilibrio entre el alquiler del suelo y las distancias al centro de la ciudad).
- Conexión negativa entre la renta del terreno y la distancia al centro de la ciudad
- La reducción de los costes de transporte público y de los costes de crecimiento general conduce a una reducción de la pendiente del terreno y a la expansión del área de la ciudad.

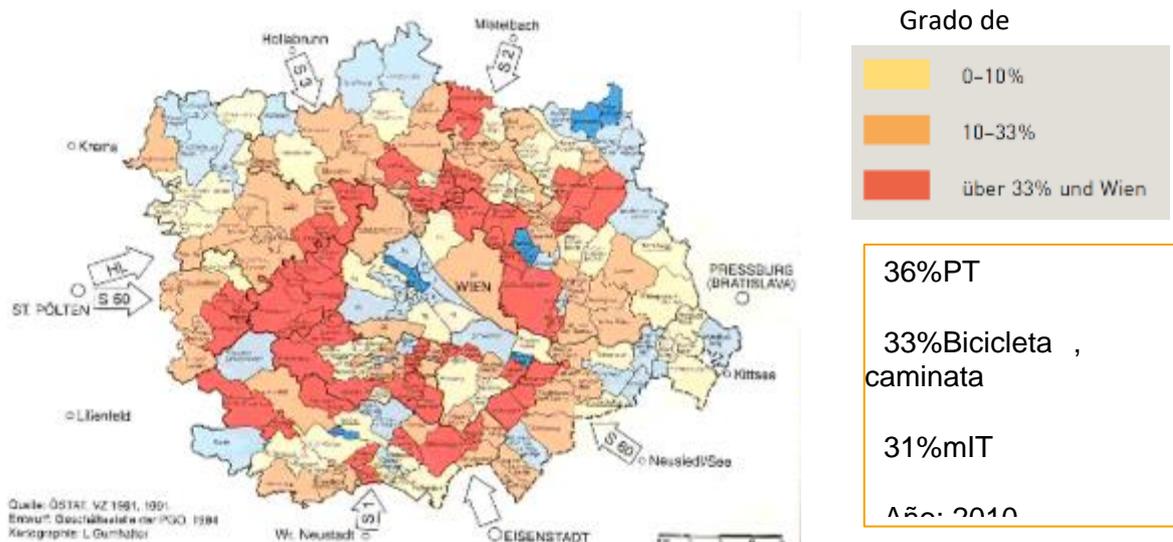


Figura 101 El efecto es la construcción del cinturón de cercanías alrededor de la ciudad.

Hoy en día, hasta un 36% de los desplazamientos se realizan en transporte público, lo que hace que Viena sea una de las mejores ciudades en comparación con el resto del mundo.

Factores que influyen en la elección del modo de transporte sobre la base de análisis estadísticos regionales en Austria

La división modal del PT está aumentando las influencias de la siguiente manera

- Tarifa de transporte público baja y decreciente (favorece las largas distancias - brecha de costos)
- Tiempos de viaje cortos (trenes exprés, trenes rápidos, conexiones directas)
- Frecuencias de funcionamiento PT (intervalos)
- Ferrocarril antes del autobús (bono ferroviario)
- Densidad de asentamiento (acceso al transporte público)
- Disponibilidad de aparcamiento (Gestión de aparcamientos, P+R)
- Tiempo de viaje del tráfico individual motorizado (autopistas, atascos)
- Disponibilidad de coches
- Factores socioeconómicos

Urbanización en Viena 1981 - 1991 (Fuente: STEP - Stadtentwicklungsprogramm Wien)

La gente está construyendo sus casas fuera de las ciudades debido a los precios más baratos de las propiedades (Principio de ALONSO) y regresan a sus lugares de trabajo en las ciudades. (ejemplo Viena)

4.2.12. TOD - Estrategias de Financiamiento e Incentivos

Economía nacional

Financiamiento del Incremento de Impuestos: mecanismo que permite al sector público "capturar" el crecimiento del impuesto predial (o a veces del impuesto sobre las ventas) como resultado de un nuevo desarrollo y del aumento del valor de la propiedad. Este tipo incluye, por ejemplo, los Distritos de Inversión de Revitalización de Tránsito de Pennsylvania y algunas de las estaciones de Metra de la RTA de Chicago.

Desarrollo conjunto: en general, la cooperación entre los sectores público y privado para lograr un desarrollo orientado al tránsito (DOTP), que por lo general incluye el desarrollo en terrenos de propiedad de la agencia de tránsito. Esto implica, por ejemplo, el desarrollo del área de tránsito rápido de la bahía de San Francisco (BART), la Autoridad de Transporte del Área Metropolitana de Washington (WMATA) y el desarrollo del área de la estación de la Autoridad de Tránsito Rápido de Atlanta Metropolitana (MARTA).

En Japón, la línea de metro ligero del puerto de JR Toyama (una línea local), que había estado sufriendo un descenso constante del número de pasajeros, se revitalizó como la primera línea de metro ligero de pleno derecho del país. Esto se logró adoptando un concepto de dos niveles en el que el sector público construye la vía mientras que el sector privado dirige el negocio. La ciudad de Toyama paga los costos de construcción y mantenimiento, y Toyama Light Rail Co, Ltd., una empresa conjunta público-privada recientemente establecida, opera con sus ingresos de tarifas. Se trata de un transporte público de alta calidad, a diferencia de los tranvías convencionales, con una velocidad máxima de 70 km/h, además de estaciones sin barreras, vehículos de piso bajo,

poco ruidosos, etc. Los autobuses alimentadores también funcionan en las estaciones LRT, y los horarios se ajustan para que las conexiones sean lo más rápidas posible.

La ciudad de Toyama tiene que abordar cuestiones como la "excesiva dependencia de los coches", el "deterioro del centro de la ciudad" y los "costes administrativos relativamente altos de la gestión urbana", que han sido causados por la menor densidad de población en las zonas urbanas, etc. Por estas razones, la ciudad de Toyama desarrolló la visión futura de una ciudad sostenible en tres direcciones. 1) Revitalizar el transporte público, 2) Animar a los ciudadanos a reubicarse en áreas a lo largo de las líneas de transporte público, 3) Revitalizar el centro de la ciudad.

El Gobierno de la ciudad de Toyama tiene una buena razón para financiar su trucha arco iris grande con sus ingresos fiscales. El ahorro en los gastos futuros para nuevos desarrollos y los ingresos previstos del impuesto predial y sobre la renta de las zonas céntricas reconstruidas pueden justificar la financiación de su trucha arco iris grande.

En el caso del Expreso de Tsukuba, se estableció el Proyecto Integrado de Reajuste de Tierras para facilitar la adquisición de tierras ferroviarias, junto con la aplicación de la Ley de Desarrollo Coordinado. Esta medida especial permitió a los municipios responsables del desarrollo urbano aplicar las siguientes disposiciones:

- calificar el terreno para el desarrollo ferroviario como zona de instalaciones ferroviarias en un plan de proyecto;
- anticiparse a terrenos adecuados alrededor de la zona de las instalaciones ferroviarias dentro de la zona prevista, incluso en los casos en que sea necesario;
- permitir la conversión y consolidación de tierras preferentes en una zona de instalaciones ferroviarias después de la autorización del plan de proyecto basado en la Ley de Desarrollo Coordinado.

Como resultado, el Proyecto de Reajuste Integrado de la Tierra permitió la promoción integrada de la urbanización de viviendas y el desarrollo ferroviario.

Este sistema de reajuste de terrenos se basó en la práctica de un desarrollo integral de las líneas ferroviarias y de las viviendas suburbanas llevado a cabo por empresas ferroviarias privadas a lo largo del siglo XX en Japón.

Costos del Hogar Privado

Los estadounidenses están abrumadoramente a favor de cambios en el uso de la tierra y en las regulaciones de zonificación que fomentan el desarrollo orientado al tránsito.

La encuesta de HNTB *America THINKS* también muestra que los estadounidenses están dispuestos a pagar hipotecas y alquileres más altos para vivir en áreas de tránsito. Nueva York (24 de mayo de 2016) - Casi el 73 por ciento de los estadounidenses apoyaría cambios en el uso de la tierra o en las regulaciones de zonificación en su comunidad que fomenten el desarrollo orientado al tránsito, de acuerdo con una nueva encuesta nacional de opinión pública de America THINKS realizada por HNTB Corporation. La encuesta, "*Transit Oriented Development in America*", encontró que más de la mitad (55 por ciento) de los estadounidenses valoran tanto la capacidad de ir a trabajar y jugar sin usar un vehículo que están dispuestos a pagar más por su hipoteca o alquiler para tener esta opinión. Esto es especialmente cierto entre los milenios que están mucho

más dispuestos a pagar más cada mes que los estadounidenses mayores (70 por ciento frente a 49 por ciento).

4.2.13. Planes de Área de Estación de Tránsito Prioritaria - Componentes - Diseño y planificación de Infraestructura

Diseño de espacios públicos en áreas residenciales (Directriz RVS 03.04.11)

En Austria -al igual que en otros países- existe un entendimiento común sobre la necesidad de construir un entorno atractivo para los modos activos (caminar y andar en bicicleta).

Objetivos y principios

La Directiva austriaca (RVS) 03.04.11; de la Asociación Austriaca para la Investigación del Transporte por Carretera y Ferrocarril (FSV), por ejemplo, entró en vigor en 2012, con el fin de cumplir con el requisito de obtener una mayor calidad de vida en las zonas residenciales y también para evitar el éxodo de las ciudades y el tráfico de cercanías hacia el entorno urbano conectado con ellas.

De conformidad con la presente Directiva, la planificación de los sistemas de tráfico urbano debe estar orientada a las necesidades de todos los usuarios (MIT, PT, ciclistas, peatones). Las calles representan sobre todo zonas de estar y salas de recreo, también para los vecinos de una calle. Sólo la consideración global de una calle permitirá promover tipos individuales de tráfico de acuerdo con una validez predefinida. Se debe dar preferencia a los peatones, ciclistas y al transporte público local de pasajeros.

El entorno urbanístico debe incluirse en el diseño de las calles. El "espacio urbanístico" es un espacio de experiencia y un espacio libre orientado a la construcción y a las plantas. La utilización, la densidad y el diseño de los locales contiguos y los espacios libres muestran la demanda de una mejor calidad de la recreación personal (por ejemplo, los niños que juegan).

Un elemento de diseño esencial a tener en cuenta es la "tercera dimensión" (superestructuras, impacto espacial, efecto profundidad), desde la concepción de la red hasta el diseño de los detalles. (vea la Figura 102)

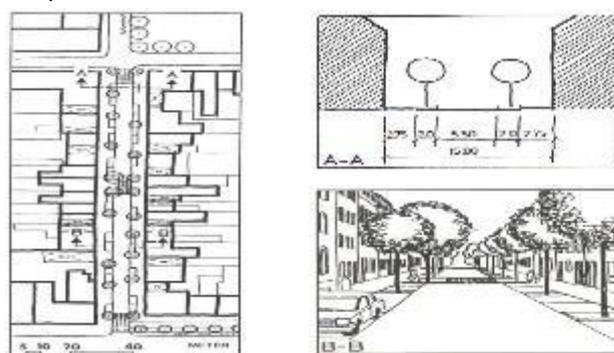


Figura 102 De la disposición a la proyección vertical y la perspectiva

La iniciación y dirección de los desarrollos deseados de áreas públicas debe ser considerada como un proceso abierto y a largo plazo. Una implementación sostenible y exitosa de los proyectos requiere procedimientos de planificación cooperativa y una mayor supervisión por parte de la dirección del área cooperativa.

Para alcanzar los objetivos selectivos deben respetarse los siguientes principios:

- A los usuarios de la carretera no motorizados se les debe dar prioridad en el diseño de las instalaciones de tráfico.
- Los elementos de red con funciones de conexión importantes deben ser agrupados.
- Debe evitarse el efecto barrera de las zonas de tráfico.
- Se deben tener en cuenta las conexiones históricas y el cuidado y mantenimiento del paisaje y la apariencia de un pueblo.
- La función de espacio libre y la calidad de vivir el espacio de la calle deben mejorarse.
- Se debe tener en cuenta la utilización de los locales.
- Las gradaciones funcionales de las redes de transporte deben adaptarse a las condiciones de la construcción urbana.
- En las zonas predominantemente residenciales debe evitarse el transporte de no residentes.
- El tráfico motorizado debe respetar la velocidad ajustada.
- Todos los interesados deben participar en la planificación del diseño.
- Los ciudadanos más débiles deben ser debidamente protegidos.

5. 4. CONCLUSIONES

Durante muchos años, las autoridades y organizaciones de todo el mundo han intentado resolver el problema de la movilidad en las grandes zonas urbanas. La mayoría de las respuestas se basaron en soluciones para satisfacer la demanda, y algunas otras se basaron en soluciones para reducirla. Lamentablemente, los mismos enfoques han producido resultados muy diferentes: a veces muy interesantes pero a veces ineficaces, y por último, pero no por ello menos importante, parece también que si se han observado algunas buenas prácticas para las ciudades pequeñas o los centros urbanos, no hay ningún ejemplo de una política exitosa para las grandes ciudades.

Además, las políticas de transporte en las zonas urbanas se enfrentan a retos cada vez mayores: impacto sanitario de la contaminación atmosférica, falta de espacio público y congestión, cambio climático, falta de fondos públicos, así como nuevos retos (nuevos vehículos, servicios, expectativas de los clientes, etc.) y con las innovaciones digitales y la aparición de tecnologías perturbadoras, el ritmo de cambio va en aumento.

Con la expansión de una zona urbana extendida, muchas ciudades se enfrentan a un aumento significativo de las áreas de intercambio y por lo tanto a un aumento de la demanda de tráfico en las redes de transporte, incluidas las carreteras. También se producen graves perturbaciones territoriales y sociales entre las ciudades y su zona de influencia. Por lo tanto, la cuestión de las soluciones de movilidad sostenible para las zonas urbanas -que hasta ahora no se han resuelto- debe extenderse ahora desde la propia ciudad a la zona de intercambio y tener en cuenta las necesidades de los viajeros de larga distancia.

Por lo tanto, hoy en día no es posible dar una respuesta universal que se adapte a todos los contextos. Sólo se puede presentar una serie de buenas prácticas y destacar las condiciones esenciales para el éxito.

Para cumplir con los términos de referencia, nuestra comisión decidió seguir las recomendaciones sugeridas por las administraciones de carreteras y organizaciones externas en 2014 e insiste en que cualquier proyecto de movilidad importante debería seguir este enfoque:

- Enfocarse en principio a las necesidades de las personas
- Centrarse en enfoques integrados (tierra y transporte, transporte público y privado, etc.)
- Enfocarse en soluciones multimodales
- Enfocarse en trabajar en red (2 seminarios internacionales y 2 talleres internacionales)
- Tomar en cuenta un gran número de partes interesadas

El informe elaborado durante el ciclo 2016-2019 proporciona una serie de buenas prácticas o recomendaciones que siguen la siguiente estructura:

- Tener en cuenta el tamaño y el alcance adecuado del espacio para los estudios sobre las necesidades de movilidad y los servicios de transporte (Capítulo 1.2 "¿Qué entendemos por "región urbana"?") y comprender la complejidad de la relación entre el ordenamiento del territorio, la demanda, las políticas de transporte, etc. (Capítulo 1.3 "Complejidad del transporte urbano")
- Centrarse en las necesidades de movilidad de los usuarios (Capítulo 2.2 "¿Cuáles son las necesidades cotidianas de los habitantes?"), controlar los impactos de los viajes de larga distancia en la organización del sistema de transporte (Capítulo 2.3 "Consecuencias de la demanda de transporte en las estrategias y políticas de transporte") y examinar un

enfoque multimodal que tenga en cuenta el nivel de servicio de múltiples modos de transporte (Capítulo 2.4 "Nivel multimodal de servicios de la carretera").

- Presentar soluciones de movilidad diversas y variadas basadas en los sistemas colectivos a realizar (Capítulo 3.2 "Prioridad de los autobuses y manual BRT"), en un nuevo uso de los carriles de tráfico (Capítulo 3.3 "HOV, HOT, Managed Lanes"), en el papel estratégico de los puntos de conexión (Capítulo 3.4 "Centros de Tránsito Multimodal") y en los impactos que podría tener el avance de nuevos servicios compartidos (Capítulo 3.5 "Nueva movilidad compartida").
- Tomar en consideración todos los efectos recíprocos entre el transporte y la urbanización del territorio para lograr la mejor simbiosis (Capítulo 4.2 "Desarrollo Orientado al Tránsito").

Al final de este ciclo de cuatro años, la comisión desea compartir algunas cuestiones, pero también una certeza.

Las cuestiones se refieren al futuro de la movilidad. Hemos visto en esta breve introducción que nuestras sociedades han pasado en menos de un siglo de un modelo tradicional con dos tipos de entornos de vida (ciudades y comunidades de pueblos) prácticamente independientes en términos de movilidad diaria, a un modelo de periurbanización en el que cientos o incluso miles de comunidades de pueblos situados a más de un centenar de kilómetros de una ciudad viven en estrecha relación con ella, una relación que se traduce en intercambios diarios para acceder a oportunidades de vida como el empleo, la educación, la atención sanitaria o el ocio. La pregunta que se plantea hoy es si este modelo de ocupación espacial, que consiste en un mosaico de territorios geográficamente separados y estrechamente vinculados por intercambios diarios, continuará expandiéndose, estabilizándose o multiplicándose.

La aparición de la tecnología disruptiva y la economía compartida nos preguntan cómo cambian la movilidad de las personas en las zonas urbanas. Dado que la tecnología digital ya permite el trabajo a distancia, ¿veremos una mayor dispersión de los lugares habitacionales y de trabajo con menos presencia física en el lugar de trabajo? También acercará los servicios esenciales (educación, asistencia sanitaria, etc.) a los espacios de residencia: por lo tanto, debería conducir a una reducción de las necesidades de movilidad. Es posible que un vehículo autónomo pueda reducir los costes de transporte, el tiempo perdido por el conductor y la incomodidad del viaje, a la vez que mejora la seguridad. El resultado debería ser, por tanto, un efecto de rebote consistente en transformar estas innovaciones (como ha ocurrido con cada innovación en el ámbito del transporte) en nuevos deseos de viajar más lejos (o más a menudo) para acceder a nuevas oportunidades. La movilidad del uso compartido puede ofrecer nuevas oportunidades, pero ¿hasta qué punto y finalmente cómo debemos tener en cuenta los retos del cambio climático y la escasez de recursos naturales?

Para ello, **es cierto** que necesitamos compartir continuamente observaciones sobre buenas y malas prácticas a nivel internacional, así como las opiniones diversificadas y las medidas objetivas de rendimiento sobre estas prácticas. A la larga, debemos centrarnos en recopilar no sólo un caso anecdótico, sino también en crear una base de datos acumulativa, y utilizarla para crear un marco de diagnóstico sobre la movilidad y la accesibilidad de la ciudad. Nos ayudaría a analizar y examinar la situación socioeconómica de las ciudades, el uso del suelo urbano y los sistemas de

transporte con el comportamiento de las personas que viajan y hacer comparaciones entre ciudades en cuanto al nivel de movilidad y accesibilidad. Este tipo de intercambio de conocimientos nos permite reflexionar ampliamente sobre los problemas de movilidad y accesibilidad con nuevos enfoques diagnósticos, especialmente los sugeridos por las ciencias sociales.

Que estos aportes ayuden a las autoridades viales y a los diseñadores de proyectos viales a dar una respuesta sostenible a las necesidades de los habitantes de las áreas metropolitanas y urbanas.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Institute for Transportation and Development Policy (ITDP) USA "Guía de Planificación de Sistemas BRT – Autobuses de Tránsito Rápido", New York USA Enero 2010.
- [2] Piarc Technical Committee TC.2.2 Improved Mobility in Urban Areas "Key Issues for Improving Mobility Strategies in large urban Areas". World Road Association November 2015
- [3] Institute for Transportation and Development Policy (ITDP) USA "The Score Card BRT Systems", New York USA January 2010.
- [4] Federal Highway Administration U.S. Department of Transportation etc. "Manual on Uniform Traffic Control Devices" USA 2009 Edition.
- [5] Sociedad Argentina de Ingeniería de Tránsito "Manual de Señalización Luminosa" Buenos Aires Argentina 2011
- [6] New Intermodal Transport Systems in Korea
- [7] Madrid a world reference <https://www.crtm.es/media/157716/wreference-2013nov-web.pdf>
- [8] law in 1985. "Ley 5/1985, de 16 de mayo, de creación del Consorcio Regional de Transportes Públicos Regulares de Madrid". <https://legislacion.vlex.es/vid/ley-consorcio-regional-transportes-70074807>
- [9] Les pôles d'échanges au service de l'intermodalité et de la ville durable (CEREMA France)
- [10] Jiyoung, S. & Minwook, K. (March 17, 2016), Preview on Gwanggyo Multimodal Transit Center: One Month Away from Launching, Gyeonginilbo, visited at <http://www.kyeongin.com/main/view.php?key=20160316010007168>.
- [11] MOLIT (Jan. 28, 2016), One-stop 30 minute travel from Gwanggyo, Suwon to Gangnam without transfer is possible from 30, visited at <http://www.korea.kr/policy/pressReleaseView.do?newsId=156106725&pageIndex=2>.
- [12] Seoul City Government (Nov. 8, 2018), The nation's first terminal type multimodal transit center is lausinching at Jamsil on Dec. 3, Sat., visited at <http://news.seoul.go.kr/citybuild/archives/233822>.
- [13] *Momo Car-Sharing. More options for energy efficient mobility through Car-Sharing*, Jan Vanhee, BBL Belgium, Co-authors : Motiva, bcs, CRES, IME, cambio Germany, UITP and Taxistop, Deliverable 5.3. Guideline for municipalities and governments, Grant agreement No.: IEE/07/696/SI2.499387, 39 pages
- [14] *Momo The state of European Car-Sharing*. Willi Loose, Bundesverband CarSharing e.V., Final Report D 2.4 Work Package 2, Grant agreement No.: IEE/07/696/SI2.499387, 91 pages
- [15] *L'autopartage plébiscité*, Extrait du site <http://observatoirecetelem.com>, 08/11/2016, 5 pages
- [16] *Services de mobilité flexibles: perspectives – Soepele mobiliteitsdiensten: perspectieven*, Bruxelles Mobilité, Timenco, Formation Conseiller en Mobilité, Opleiding Mobiliteitsadviseur, Présentation Powerpoint-presentatie, 07/11/2016
- [17] *New Mobility Solutions for liveable cities*, José Viegas ITF-OECD, <http://www.itf-oecd.org/shared-mobility-innovation-liveable-cities>, Détroit, 28/09/2016
- [18] *Mobilité à Bruxelles : une capitale en quête d'une vision pour l'avenir*, La Chronique – Espace public & Infrastructures, 02/09/2016, p.50-p.55
- [19] *L'autopartage en Région bruxelloise*, Chantal Roland, Bruxelles Mobilité, Le Moniteur de la Mobilité & de la Sécurité routière, n° 45, été 2016, p.12-p.17
- [20] *La mobilité à l'heure du partage : quelles opportunités d'innovation ?*, Journée technique, ATEC-ITS, Paris, 12/04/2016

- [21] *L'autopartage comme déclencheur d'une mobilité alternative à la voiture particulière*, **Nicolas Louvet, Sylvanie Godillon, 6T Bureau de recherche**, Enquête nationale sur l'autopartage, Rapport final, Paris, janvier 2013, 82 pages
- [22] *Le carsharing en Région Bruxelles-Capitale, Vers une nouvelle stratégie, Complément d'étude : élaboration du cadre règlementaire*, **Dirk Dufour, Tim Asperges**, Timenco, Rapport version finale 4, 15/03/2012, 59 pages
- [23] *Contribution aux outils d'évaluation des impacts environnementaux de l'autopartage*, **Amira Braham, Université de Montréal**, extrait du mémoire, décembre 2011
- [24] Helsinki shared mobility study. ITF-OECD 2017
- [25] EC (2011). *Cities of tomorrow : Challenges, visions, ways forward*. Brussels: European Union, 116 pp. ISBN: 978-92-79-21307-6, DOI: 10.2776/41803. Available from < http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/studies/pdf/citiesoftomorrow/citiesoftomorrow_final.pdf >
- [26] Rode, P., Floater, G., Thomopoulos, N. et al. (2014). *Accessibility in Cities: Transport and Urban Form. The New Climate Economy (NCE) Cities – Paper 03*, London School of Economy, 61 pp. Available from < http://eprints.lse.ac.uk/60477/1/LSE-Cities-2014-Transport-and-Urban-Form-NCE-_2016.pdf >
- [27] Rodrigue, J.P., Comtois, C., Slack, B. (2009). *The Geography of Transport Systems*, second ed. Routledge, London, 296 pp.
- [28] ROSENBAUM, A.S. & KOENIG, B.E. (1997). *Evaluation of modelling tools for assessing land-use policies and strategies*. EPA 420-R-97-007. San Rafael, CA (USA): Systeme Applications Int'l, 52 pp.
- [29] America THINKS Survey:
- [http://www.hntb.com/HNTB/media/HNTBMediaLibrary/ AT_Compilation_1 .pdf](http://www.hntb.com/HNTB/media/HNTBMediaLibrary/AT_Compilation_1.pdf) (side 8)
 - [http://www.hntb.com/Newsroom/Media-Kits/America-THINKS-surveys-\(1\)](http://www.hntb.com/Newsroom/Media-Kits/America-THINKS-surveys-(1))
- [30] Florida-Transit-Oriented Development FDOT: www.fltod.com; A framework for Transit Oriented Development in Florida March 2011 (Florida Department of Transportation and Department of Community Affairs)
- [31] Florida TOD Guideline; (<http://www.dot.state.fl.us/rail/PlanDevel/RSAC/Mtg3files/Delaney%20handout%202.pdf>)
- [32] The Austrian Guideline (RVS) 03.04.11; Source: Austrian Association for Research on Road-Rail-Transport (FSV) <http://www.fsv.at/home/aktuellgb.aspx>,
- [33] Center for Transit-Oriented Development (2007) ; *Why Transit –Oriented Development and Why Now* ; <http://www.reconnectingamerica.org/resource-center/browse-research/2007/tod-101-why-transit-oriented-development-and-why-now/>
- [34] TRB,2004; *Transit-Oriented Development in the United States: Experiences, Challenges, and prospects*; TCRP /Transit Cooperative Research Program; Report 102 Washington DC.
- [35] Peperna 1982; https://www.researchgate.net/figure/How-car-free-environments-encourage-people-to-walk-more-SOURCE-Peperna-O-1982-Die_fig3_240774255
- [36] UN HABITAT (2013); *Planning and Design for sustainable urban mobility: Policy Directions*; Simultaneously published in the USA and Canada by routledge, New York
- [37] Zhang, M.; 2006; *An asian Modell of TOD*, Proceedings of 2006 China Planning Network held at Beijing on 14 June, Beijing
- [38] Zimbabwe, S. 2011; *Implementing TOD_Strategies and Tools_Tri-State TOD Symposium*, February,2011, CTOD
- [39] Keechoo CHOI 2018; *TOD Tool for Improving Urban Mobility*; Ajou University; South Korea.
- [40] Meephams D. 2013; *Transitioning from Transit Oriented Development to Development Oriented Transit, a case study of the gold coast Light Rail Project*. PhD Thesis, Bond University, institute of Sustainable Development and architecture School of sustainable Development

- [41] Wegener und Fürst 1999; „Land – Use Transport Interaction; State of the art; Deliverable 2a of the project TRANSLAND (Integration of transport and Land Use Planning; http://en.wikipedia.org/wiki/Tama-Plaza_Station
- [42] Cervero et al 2014; BRT TOD; Leveraging transit oriented development with bus rapid transit investments, *Transport Policy*, 36.pp. 127-138
- [43] Goodman et al, 2006; Laube, Schwenk (2006) Curitiba's Bus system is model for Rapid Transit; *Race, poverty & The environment*, winter 2005/2006, pp 75-76.
- [44] Carrigan et al, 2013; Social environmental and Economic Impacts of Bus Rapid Transit, EMBARQ, <http://www.embarq.org/research/publication/social-environmental-and-economic-impacts-bus-rapid-transit>
- [45] Jeffery Jump, 2012
- [46] Klein G. 2014, We need to think bigger about Transit-Oriented Development; <http://www.citylab.com/commute/2014/7/we-need-to-think-bigger-about-transit-oriented-development7373838/>
- [47] Lee J, Choi, K. Leem, Y.I., 2014; Bicycle-based TOD as an alternative to overcome the criticisms of the Conventional TOD *International Journal of Sustainable Transportation* (in press)
- [48] Replogle, 1994; Bicycle access to public transportation, learning from abroad; *Transportation Research Record*, 1396, pp. 75-80
- [49] Cervero et al (2004): „Transit-Oriented Development on the United States; Experiences, Challenges, and Prospects“, *Transit Cooperative Research Program report 102*, Transportation Research Board, Washington, D.C. p. 161
- [50] Cabanatuan, Michael (9 July 2016). "New funds for next step in widening of Narrows highway". *Hearst Communications, Inc. San Francisco Gate*. Retrieved 12 July 2016.
- [51] Erick Guerra and Robert Cervero (Spring 2013). "Is a Half-Mile Circle the Right Standard for TODs?". *ACCESS*, University of California, Berkeley (42). Retrieved 2013-06-07.
- [52] Moore, Adrian.T.; Staley, Samuel.R.; Poole, Robert.W. (2010). "The role of VMT reduction in meeting climate change policy goals". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 44 (8): 565–574. doi:10.1016/j.TRA.2010.03.012.
- [53] Winkelman, S.; Bishins, A. (2010). "Planning for economic and environmental resilience". *Transportation Research Part A: Policy and Practice*. 44 (8): 575–586. doi:10.1016/j.tra.2010.03.011.
- [54] Levine, Jonathan (2006). *Markets and Choices in Transportation and Metropolitan Land Use*. Washington: Resources for the Future. ISBN 978-1933115153.
- [55] Boarnet, Marlon (Summer 2011). "A Broader Context for Land Use and Travel Behavior, and a Research Agenda". *Journal of the American Planning Association*. 77 (3): 197–213. doi:10.1080/01944363.2011.593483. Retrieved 16 November 2014.
- [56] "Citizen Information, Zoning and Land Use in Curitiba (Ingles)". January 2006. Retrieved 2008. Check date values in: |access-date= (help)
- [57] "Stadium Station Transit Oriented Development". City of Edmonton. Retrieved 2010-10-21.
- [58] "Smart Growth: Planning Division: Arlington, Virginia". *Arlingtonva.us*. 2011-03-07. Retrieved 2011-11-04. http://www.arlingtonva.us/departments/CPHD/planning/powerpoint/rbpresentation/rbpresentation_060107.pdf
- [59] "Arlington County, Virginia – National Award for Smart Growth Achievement – 2002 Winners Presentation". *Epa.gov*. 2006-06-28. Retrieved 2011-11-04.
- [60] Matt Martinez (20 September 2010). "Washington, D.C., launches the nation's largest bike share program". *Grist (magazine)*. Retrieved 14 April 2011.
- [61] J. David Goodman (20 September 2010). "Bike Sharing Expands in Washington". *New York Times*. Retrieved 14 April 2011.
- [62] *Transit Oriented Development, Sustainable City Living The Milton*. Retrieved on 2013-11-20. https://www.colloquium.fr/ei/cm.esp?id=565&pageid=_3ETOUVLVD

- [63] "Equitable Development Toolkit: Transit Oriented Development" (PDF). 2008.
- [64] Federal Reserve Bank of San Francisco (2010). "Community Investments: Transit-Oriented Development".
- [65] Transit Oriented Development Institute
- [66] Transit Oriented Development in Calgary, Alberta, Canada
- [67] TOD Standard: Version 2.0, Institute for Transportation and Development Policy (ITDP), November 2013.
- [68] Federal Reserve Bank of San Francisco Community Investments: Special Issue on TOD
- [69] Effect of Smart Growth Policies on Travel Demand, Transportation Research Board, SHRP 2 Report S2-C16-RR-1, 2014.

APÉNDICES

6.1. APÉNDICE 1 : MARCOS DE NIVEL DE SERVICIO MULTIMODAL

6.1.1. Manual de Capacidad de Carreteras (HCM)

El *HCM 2010* es un manual de referencia muy utilizado en los Estados Unidos. Se han publicado cinco ediciones del HCM, y los procedimientos de LOS evolucionan a lo largo de cada edición. El *HCM 2010* proporciona medidas de LOS, estándares y procedimientos de estimación para automóviles, tránsito, peatones y ciclistas. El *Departamento de Transporte de los Estados Unidos (2017)* destaca que el *HCM 2010* 'fue la primera edición en integrar completamente las herramientas para el análisis multimodal, lo cual fue un paso para abordar la debilidad de la definición autocéntrica tradicional de LOS'.

Según el *Cascade Bicycle Club (2011)*, 'hasta el *HCM 2010*, las medidas de LOS para peatones y bicicletas generalmente reflejaban la perspectiva de un ingeniero de tráfico, centrándose en el retraso, la velocidad y la demanda de capacidad. Bajo estas metodologías, una acera sin peatones recibiría probablemente un LOS peatonal de "A"... mientras que una acera con altos volúmenes peatonales recibiría una puntuación de LOS peatonal de "E" o "F"...".

La edición más reciente del HCM se centra en la perspectiva del viajero y en las medidas específicas del modelo para facilitar las comparaciones multimodales de las calles urbanas. Este cálculo da como resultado una puntuación LOS ("A" hasta "F") para cada modo, pero no proporciona la capacidad para una puntuación global que incorpore los diversos valores LOS para cada modo. De hecho, el *Departamento de Transporte (2017)* cree que "el HCM recomienda específicamente que no se agreguen las métricas para los diferentes modos porque este enfoque pasaría por alto las deficiencias en la calidad del servicio" experimentadas por los modos alternativos de transporte, sobre todo los peatones y los ciclistas".

Como se señala en el *HCM (2010)*, "los viajeros de cada modo tienen diferentes perspectivas y potencialmente experimentan condiciones muy diferentes mientras viajan a lo largo de una carretera en particular. El uso de una combinación de LOS corre el riesgo de pasar por alto las deficiencias en la calidad de servicio de los viajeros que no viajan en automóvil y que desalientan el uso de esos modos". Una visión general de las necesidades de los usuarios de la carretera y de las medidas de LOS se proporciona en la siguiente tabla.

Tabla : Visión general del marco de trabajo HCM 2010 LOS - fuente: Austroads (2015)

Modo	Necesidades de los usuarios		
	Movilidad	Seguridad	Acceso
Coche	Velocidad de desplazamiento Congestión	-	-
Tránsito	Velocidad de desplazamiento	Entorno para caminar	Avances

Peatón	Densidad de bloque medio Impedancia de cruce	Volumen y velocidad del vehículo Separación del tráfico	Dificultad para cruzar la calle
Ciclista	Impedancia de cruce	Separación	-

Los criterios de LOS para los diversos modos difieren para los modos de automóviles y no automóviles. Por ejemplo, los criterios del modo automóvil se basan en medidas de rendimiento como la velocidad de viaje, mientras que para los modos no automovilísticos se basan en las puntuaciones comunicadas por los viajeros (HCM 2010). Para más información, véanse las cifras que figuran a continuación.

Travel Speed as a Percentage of Base Free-Flow Speed (%)	LOS by Critical Volume-to-Capacity Ratio ^a	
	≤ 1.0	> 1.0
>85	A	F
>67-85	B	F
>50-67	C	F
>40-50	D	F
>30-40	E	F
≤30	F	F

Figura : Umbrales de LOS para automóviles - fuente: HCM (2010)

Pedestrian LOS Score	LOS by Average Pedestrian Space (ft ² /p)					
	>60	>40-60	>24-40	>15-24	>8.0-15 ^a	≤ 8.0 ^a
≤2.00	A	B	C	D	E	F
>2.00-2.75	B	B	C	D	E	F
>2.75-3.50	C	C	C	D	E	F
>3.50-4.25	D	D	D	D	E	F
>4.25-5.00	E	E	E	E	E	F
>5.00	F	F	F	F	F	F

Figura : Umbrales de LOS para peatones - fuente: HCM (2010)

El HCM 2010 es un marco cuantitativo pero también integra factores cualitativos que son más apropiados para determinar el LOS de otros modos. *Austroroads (2015)* indica que "otros marcos de LOS son más cualitativos o descriptivos, aunque a veces se utilizan cuantificadores. *Austroroads (2015)* también afirma que "hay méritos en el uso de un marco cuantitativo como el marco de *HCM (2010)*, pero los profesionales tienden a favorecer un enfoque cualitativo o semi-cualitativo".

6.1.2. Manual de Calidad/Nivel de Servicio de la Florida

El Manual de Q/LOS de Florida proporciona medidas de LOS, umbrales y metodologías de estimación para los modos de automóvil, tránsito, bicicleta y peatón (NCHRP 2008). La edición de 2013 se basa en las técnicas analíticas de HCM 2010 para ayudar a evaluar las carreteras desde una perspectiva multimodal. El objetivo del manual del FDOT es proporcionar una aplicación de

planificación completa para los modelos operativos existentes", afirma *Cascade Bicycle Club (2011)*.

Según el *Club de Bicicletas Cascade (2011)*, el *Manual de Calidad/Nivel de Servicio de la Florida* ha sido reconocido como una guía de aplicación líder, que conecta las técnicas de evaluación de calidad/nivel de servicio de automóviles, bicicletas, peatones y tránsito más importantes del país".

Dentro del *Manual de Calidad/Nivel de Servicio*, hay herramientas que son capaces de cuantificar el MMLOS dentro de la reserva de carreteras, por ejemplo ARTPLAN es un software de planificación multimodal y conceptual para carreteras. La Figura 1 proporciona una visión general de cómo se vinculan los modos y sus niveles de servicio utilizando esta herramienta.

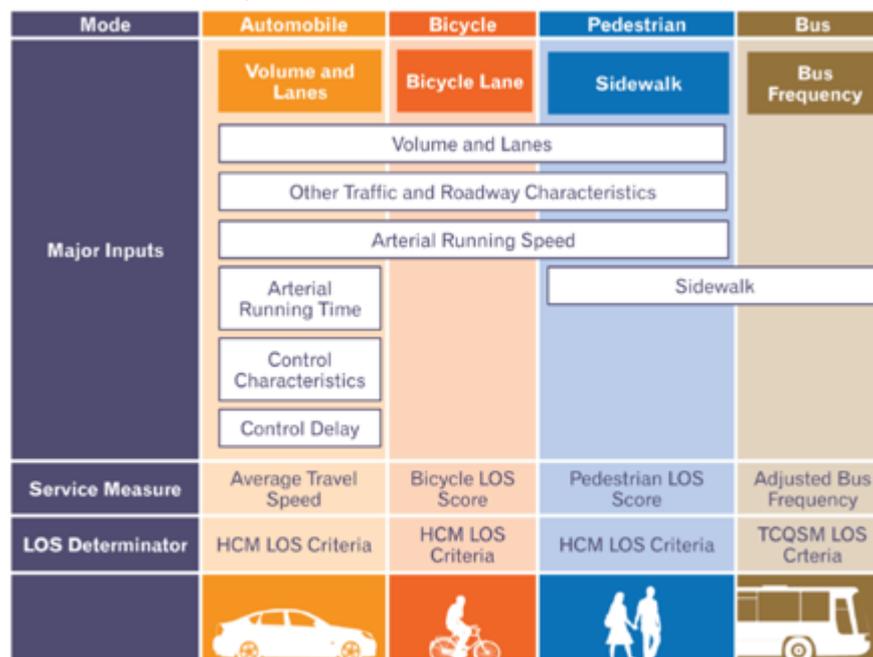


Figura 3: Diagrama de flujo multimodal - fuente: FDOT (2013)

Como se muestra en la figura, existen importantes datos de entrada en determinados modos que pueden tener un impacto adverso en otros modos, por ejemplo, la velocidad de funcionamiento de los vehículos es también un factor determinante para los ciclistas y los peatones (FDOT 2013). El LOS para los distintos modos se calcula utilizando una combinación de los criterios *HCM 2010* y *TCQSM*.

Este software 'no combina el LOS de cada uno de los modos en una LOS global para la instalación porque no existe una técnica profesionalmente aceptable o científicamente válida para combinar los LOS', según el *FDOT (2013)*. *Guttenplan et al (2003)* también cree que "un solo grado podría enmascarar los efectos de los modos menos utilizados, negando el esfuerzo de un análisis multimodal".

6.1.3. SmartRoads

El enfoque de SmartRoads es diferente al utilizado en el *HCM 2010* y en el *Manual de Calidad/Nivel de Servicio de Florida*, donde la calificación de la carta se relaciona con una calificación de los criterios. En el cuadro que figura a continuación se expone el enfoque general de la definición de LOS.

Tabla : Definición del nivel de servicio - fuente: VicRoads (2015)

Nivel de servicio	Definición
A	Las mejores condiciones de funcionamiento
B	Buenas condiciones de funcionamiento
C	Condiciones de funcionamiento justas
D	Malas condiciones de funcionamiento
E	Condiciones de funcionamiento insatisfactorias
F	Peores condiciones de funcionamiento posibles

En la tabla siguiente se explica con más detalle la medición del LOS por modo y las definiciones del LOS de cada modo.

Tabla : Medición del LOS por modo - fuente: VicRoads (2015)

Modo	Medición de LOS
Auto/Freight	Velocidad de desplazamiento y variabilidad de la velocidad de desplazamiento y/o de los retrasos y variabilidad de los retrasos
Tránsito	Velocidad de desplazamiento y variabilidad de la velocidad de desplazamiento (excluidos los tiempos de viaje) y/o retrasos y variabilidad de los retrasos
Ciclistas	Separación y visibilidad
Peatones	Oportunidades de cruce y tiempo de espera

Austrroads (2016) señala que "aunque actualmente la herramienta SmartRoads se centra en la movilidad y no se extiende a las otras cuatro medidas de seguridad, acceso, información y amenidad". *Austrroads* ha identificado la necesidad de desarrollar continuamente la herramienta y el informe de *Métricas de Nivel de Servicio (para la Planificación de Operaciones de Red)* es un documento que puede ser utilizado como un suplemento.

6.1.4. Medición del Nivel de Servicio de *Austrroads* (para la Planificación de Operaciones de Red)

Austrroads desarrolló recientemente un marco de trabajo de LOS para las operaciones de la red desde la perspectiva de todos los usuarios de la carretera a través de la investigación descrita en *Level of Service Metrics (para la planificación de las operaciones de la red)*. El objetivo de este

marco es permitir a las agencias de carreteras llevar a cabo una planificación y toma de decisiones integradas en el contexto de la planificación de la explotación de la red. Los usuarios incorporados al marco del LOS incluyen automovilistas, usuarios de tránsito, carga, peatones y ciclistas (Austroads 2015).

Las necesidades de los usuarios de la carretera también están incluidas en el marco, entre las que se incluyen la movilidad, la seguridad, el acceso, la información y los servicios. *Austroads (2015)* describe que "la incorporación de los diversos usuarios y necesidades de transporte en el marco del LOS, permite a las agencias de carreteras observar las compensaciones en el LOS que pueden ayudarles a equilibrar mejor las demandas de espacio vial que compiten entre sí". En la siguiente tabla se ofrece una visión general de las necesidades de los usuarios de la carretera y de las medidas de LOS por modo.

Austroads (2015) reconoce que es necesario un mayor desarrollo, incluida la conversión del marco del LOS a un formato electrónico. Curiosamente, *Austroads (2015)* también recomienda trabajar más "para dar una puntuación global de LOS para un proyecto que incorpore los distintos niveles de LOS en los distintos modos de uso y necesidades de transporte". Esto difiere de lo que se establece tanto en el *HCM 2010* como en el *Manual de Calidad/Nivel de Servicio de la Florida*.

Este marco es relativamente nuevo, pero gracias a su uso hasta la fecha, Austroads ha descubierto que se ha utilizado con éxito para varios fines.

Tabla : Visión general del marco de trabajo de LOS propuesto - fuente: Austroads (2015)

Modo	Necesidades de los usuarios	Medida de LOS
Auto	Movilidad	Congestión, fiabilidad del tiempo de viaje, velocidad de viaje
	Seguridad	Riesgo de colisión
	Acceso	Capacidad de aparcar cerca del destino; capacidad de acceder a terrenos al borde de la carretera o capacidad de salir de una intersección.
	Información	Información al viajero disponible
	Amenidad	Estética, estrés al conducir, calidad de conducción en el pavimento
Tránsito	Movilidad	Fiabilidad del programa de servicio, velocidad de funcionamiento
	Seguridad	Riesgo de colisión de un vehículo en tránsito, riesgo de colisión de los usuarios de tránsito al acceder o degradarse.
	Acceso	Disponibilidad del servicio, nivel de acceso para discapacitados, acceso a las paradas de tránsito
	Información	Información al viajero disponible
	Amenidad	Entorno peatonal, congestión a bordo, disponibilidad de asientos, seguridad, confort y conveniencia, estética, calidad de la conducción
Peatón	Movilidad	Congestión de senderos, pendiente, retraso en el cruce o desvío
	Seguridad	Exposición a vehículos en la mitad de las cuadras y cruces, riesgos de tropiezos
	Acceso	Oportunidades de cruce, nivel de acceso para personas con discapacidad
	Información	Información al viajero disponible
	Amenidad	Condiciones del pavimento de los senderos, confort y conveniencia, seguridad, estética
Ciclista	Movilidad	Velocidad de viaje, grados de congestión
	Seguridad	Diversos tipos de choques, incluso con otros ciclistas, peatones, peligros estacionarios, etc.
	Acceso	Acceso y posibilidad de aparcar cerca del destino, restricciones de ciclo
	Información	Información al viajero disponible
	Amenidad	Estética, confort y conveniencia, seguridad, calidad de conducción en el pavimento
Flete	Movilidad	Congestión, fiabilidad del tiempo de viaje, velocidad de viaje
	Seguridad	Riesgo de colisión
	Acceso	Nivel de acceso al tipo de camión de carga
	Información	Información al viajero
	Amenidad	Calidad del pavimento, tensión de conducción

6.1.5. Resumen de referencia

- [1] Cascetta, E., Cartenì, A., & Montanino, M. (2013). Una nueva medida de accesibilidad basada en las oportunidades percibidas. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 87, 117-132.
- [2] Holmes, A. (2017, 31 de marzo), The Countries with the Longest and Shortest Commute, Retrieve from <https://daliaresearch.com/the-countries-with-the-longest-and-shortest-commutes/>
- [3] OIT (2018), 20ª CIET, Ginebra, octubre de 2018, 27
- [4] Pourbaix, J., Steriu, M. & Saeidizand, P. (2015). Base de datos sobre la movilidad en las ciudades, informe de síntesis. Bruselas, Bélgica, Asociación Internacional de Transporte Público (UITP).
- [5] UN DESA (2018), *World Urbanization Prospects: La Revisión 2018*.



Derechos de autor por la Asociación Mundial de Carreteras. Todos los derechos reservados.

Asociación Mundial de Carreteras (AIPCR)

La Grande Arche, Paroi Sud, 5e étage, F-92055 La Défense cedex

ISBN 978-2-84060-529-4