



ementariedad odal e Impacto del Ligero

stóbal Pinto
n transporte público y
l sostenible
e de APTeMUS



Contenido

- Introducción
- Función del metro ligero dentro de los modos de transporte público
- Ejemplos de metros ligeros en ciudades medias
- Ejemplos de metros ligeros en grandes áreas metropolitanas
- Los pilares de una movilidad sostenible
- Conclusiones



1. Introducción

Un mundo más urbanizado

Más del 50% de la población mundial vive en áreas urbanas (53% en 2014 según el Banco Mundial). Sin embargo en América Latina y Caribe este porcentaje subía al 78% (entre 51% de Guatemala y 85% de Uruguay).

Se espera que para 2045 la población urbana crezca un 50%, pasando de 4.000 millones a 6.000 millones de personas.

La importancia de las ciudades se manifiesta en que más del 80% PIB mundial se genera en las ciudades, por lo que las ciudades juegan un papel importante en el crecimiento económico mundial.

El Banco Mundial resalta los retos que deben afrontar las ciudades para impulsar este crecimiento económico y además afrontar la lucha contra el cambio climático, ya que las ciudades consumen la energía mundial y son responsables del 70% de las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ello promueve que la urbanización sea inclusiva, resiliente, baja en carbono y competitiva.

Es por ello que los sistemas de transporte integrados juegan un papel importante en alcanzar estos objetivos en todos los países.

territorios en transformación

Las grandes áreas metropolitanas en Latinoamérica se caracterizan por una elevada centralidad en servicios, no solo en cuanto empleo terciario, sino también, en cuanto salud, educación, comercio y ocio, conformando una tupida red de **ciudades dormitorio** entorno a la ciudad central.

Este sistema de ciudades genera una gran movilidad pendular, **periferia-centro**, que los sistemas de transporte público deberían canalizar en una gran medida, primero porque el nivel de desarrollo es paralelo a una baja motorización y segundo porque la movilidad pendular es relativamente fácil de afrontar con buenos sistemas de transporte público.

A medida que la aglomeración va madurando y transformándose las ciudades de la periferia van perdiendo su carácter de ciudades-dormitorio, y van acogiendo la localización de actividades como salud, educación, ocio, centros empresariales, etc. Esto produce una **movilidad más compleja** para la que el sistema de transporte público debe adaptarse.

Este proceso de cambio lo han seguido las ciudades europeas, y **Madrid** es un claro ejemplo. Desde el Madrid metropolitano de los años 70 al Madrid del siglo XXI, la transformación ha sido en muchos aspectos de movilidad.

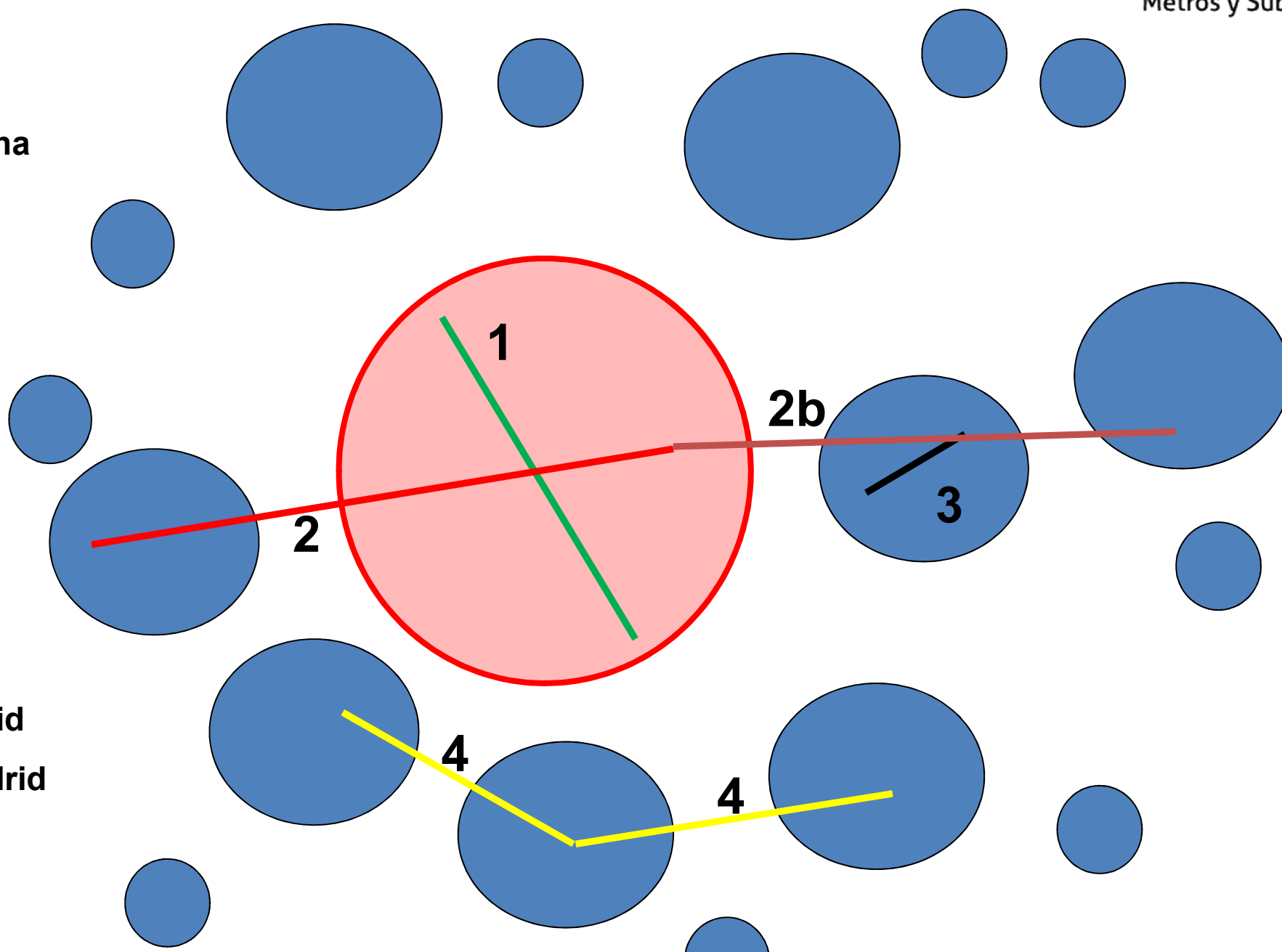
Tipologías de movilidad de las grandes metrópolis

Movilidad urbana

Movilidad interurbana

Movilidad con Madrid

Movilidad fuera Madrid



Modos de transporte adaptados a tipologías de movilidad

Asociación Latinoamericana
Metros y Subterráneos

Movilidad tipo 1 o movilidad urbana en la gran ciudad: Dependiendo del tamaño:

- en ciudades medias tendremos metro ligeros y/o sistemas BRT,
- y en grandes ciudades tendremos metros, normalmente subterráneos, complementado por BRT y metros ligeros.

Movilidad tipo 2 o movilidad metropolitana radial:

- en ciudades medias tendremos sistemas BRT y/o metros ligeros
- y en grandes ciudades tendremos trenes de cercanías, metro y/o sistemas BRT

Movilidad tipo 2b o movilidad metropolitana pasante: En grandes ciudades tendremos trenes de Cercanías, y en ciudades medias metros, BRT o metros ligeros

Movilidad tipo 3 o movilidad urbana en ciudades medias: Tendremos sistemas BRT o metros ligeros

Movilidad tipo 4 o movilidad metropolitana transversal: En caso de ciudades medias podremos tener BRT o metros ligeros, e incluso si se quiere conformar una conurbación se podrá tener una línea de metro.



2. Función del metro ligero dentro de los modos de transporte público

Evolución histórica (1)

El metro ligero (métró léger o tramway o tram, light rail transit (LRT), stadtbahn, en otros idiomas surge como un nuevo modo de transporte ante la necesidad de **mejorar la operación y calidad del servicio** del transporte público, y como respuesta a los casos en los que los **niveles de demanda no hacen viable** económicamente modos con infraestructura independiente, como el metro convencional.

El metro ligero es una **evolución del tranvía** a un sistema sobre infraestructura ligera e plataforma reservada, material móvil con diseño moderno y elevadas prestaciones de comodidad y servicio, respetuoso con el medio ambiente.

En su concepción actual, el metro ligero **surge a finales de los años setenta en Alemania**, cuando ciudades de tamaño medio, como Frankfurt o Hannover, comprendieron que el sistema tradicional de tranvías había llegado al límite de su eficacia, y la adopción de soluciones convencionales de transporte masivo, como el metro, suponía realizar unas inversiones muy elevadas.

En los **años ochenta, ciudades que habían perdido completamente el tranvía** deciden implantar una línea de metro ligero, caso de Nantes (1985) y Grenoble (1987) en Francia, Calgary y Edmonton en Canadá. San Diego en Estados Unidos, etc.

olución histórica (2)

los años 90 se pone en servicio un número elevado de redes que impulsan definitivamente el tema, casos de Manchester y París (1992), Karlsruhe (1993), Rouen, Valencia y Estrasburgo (1994), etc.

a partir de Estrasburgo que se da un salto cualitativo muy importante en la calidad de los sistemas de metro ligero y surge una explosión de nuevas líneas en diversos países europeos.

la mayoría de los nuevos proyectos de metro ligero, se acompaña de una renovación urbana en las inmediaciones del trazado de la línea (acondicionamiento de fachadas, jardinería, mobiliario, peatonalización, etc.), que potencia al metro ligero en superficie como elemento de transformación urbana.

permite la rehabilitación de zonas degradadas, tanto en el caso de reconversión de antiguas zonas o áreas ferroviarias, (Valencia) como en la penetración en cascos históricos (Estrasburgo).

los “impactos negativos” que con frecuencia perciben los ciudadanos (ruido, vibraciones, contaminación visual y seguridad), pueden mitigarse con éxito si se consideran adecuadamente desde las primeras fases de diseño del sistema.

ciudades históricas europeas tienen redes importantes de metro ligero, sin que los impactos



ugar del Metro ligero dentro de los modos de transporte

Vuchic, las características funcionales de un modo de transporte público están definidas por las características básicas siguientes:

Grado de independencia de la **infraestructura soporte**.

Tecnología del **material móvil**.

Operación y explotación del **servicio**.

Combinaciones en una o varias de estas tres características básicas definen distintos modos de transporte público.

Hay una tendencia a considerar la **tecnología del material móvil** como la característica determinante de la clasificación de los modos de transporte colectivo.

No obstante, el nivel de **segregación de la infraestructura soporte** sobre la que discurre el material móvil, y su relación con el resto del tráfico, es el que **tiene una influencia mayor sobre las características funcionales** de los distintos modos de transporte público.

Clasificación de los modos de transporte público urbano

CATEGORÍA	TECNOLOGÍA		
	Modos conducidos	Modos guiados	
	Sobre neumático en viario	Sobre neumático	Sobre raíl
Modo	<ul style="list-style-type: none"> Autobús Autobús exprés 	<ul style="list-style-type: none"> Trolebús 	<ul style="list-style-type: none"> Tranvía
Forma	<ul style="list-style-type: none"> Autobús en plataforma reservada: bhls/brt full o bhls/brt lite 	<ul style="list-style-type: none"> Autobús/ Trolebús/ Híbridos guiados Tranvía sobre neumáticos 	<ul style="list-style-type: none"> Metro ligero o moderno
Característica	<ul style="list-style-type: none"> Autobús con viario independiente: bhls/brt heavy 	<ul style="list-style-type: none"> Metro con neumáticos Monorraíl Metro neumático 	<ul style="list-style-type: none"> Metro ligero Metro convencional Metro automático

Metro ligero: Un sistema de capacidad intermedia

Los **sistemas de capacidad intermedia** son modos de transporte público cuya **infraestructura** es principalmente en **plataforma reservada o tipo B**, infraestructura que a lo largo de una línea de transporte puede convivir con tramos que comparte con el tráfico viario, caso de no poder darle la plataforma, así como con tramos de infraestructura independiente o exclusiva, es decir tramos en viaducto o en túnel.

En el cuadro anterior el metro ligero está en la misma línea que los sistemas de autobuses en plataforma reservada (brt/bhls full o lite) así como el tranvía sobre neumáticos y los autobuses o tranvías en plataforma guiados. Estos sistemas operados con **control semafórico** en los cruces pueden alcanzar velocidades de explotación de **casi 20 km/h en el centro urbano de las ciudades**, a **casi 30 km/h en las zonas más periféricas** con mayor distancia entre paradas.

Con una capacidad de oferta en el tramo más cargado **entre 2.000 y 10.000 viajeros/hora/sentido**, una **imagen fuerte y atractiva**, con una elevada calidad de servicio y con un coste limitado.

Una característica fundamental de esta plataforma reservada, es quitar espacio al vehículo privado para dárselo al transporte público. Su **inserción urbana** se consigue con un tratamiento de fachada a fachada de las calles por las que circula. Esto acarrea unos costes importantes de construcción, pero tiene la ventaja que recupera la ciudad a lo largo del eje viario o calle por la

Metro ligero: Superiores características funcionales

que los sistemas de capacidad intermedia tienen unas características funcionales similares, se señalar mejores características de los metros ligeros respecto de los autobuses/trolebuses:

Seguridad: Los modos guiados como el metro ligero son más seguros que los modos conducidos

Capacidad de la línea: El metro ligero tiene vehículos más largos, por lo que su capacidad es superior. Además, al ser un modo guiado su ocupación por m² puede ser mayor frente a los modos conducidos, ya que tiene menor balanceo.

Productividad: Es mayor en el metro ligero al ser más largo y poder llevar más viajeros con menor personal y con un rozamiento menor y una menor anchura de plataforma al ser guiado, todo esto lleva a que diversos índices de productividad sean superiores en los metros ligeros.

Calidad de Servicio: Al ser los metros ligeros un sistema guiado la calidad del viaje para el usuario es superior a los modos conducidos.

Velocidad de explotación: Para llevar la misma demanda se necesita menos frecuencia, por lo que se puede dar una mayor prioridad semafórica.

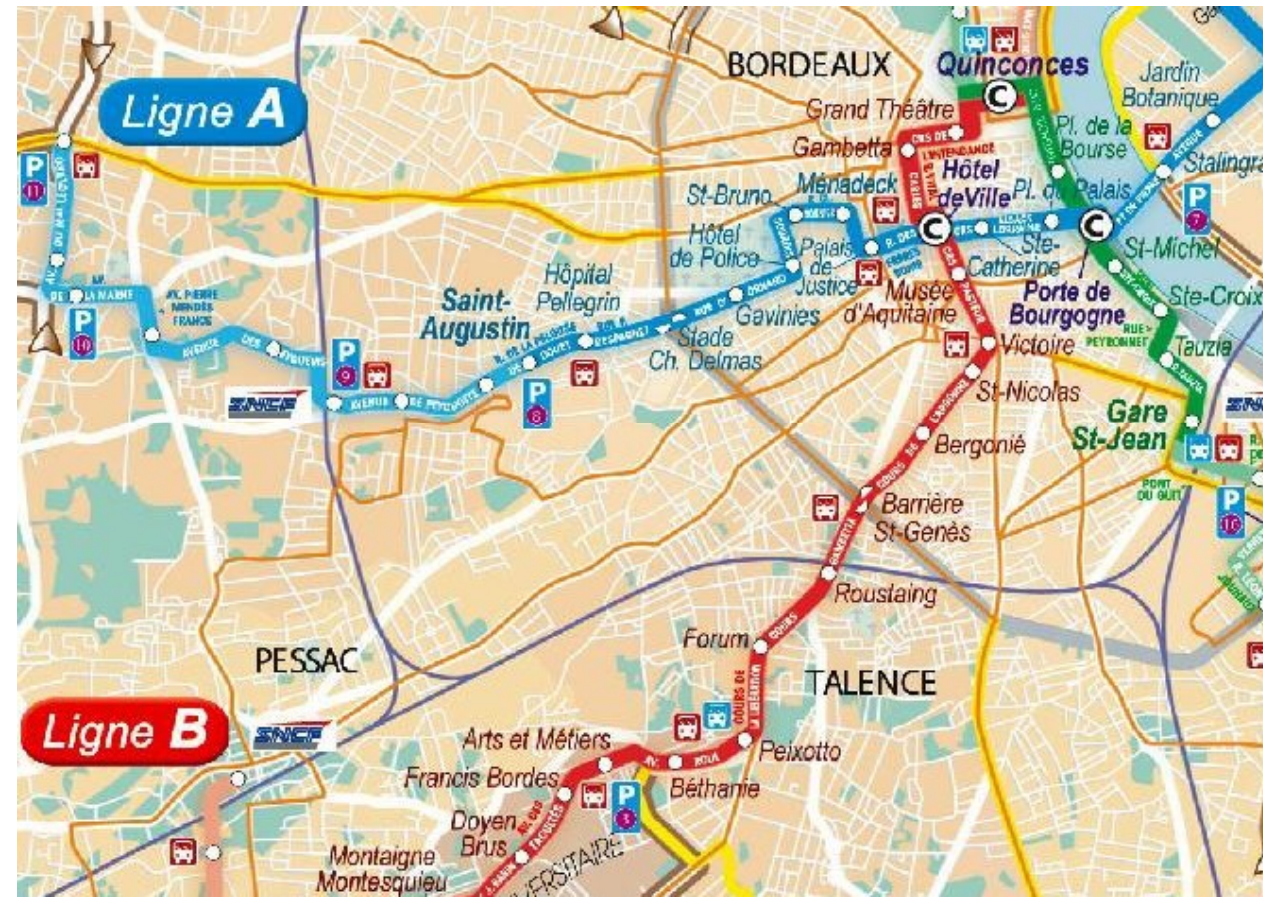
Impactos: Menor contaminación, mayor efecto en el suelo, mayor calidad del espacio público.



3. Ejemplos de metros ligeros en ciudades medias

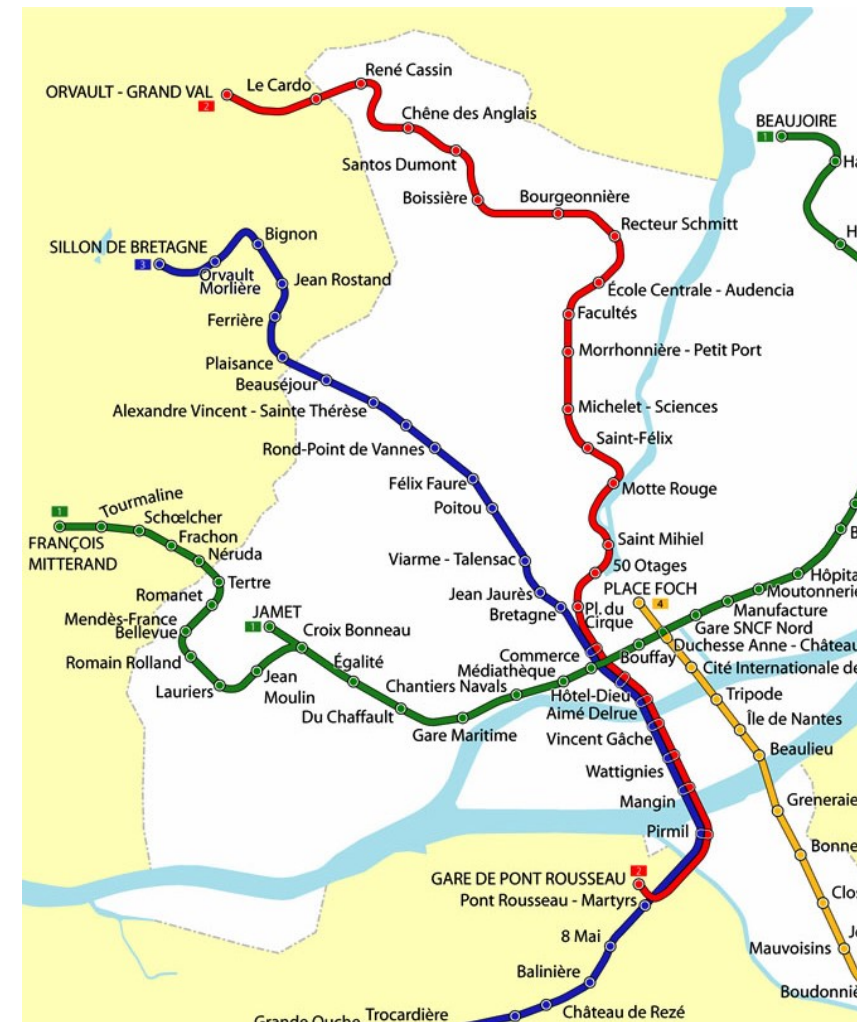
Bordeos: Tranvía es la red estructurante

Bordeos es una ciudad mediana, 250.000 habitantes, pero que su conurbación urbana alcanza los 1 millones de habitantes, la quinta de Francia. Tiene una red de tranvía que es la red estructurante de la ciudad, formada por 3 líneas, con 43,9 km. Es un caso similar a Estrasburgo y Montpellier., Oporto, Zaragoza



Antes: Tranvía es la red estructurante con BRT

es es una ciudad mediana, 300.000 habitantes, pero que su conurbación urbana próxima a 1 m
antes. Tiene una red de **tranvía** compuesta por 3 líneas, 45 km, pero además tiene una línea **BRT**
e 7 km y varias líneas bhls lite sobre 34 km de sitio propio. Es un caso similar es el de Rouen.



Caso de Estocolmo



Asociación Latinoamericana

Metros y Subterráneos

Estocolmo tiene los mejores sistemas de transporte público existentes en Europa. La ciudad tiene 0,7 metros cuadrados de habitantes y unos 2 millones.

La línea Tvärbanan metro ligero es tangencial, complementa la red de metro y ferrocarril.

Casos similares en Valencia.

L í n e a T v ä r b a n a n



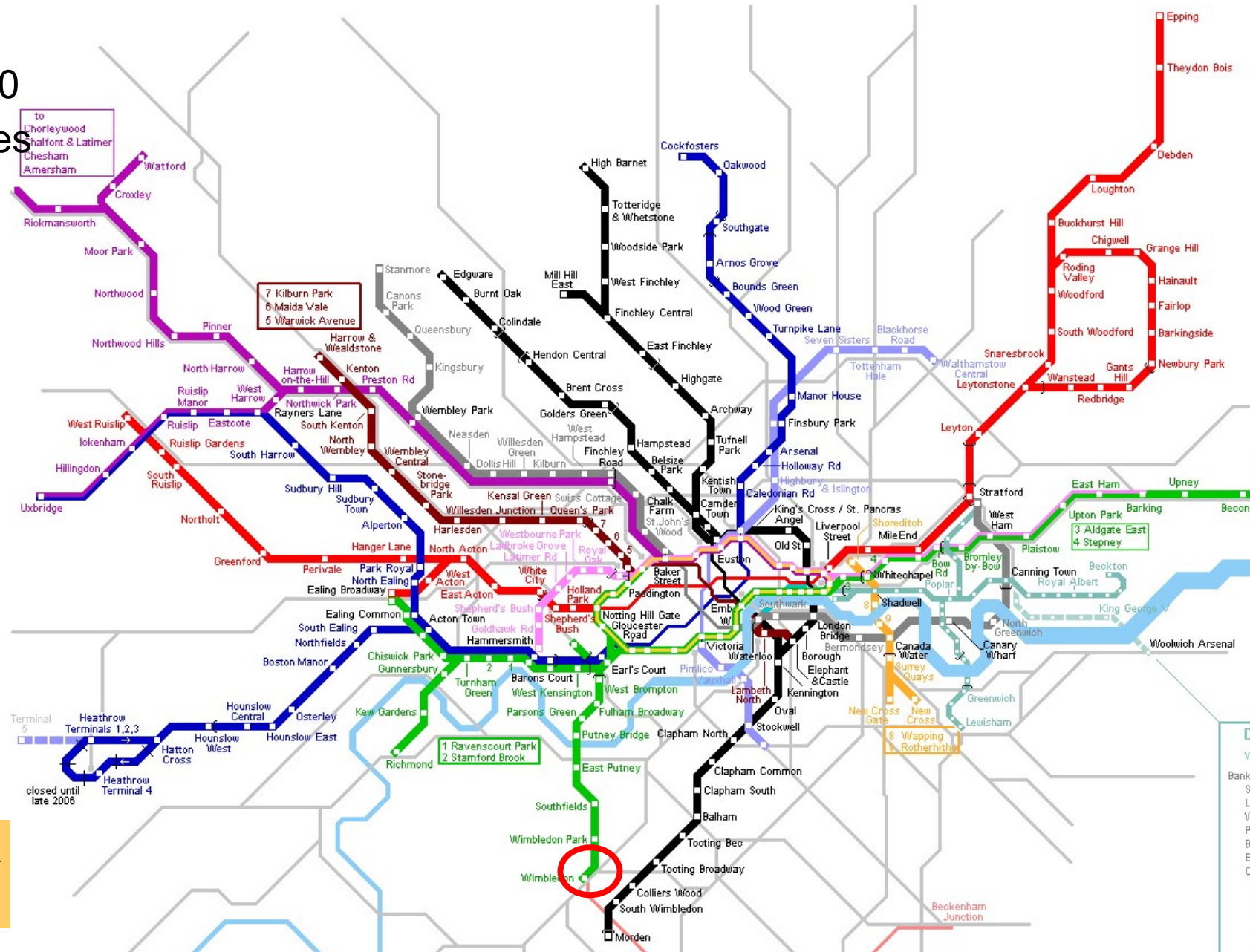


4. Ejemplos de metros ligeros en grandes áreas metropolitanas

Trasporte de Londres

Trasporte, con 8,4 millones
de pasajeros en un territorio de 1.580
km², una de las mejores redes
de transporte público de Europa.

Asociación Latinoamericana
de Metros y Subterráneos

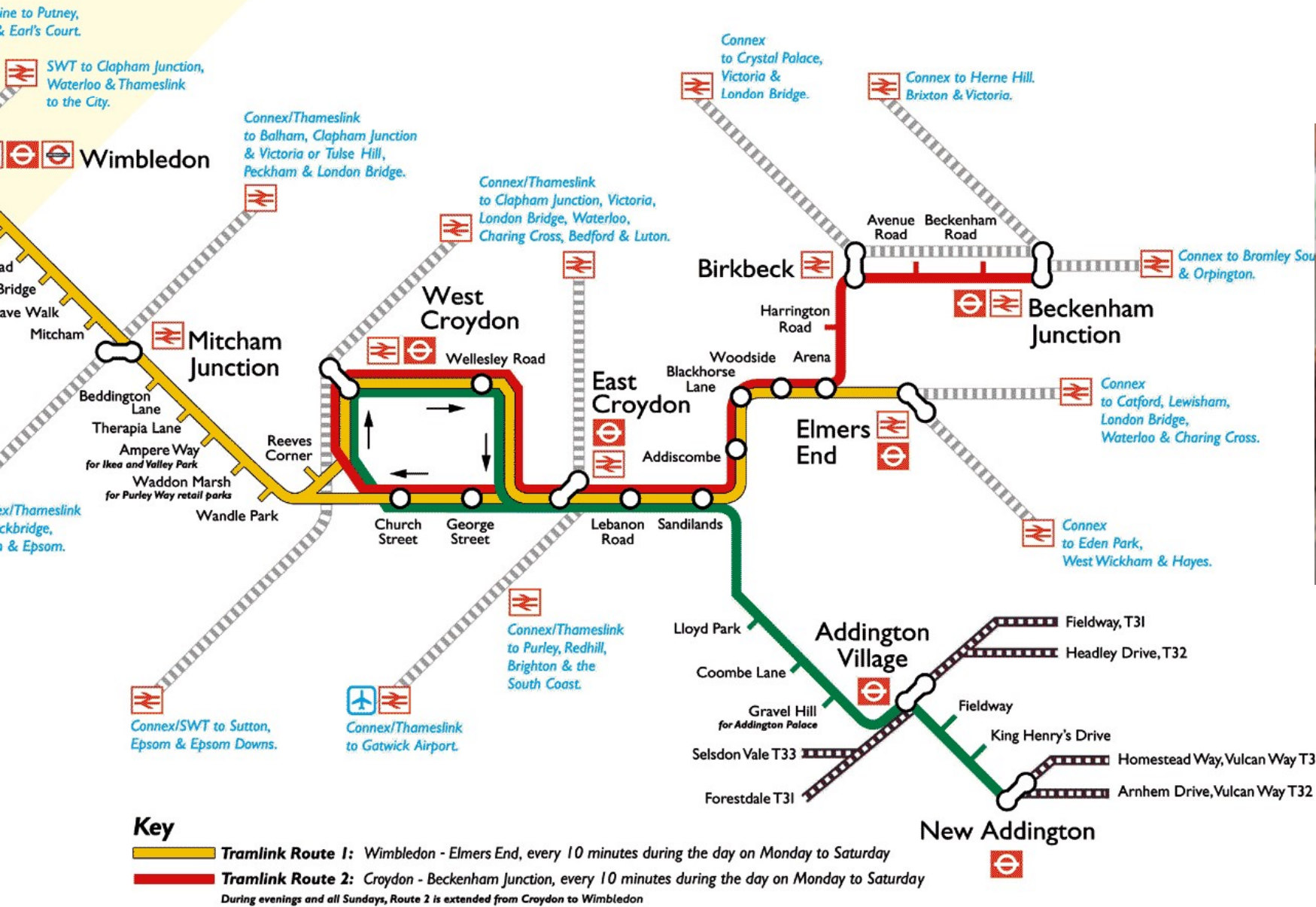


Trasporte de Croydon Tramlink
Trasporte suburbana tangencial

Croydon Tramlink: Se compone de 3 líneas

Zone 3

Travelcards: any of Zones 4,5 or 6*



Paso por zona comercial única



Terminal estación



aso de París

región (Île-de-France), con casi 12 millones de habitantes en 12.000 km² y la capital con 2,2 millones de habitantes y una superficie de 105 km², tiene una de las mejores redes de transporte público de Europa. Incluye también tranvía:

líneas (incluye la línea T4, línea tren-tram y la línea T6, que es un tranvía sobre neumáticos)

37 estaciones

105 km de longitud, y

30.000 viajeros/día

Estas líneas son periféricas, con un desarrollo tangencial, conectando con las redes de metro, RER y autobuses, varias de ellas se desarrollan fuera del término municipal de la ciudad de París.

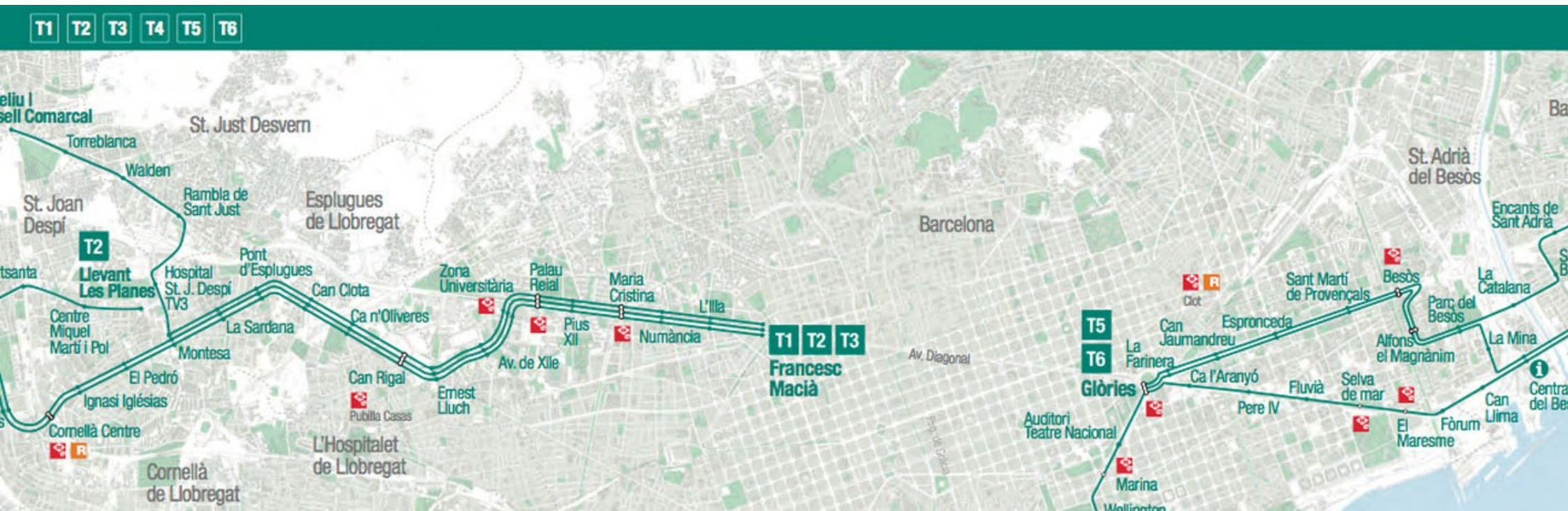


Caso de Barcelona

Barcelona región con 5,0 millones de habitantes en 3.237 km² y la capital con 1,6 millones habitantes en una superficie de 101 km², tiene dos redes de tranvías con 3 líneas cada una, y que ahora está en estudio para su unión por medio de la Avenida Diagonal:

Las líneas, que se extienden a lo largo de 30 km y 56 estaciones

En Barcelona las líneas son radiales, de la periferia hacia el centro, un caso que no se suele dar en otras grandes metrópolis.



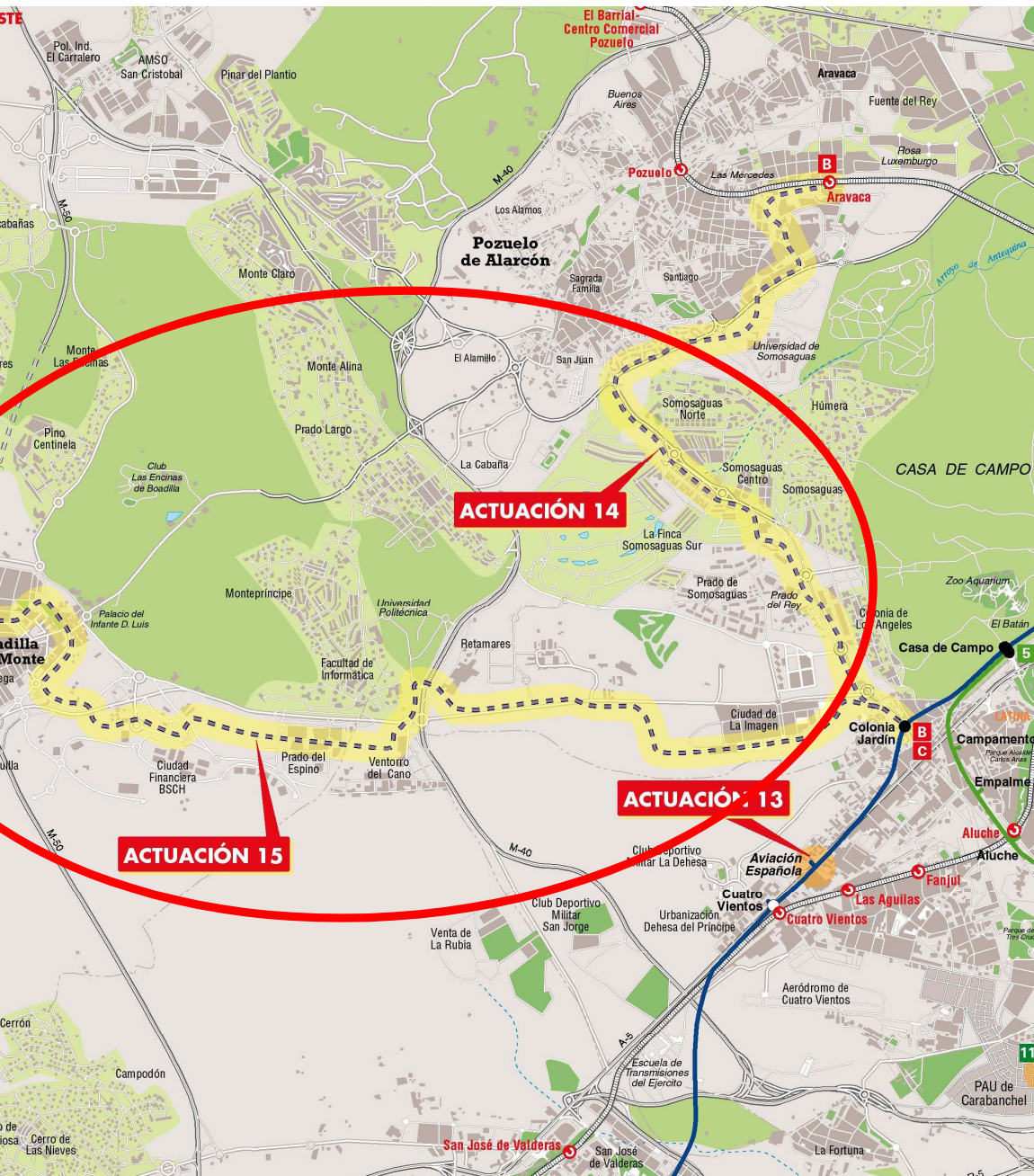
Asociación de Madrid: Línea ML1 en la zona norte



ML1: Metro ligero a Sanchinarro y Las Tablas

- Longitud: 5,3 km
- Estaciones: 10
- Población entorno: 40.000 hab.
- Estaciones de transbordo con metro en cada extremo.
- Intercambio con línea de Cercanías al aeropuerto
- Accesibilidad a parques empresariales, centros comerciales.
- Posibilidad de prolongar por los dos extremos

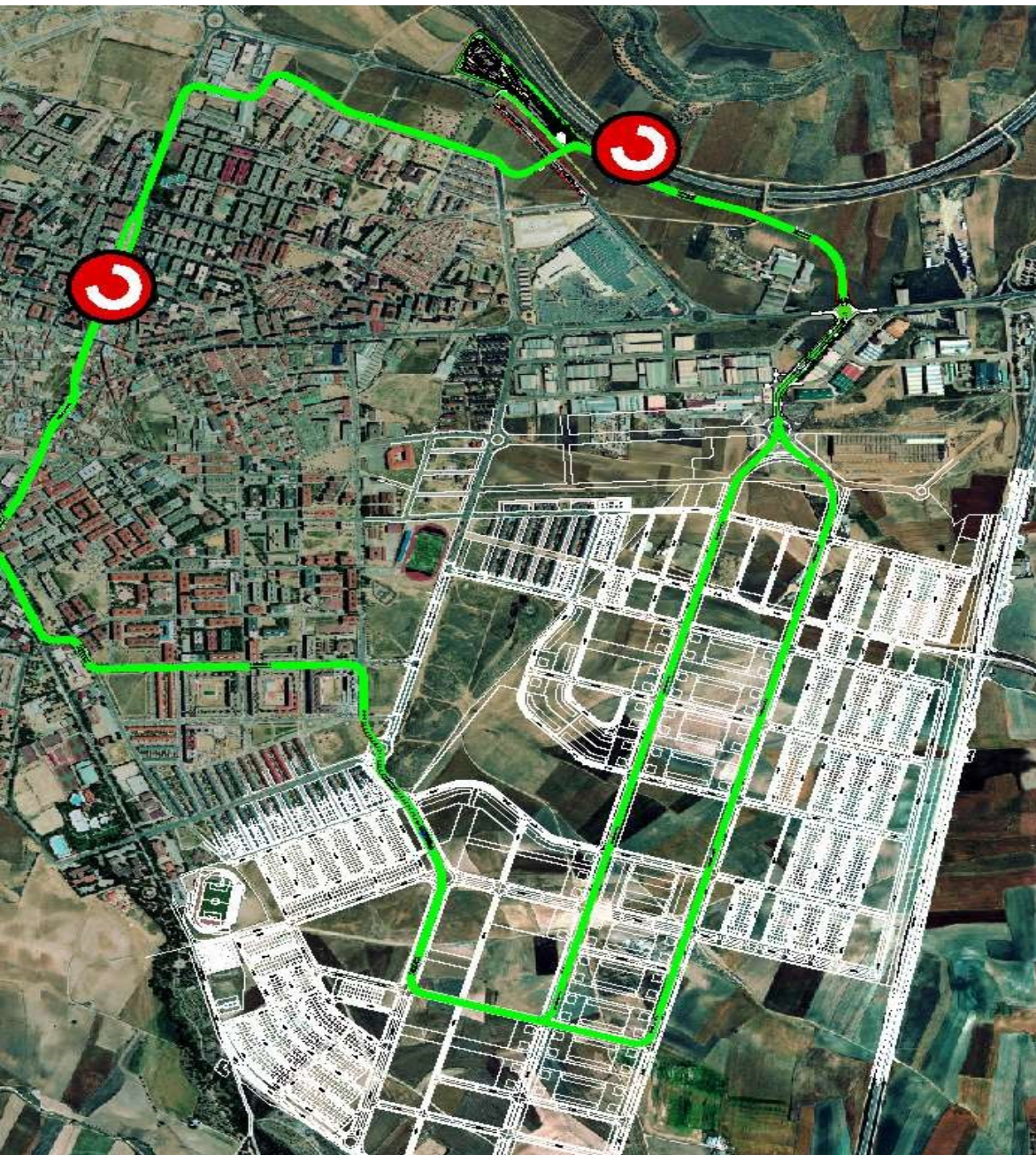
aso de Madrid: Líneas ML2 y ML3 en la zona oeste



Metro Ligero Oeste

- Dos líneas: ML2 y ML3
- Longitud: 22,7 km
- Estaciones: 29
- Población entorno: 87.000 hab.
- Estación de transbordo con línea 10 de metro
- Intercambio con Cercanías
- Accesibilidad a Campus Universitario, parques empresariales, Zonas de ocio, etc.

Caso de Madrid: Tranvía de Parla



Tranvía de Parla

- Línea circular de 8 km
- Conecta con la estación de Cercanías
- Da accesibilidad a un nuevo desarrollo urbano financiado como 1/3 del coste de la infraestructura



5. Los pilares de una movilidad sostenible



Por una movilidad sostenible

políticas a seguir de apoyo a una movilidad sostenible se deben articular sobre los 5 pilares siguientes:

Pilar 1: Potenciar el transporte público

Pilar 2: Limitar el uso indiscriminado del vehículo privado,

Pilar 3: Integrar el desarrollo urbano con la movilidad

Pilar 4: Potenciar los modos activos y la calidad del espacio público

Pilar 5: Crear una autoridad de transporte que integre el sistema de movilidad

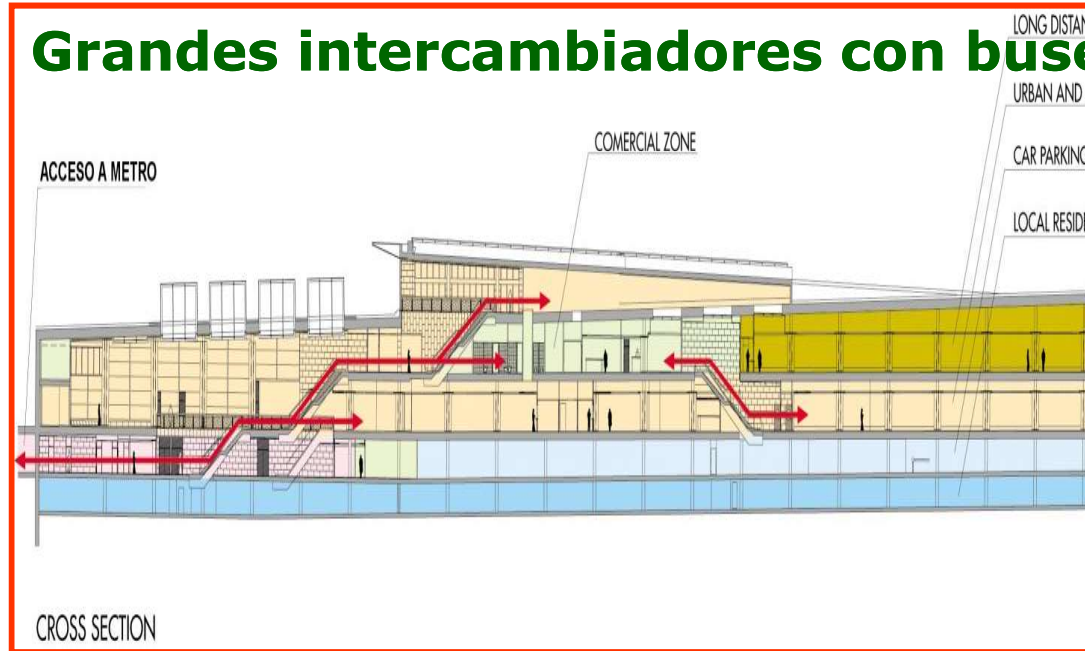
Pilar 6: Educación y formación de la ciudadanía

Car 1: Potenciar el transporte público

Bus-Vao (BRT)



Grandes intercambiadores con buses



Las grandes áreas metropolitanas necesitan redes con modos diferentes, que se adapten a la demanda que canalizan.

El metro ligero tiene una funcionalidad específica para ciertas movilidades en función del

Redes de Metro y metro ligero



ar 2: Limitar el uso indiscriminado del vehículo privado

Política de estacionamiento en la calle (número de plazas, tipos azul y verde, coste/tiempo, control o regulación)

Desincentivar y/o fiscalizar la oferta de plazas de aparcamiento en empresas

Equilibrar el uso de espacio viario a favor de los peatones, ciclistas y transporte público

Si es necesario, introducir el peaje de congestión (congestion charge)

Limitar el acceso de vehículos contaminantes a zonas de bajas emisiones

Declarar protocolos restringiendo el uso del coche para el caso de episodios de elevada contaminación

Modo modal según disponibilidad estacionamiento en lugar de trabajo

Ciudad	Vehículo privado	Transporte público	Otros modos
Besançon			
SI Parking garantizado	90%	6%	4%
NO Parking garantizado	46%	29%	25%
Grenoble			
SI Parking garantizado	94%	3%	3%
NO Parking garantizado	53%	29%	18%
Toulouse			
SI Parking garantizado	99%	1%	0%
NO Parking garantizado	41%	24%	35%
Berna			
SI Parking garantizado	95%	3%	2%
NO Parking garantizado	13%	55%	32%
Ginebra			
SI Parking garantizado	93%	3%	4%
NO Parking garantizado	36%	25%	39%
Lausana			
SI Parking garantizado	94%	3%	3%
NO Parking garantizado	36%	25%	39%

ar 3: Integrar el desarrollo urbano con la movilidad

Planes Regionales o Planes Generales de Urbanismo

Desarrollos específicos mediante Planes Parciales o Planes de Sectorización

Intensificación alrededor de estaciones, normalmente estaciones de tren o metro: Berna, Frankfurt, Ámsterdam, La Haya, ...

Regeneración urbana: Manchester (zona de Quays con el metro ligero), Londres (zona de Docklands con el metro), Montpellier (zona de Antigone con el metro ligero), Gotenburgo (zona de Södermalm con un BRT), ...

Localidades: Friburgo (barrio Vauban), Linz (barrio Solar City), ...

Conceptuales: Holanda (Plan ABC), España (Estrategia sobre Medio Ambiente Urbano), ...

Movilidad: PDU (Francia), LTP (UK), Planes de Movilidad Urbana Sostenible-PMUS.

Recomendaciones del contrato de eje de Toulouse

	Densidad Pob/ha	Número viv/ha	Número empleos/ha	Modo	Zona influencia
ro de la neración	200	70	45	Todos los modos	
d intensa (el centro)	200	70	45	Metro	600m
				Tranvia	500 m
	140	50	30	Tren	600 m
				BHLS	400 m
	100	35	20	Otros territorios de la ciudad intensa	
orios de o controlado	40	15	10	Polos de servicios	
	[30 à 50]				
	20				

r 4: Potenciar los modos amables y la calidad del espacio público

Caminar o andar en bicicleta 25 minutos diarios aumenta hasta 7 años esperanza de vida:

<http://www.efekto.tv/noticias/ciencia/caminar-25-minutos-diarios-aumenta-hasta-7-anos-esperanza-de-vida#sthash.b2tBhg5R.dpuf>

El espacio público de calidad es una necesidad de nuestras ciudades, no es porque sea un espacio bonito y agradable, sino que además tiene importantes efectos económicos, sociales y ambientales.



Pilar 5: Necesidad de una autoridad de transporte

Las grandes ciudades no son viables sin un buen transporte público: Densidad de población y espacio escaso, etc.: el TP es el más eficiente modo de transporte por viajero-km.

Las áreas metropolitanas tienen marcos institucionales muy complejos, que envuelven diferentes niveles de autoridades responsables de las políticas de transporte y urbanismo.

Las redes de transporte son muy complejas en las grandes ciudades, con diferentes modos y diferentes operadores.

La suma de un todo integrado es muy superior a la suma de las partes.

Entidad con funciones de:

Integración administrativa

Integración tarifaria

Integración modal

Integración tecnológica

Pilar 6: Educación y formación de la ciudadanía

Vuelta al cole: España vs Holanda

FORMAS DE IR AL COLEGIO



ESPAÑA VS HOLANDA



6. Conclusiones



Los sistemas de metro ligero son sistemas que deben construirse en superficie sobre plataforma reservada, con cruces semafóricos que le den prioridad.

La imagen positiva de estos sistemas ante la ciudadanía les hace muy interesantes en los entornos urbanos.

Según el tamaño de la ciudad en que se desarrollen podrán ser la red estructurante del sistema de transporte, caso de ciudades medias, o ser alimentadores de redes más potentes, caso de grandes áreas metropolitanas.

Prácticamente los diferentes tipos de movilidad pueden ser canalizados por una línea de metro ligero si la demanda lo justifica.

Ante a los múltiples efectos positivos de estos sistemas se contraponen el coste de construcción y los riesgos que conllevan, lo que implica que se deben estudiar con detenimiento y las decisiones deben ser técnicas, y no por ser un sistema sexy.

En general, las ciudades se desarrollan de una forma no lineal, por lo que la oferta estructurante de transporte debe articularse sobre varias líneas, complementadas por las redes de autobuses. Esta red estructurante debe desarrollarse por medio de modos de transporte diferentes, acordes con los niveles de demanda de los corredores en que se desarrollen.

If you plan for cars and traffic, you get cars and traffic.

If you plan for people and places, you get people and places.



Fred Kent, Presidente del „Project for Public Space“

www.pps.org

Muchas gracias por su atención

ccp2807@gmail.com