



Escola Tècnica Superior d'Enginyers
de Camins, Canals i Ports de Barcelona

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA

PROJECTE O TESIS D'ESPECIALITAT

Títol

**LA NUEVA ERA DEL TRANVÍA COMO MODO DE
TRANSPORTE: ¿NECESIDAD O MODA?**

Autor/a

Oliver ALCALDE FERNÁNDEZ

Tutor/a

Andrés LÓPEZ PITA

Departament

Infraestructura del Transport i del Territori (ITT)

Intensificació

Transports

Data

Juny 2012

RESUMEN

Título: La nueva era del tranvía como modo de transporte: ¿Necesidad o moda?

Autor: Oliver Alcalde Fernández

Tutor: Andrés López Pita

Palabras clave: tranvía, tren ligero, Europa, transportes, modernización.

En los últimos años, el tranvía ha vivido un auténtico resurgir en las ciudades europeas y es momento de analizar las características de este fenómeno y su conveniencia. Dado el gran número de países y sociedades que forman Europa, el retorno del tranvía se ha desarrollado con diferentes particularidades según la región.

El tranvía clásico experimentó un boom parecido al que vive hoy en día el tranvía moderno. Surgido a inicios del siglo XIX, el tranvía experimentó su verdadera expansión a mediados del siglo XIX aupado por las necesidades de movilidad que produjo la Segunda Revolución Industrial. A principios del siglo XX, diversos factores provocaron que la población se decantara por un uso intensivo del vehículo en las ciudades y el tranvía entrara en fase de retroceso.

La desaparición del tranvía en Europa fue parcial ya que no todos los países actuaron del mismo modo. Se configuraron dos grandes corrientes. La mayoría de países de Europa Occidental optaron por suprimir los servicios de forma total, este es el caso de Francia, España o Reino Unido. En cambio, en Europa Central y Oriental la tendencia fue distinta y siguieron modernizando o ampliando las líneas en la medida que lo permitían las economías nacionales. El país que lideró esta corriente fue Alemania.

El nacimiento del nuevo tranvía se produjo en la ciudad francesa de Nantes en 1985. Este tranvía constituía un modo de transporte que poco tenía que ver con el antiguo tranvía, ya que venía acompañado de múltiples innovaciones técnicas. La principal novedad es la dotación de vía segregada y en exclusiva al tranvía, lo que permite explotarlo de una forma mucho más eficiente. El material móvil ofrece unas prestaciones técnicas mucho mejores y la infraestructura es mucho más liviana y flexible, lo que abarata los costes de construcción y mantenimiento.

La extensión actual de la red europea de tranvías de nueva generación es de aproximadamente 1300 kilómetros, un 11% de la red total. Los máximos impulsores del nuevo tranvía son, paradójicamente, los países que apostaron por su desaparición. El grupo de países de tradición continuista también contribuye al nuevo fenómeno renovando el parque móvil y adaptando las líneas clásicas.

Las ciudades importantes de los países impulsores del nuevo tranvía ven complicada la inserción del tranvía en su trama urbana y hoy en día, el tranvía no tiene un papel destacado en su red de transportes urbanos, como es el caso de París, Londres o Madrid. En cambio, las ciudades intermedias, sin grandes dificultades para implementar el tranvía, son las que más están aprovechando las ventajas del modo.

Las experiencias del nuevo tranvía vividas en las últimas décadas permiten asegurar que el tranvía moderno constituye un modo de transporte en superficie fiable, rápido, accesible, cómodo, seguro y respetuoso con el medio ambiente. Además, contribuye a un modelo de ciudad mucho más sostenible y humana.

Desde mi punto de vista, siempre que las demandas estén debidamente estimadas y justifiquen un rango de demanda de capacidad intermedia, se ha de fomentar el tranvía como modo complementario al metro y/o al bus dentro de la red de transporte colectivo de una ciudad, ya que aporta una serie de ventajas comparativas para el conjunto de la ciudad innegables.

ABSTRACT

Title: The new age of tramway as mode of transport: Need or fad?

Author: Oliver Alcalde Fernández

Tutor: Andrés López Pita

Key words: tramway, light rail, Europe, transports, modernization.

Over the last few years, tramways have experienced a veritable resurgence in European cities and now, it is desirable to analyse the features of the phenomenon and its convenience. Taking into account the vast number of countries and societies that compound Europe, the return of tramways has evolved in different ways depending on the region.

Classic tramways experienced a boom similar to the reintroduction that modern tramways are going through nowadays. Born in the beginning of the 19th century, the tramway experienced its veritable expansion in the mid-19th century helped on by the need of mobility that the 2nd Industrial Revolution provoked. In the early 20th century, several factors caused the population to choose the car as their usual mode of transport, which motivated the decline of tramways.

The disappearance of tramways in Europe was partial, since not all the countries behaved in the same way. There were two main trends. Most Western European countries chose to remove the lines completely, as France, Spain and the United Kingdom did. However, in Eastern and Central Europe the trend was different and they kept on enhancing or extending their lines insofar as their national economies could afford it. Germany led this trend.

The birth of new tramway took place in Nantes (France) in 1985. This tramway meant a completely new mode of transport in comparison with the old tramway, mainly due to its multiple technical innovations. The main development was its segregated and exclusive rail, which let the authorities operate it more efficiently. Rolling stock provides a far better performance and infrastructure is much lighter and more flexible, which lowers the costs of construction and maintenance.

The current extension of the new European tramway network is around 1300 kilometres, 11% of the total network. The main promoters of new tramways are, paradoxically, the countries that chose to remove the old lines. The group of countries that continued promoting tramways also contributes to the new trend renewing rolling stock and adapting old lines.

Major cities of countries that are introducing new tramways have difficulties installing the tramway to their current urban grid and nowadays, tramways do not have a prominent role in the urban transport networks of these cities e.g. Paris, London or Madrid. However, intermediate cities, without major difficulties in the deployment of the tramway, are the cities that are taking advantages of new tramway features.

The functionality of the new tramways we have experienced over the last few decades allows us to say that the modern tramway represents a new surface transport which is reliable, fast, accessible, comfortable, safe and environmental friendly.

From my point of view, as long as demand studies are well estimated and justify an intermediate capacity system, transport authorities should promote tramway as a complementary mode to metro and/or bus transport within the collective transport network of a city, since tramways provide doubtless advantages to the whole city.

Índice

1. Introducción y objetivos	1
1.1. Introducción	1
1.2. Objetivos	2
2. Los tranvías en tiempo pasado y su desaparición parcial.....	3
2.1. Orígenes del tranvía y explicación a su rápida implantación	3
2.2. Diferentes etapas tecnológicas del tranvía antiguo.....	4
2.3. Auge del tranvía	8
2.4. Desaparición parcial	8
3. Las características de los nuevos tranvías	11
3.1. Características técnicas del nuevo transporte: el tren ligero o tranvía moderno	11
3.2. Diferentes versiones existentes	18
4. Extensión actual de la red de tranvías en Europa	21
4.1. Perspectiva general y tendencias observadas del tranvía en Europa.....	21
4.2. Situación actual de la red tranviaria europea	22
4.3. Situación actual del parque móvil tranviario en Europa.....	28
5. Realidad socioeconómica, demográfica y geográfica de las ciudades con tranvías	31
5.1. Francia	31
5.2. España y Portugal.....	35
5.3. Islas Británicas (reino Unido e Irlanda)	39
5.4. Alemania	43
5.5. Italia.....	46
5.6. Benelux (Bélgica, Países Bajos y Luxemburgo)	49
5.7. Suiza y Austria	51
5.8. Escandinavia (Suecia, Noruega, Finlandia y Dinamarca)	53
5.9. Europa Central (Polonia, Rep. Checa, Eslovaquia y Hungría)	55
5.10. Países Balcánicos.....	56
5.11. Europa Oriental y Países Bálticos	58
6. Principales ciudades europeas sin tranvía y posibles causas.....	61
7. Balance personal del fenómeno	67
7.1. Balance técnico	67
7.2. Balance como agente urbanizador.....	72
7.3. Escenarios favorables al tranvía y medidas de acompañamiento	76
8. Síntesis y conclusiones.....	81
Bibliografía.....	87
Índice de figuras	90
Índice de tablas	92
Anejos.....	93
Anejo 1: Redes tranviarias europeas por países	93

Anejo 2: Redes tranviarias europeas de tipo convencional por países.....	94
Anejo 3: Redes tranviarias europeas de tipo moderno por países	95
Anejo 4: Redes tranviarias europeas de tipo turístico por países.....	96
Anejo 5: Redes tranviarias europeas por países agrupados	97
Anejo 6: Redes tranviarias europeas de tipo convencional por países agrupados...	97
Anejo 7: Redes tranviarias europeas de tipo moderno por países agrupados	98
Anejo 8: Redes tranviarias europeas de tipo turístico por países agrupados.....	98

1. Introducción y objetivos

1.1 INTRODUCCIÓN

El tranvía clásico, aparecido en el siglo XIX, llegó a tener un gran protagonismo en las redes de transporte colectivo urbano de muchas ciudades alrededor del mundo.

La Segunda Revolución Industrial había explotado en la segunda mitad del siglo XIX y el ritmo de producción en las fábricas era intenso. Estas mejores condiciones de vida en las ciudades industriales produjeron una transferencia de la población desde el campo hasta las ciudades. Se necesitaban transportes urbanos que pudieran abastecer a los centros de producción de mano de obra.

En este contexto, el tranvía garantizaba altas capacidades de transporte de una forma barata, rápida y fiable que ningún otro modo de transporte podía ofrecer. El transporte a caballo dejó de circular por las calles entrado el siglo XX. Por su parte, el motor de explosión aún no daba buenos rendimientos. Los autobuses no eran fiables y estaban prácticamente en pruebas y los automóviles quedaban restringidos a las clases más adineradas.

La puesta en práctica en 1908 del método de producción en cadena inventado por Henry Ford significó el inicio del declive del tranvía clásico. Este sistema de producción permitía producir mucho más en menor tiempo y de una forma más barata. Consiste en fraccionar las tareas necesarias para producir un bien y especializar la mano de obra y la maquinaria en cada uno de estas tareas independientes. De esta forma, el bien se produce de una forma más rápida y por tanto, más barata.

Esta nueva forma de producción se aplicó a la mayoría de industrias pero tuvo su origen y especial éxito en la fabricación de automóviles. El precio de adquisición descendió enormemente y sectores sociales que antes parecía imposible que pudieran comprar automóviles, empezaban a adquirirlos. Paralelamente a este hecho, el autobús comenzaba a ganar fiabilidad y permitía dar un servicio comparable al del tranvía.

En la década de 1920, los tranvías empezaban a perder la hegemonía en las ciudades mientras el automóvil se popularizaba como el transporte del futuro y las autoridades ponían en servicio líneas de autobús que no requerían tanta inversión en infraestructura como el tranvía.

El declive del tranvía fue frenado en parte hasta la Segunda Guerra Mundial por las necesidades de mano de obra que tenía la industria pesada y de armamento. Una vez acabada la guerra, el declive y clausura de la mayoría de líneas continuó en América del Norte y parte de Europa.

En Europa concretamente se vivieron dos fenómenos. Por una parte, países como Francia, España y Reino Unido sentenciaron completamente el tranvía, que fue desapareciendo gradualmente llegando al completo cierre en los años 60 y 70. Por otra parte, los países del norte de Europa y los del este, influenciados por las políticas de la Unión Soviética, decidieron

mantener el tranvía en sus calles y fueron modernizándolo, en mayor o menor medida, hasta nuestros días.

El escenario del tranvía no cambió hasta 1986, Ese año se inauguró un tranvía con unas prestaciones técnicas y unas características conceptuales en su explotación que nada tienen que ver con el tranvía clásico. Este nuevo tranvía se adapta a la nueva realidad urbanística y viene acompañado de una serie de medidas de prioridad que lo hacen rendir a unos niveles de servicio muy altos.

1.2 OBJETIVOS

El objetivo principal de esta tesina es encontrar una serie de rasgos comunes de este fenómeno de vuelta al tranvía en Europa y analizar en profundidad la pertinencia de su implantación en las ciudades europeas.

Los objetivos, en forma más detallada, son los siguientes:

- Relatar el impacto que tuvo y las diferentes fases que atravesó el tranvía clásico.
- Analizar las causas principales que condujeron a su declive o desaparición.
- Describir las características técnicas del tranvía moderno y sus diferencias con el tranvía clásico.
- Hacer una radiografía del estado actual de la red de tranvías en Europa.
- Describir más detalladamente la realidad socioeconómica, demográfica y geográfica de las ciudades europeas con tranvía, tanto moderno como antiguo, y detectar una serie de rasgos compartidos.
- Comentar las principales ciudades europeas que no disponen de tranvía y tratar de explicar las causas.
- Hacer un balance de toda la experiencia acumulada en las últimas décadas sobre la implantación del tranvía moderno y las consecuencias del fenómeno.
- Caracterizar escenarios y medidas que se han demostrado favorables al éxito del tranvía.

2. Los tranvías en tiempo pasado y su desaparición parcial

2.1 ORÍGENES DEL TRANVÍA Y EXPLICACIÓN A SU RÁPIDA IMPLANTACIÓN

La primera experiencia, más o menos seria, en el ámbito del transporte ferroviario de personas en el mundo tuvo lugar el 25 de marzo de 1807 entre Swansea y Oystermouth en Gales, Reino Unido (fig. 1). En 1804 fue aprobada su construcción por el Parlamento Británico y las obras duraron hasta 1806. La línea unía las canteras de Oystermouth con la localidad y, concretamente, el puerto de Swansea situado en la desembocadura del río Tawe. Lo hacía bordeando la bahía de Swansea. En un principio tuvo como finalidad transportar los materiales extraídos en las canteras hasta el puerto para facilitar su comercio, pero al poco tiempo de entrar en servicio surgieron las primeras voces interesadas en comercializar la línea para el transporte de personas también. En su origen, era de tracción animal, concretamente, tirado por caballos.

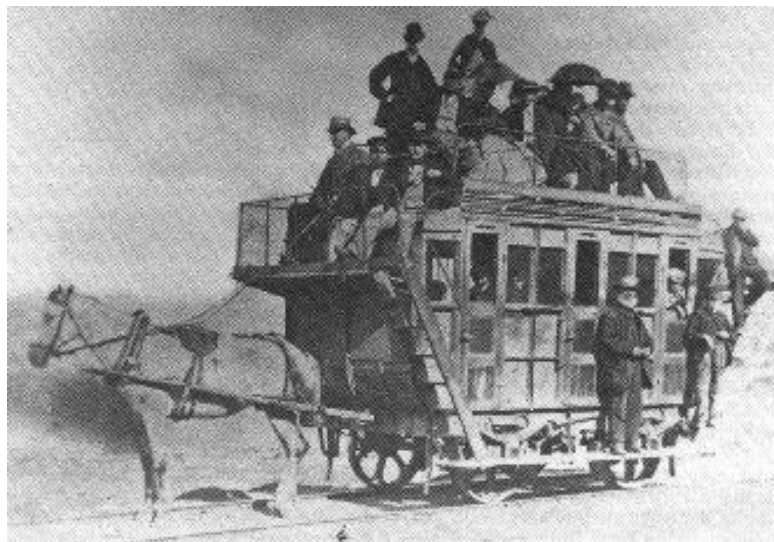


Figura 1. Tranvía de la línea Mumbles-Swansea. Fuente: [1]

Dado que la línea unía dos localidades muy cercanas (tenía una extensión de 10 kilómetros) y el material usado era ligero, a lo largo de la historia se ha tomado en consideración como tranvía y no como tren. Por ello, es considerado el primer tranvía de la historia.

Poco después llegó la primera línea de tranvía exclusivamente urbano y dedicado solo al transporte de personas. Se trata de una línea de tranvía puesta en servicio en el 1832 en el barrio de Harlem de Nueva York en Estados Unidos. También consistían en coches tirados por animales. Tres años después, se puso en servicio el tranvía de Nueva Orleans, también en Estados Unidos. Este último es muy popular ya que hoy en día sigue en funcionamiento tras más de 150 años de actividad, convirtiéndose en el servicio ferroviario ininterrumpido más antiguo del mundo. En los siguientes años se siguió implementando en otras ciudades americanas como Ciudad de México, La Habana, Buenos Aires o Río de Janeiro.

Paralelamente, en Europa se inauguró la primera línea en París en 1853 impulsada por los promotores del tranvía americano. Posteriormente, llegó a Birkenhead (Inglaterra) en 1860, Londres en 1861 y Copenhague en 1863. Ya en la década de 1870 podemos destacar la llegada a España, en Madrid en 1871 y a Alemania, en la ciudad de Dusseldorf, en 1876 dónde hoy en día sigue operativo.

Este rápido auge en la construcción de líneas de ferrocarril se puede atribuir a dos grandes ventajas que comportaba el tranvía en aquella época:

1. Su circulación sobre raíles, siendo éstos metálicos y por tanto con un coeficiente de fricción bajo, posibilitaba transportar muchas más personas empleando menos energía respecto a los carruajes tirados también por animales que discurrían por la calzada.
2. La superficie de los raíles era bastante regular, lo que incrementaba mucho el confort de los viajeros hasta la fecha. En cambio, la marcha de los carruajes sobre las calles de la época era bastante tortuosa debido al estado de la calzada.

La década de 1870 supuso un auténtico boom en la construcción de líneas tranviarias pero pronto se vio la limitación que comportaba el uso de animales en la tracción, lo que alimentó la búsqueda de métodos de tracción alternativos.

2.2 DIFERENTES ETAPAS TECNOLÓGICAS DEL TRANVÍA ANTIGUO

Tranvías de tracción animal

Como ya se ha comentado, el nacimiento del tranvía vino acompañado de la tracción animal (fig. 2) y fue así como el tranvía se hizo popular. A las puertas de la década de 1870, el tranvía resultaba un modo de transporte bien visto pero el uso de animales para hacerlo funcionar empezaba a acarrear demasiados problemas. Los caballos, obviamente, no podían estar dando servicio todo el día, tenían que ser debidamente resguardados, alimentados, cuidados y de ello debía encargarse la empresa explotadora del servicio. Además, era imposible implementar el tranvía en ciudades con grandes desniveles ya que los caballos no era capaces de salvar el desnivel. Todos estos inconvenientes impulsaron la investigación de nuevos métodos de tracción.



Figura 2. Tranvía de Nueva York de tracción animal. Fuente: [2]

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX empezaron a ser sustituidos por otros métodos. Un ejemplo de este desuso es el cierre de la última línea de tracción animal de Nueva York en 1917.

Riel de garganta

En un principio, los raíles se instalaban sobre el pavimento existente en las calles. Debido a ello, sobresalían sobre el pavimento y dificultaban la circulación de otros vehículos y sobre todo perjudicaba seriamente la circulación de los peatones. Eran causantes de accidentes y lesiones. En 1852, Alphonse Loubat quiso poner remedio a este inconveniente inventando el carril de garganta o carril Phoenix (fig. 3).



Figura 3. Carril de garganta. Fuente: [3]

Este carril permite la pavimentación a ambos lados del carril quedando embebido en la calzada y de esta manera, posibilitando la circulación de vehículos no ferroviarios sobre él y el libre paso de peatones. Hoy en día, en las zonas compartidas con automóviles se sigue utilizando el mismo perfil debido a las ventajas evidentes que aporta.

Tranvías con motor de vapor

Los primeros tranvías de tracción no animal fueron los tranvías con motor a vapor (fig. 4). Hubo varios intentos de introducirlo antes pero no fue hasta 1873 que se consiguió operar un tranvía con motor a vapor en Londres. En un principio eran muy molestos por la emisión de humo en un ambiente urbano y un excesivo ruido y también eran considerados poco seguros. Para tratar de subsanar estas incomodidades, la mayoría de países crearon legislaciones que imponían, entre otras cosas: tapar las ruedas y maquinaria móvil con protecciones, emplear combustibles que emitieran menos humo, el uso de filtros también para reducir el volumen de humo y limitaciones de velocidad.

En un principio se apostó por ellos ya que eran capaces de mover varios coches de viajeros en cadena, lo que posibilitaba un transporte sustancial de pasajeros. Poco después, en 1881, apareció el motor eléctrico que tenía muchas más ventajas que la tracción a vapor. En la

década de 1880 fueron quedando obsoletos y a partir de 1890 fueron desapareciendo o destinados a zonas rurales o suburbanas.

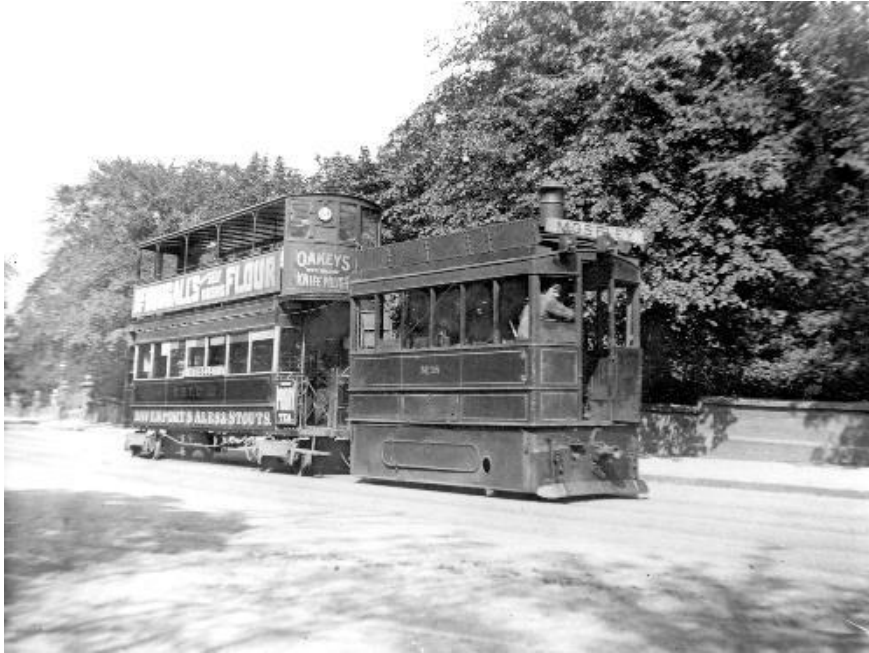


Figura 4. Tranvía con tracción a vapor en Birmingham, Reino Unido 1904. Fuente: [4]

Diferentes tecnologías minoritarias

A finales del siglo XIX y principios del siglo XX no acababa de definirse con autoridad un tipo de tracción y surgieron diversas alternativas.

Principalmente aparecieron variantes del motor a vapor: motor de aire comprimido, motor de gas o motor de gasolina. Ninguno de ellos tuvo éxito y su uso fue minoritario.

Otra alternativa fue el tranvía de cable. Este sistema sí que gozó de mayor éxito por un tiempo. Consiste en una plataforma con los raíles propios del tranvía y por la que discurre un cable en continuo movimiento. El tranvía tiene un dispositivo que le permite agarrarse al cable para que tire de él o desengancharse para realizar las paradas. En la figura 5 y 6 podemos ver dos tranvías de este tipo, la primera corresponde al tranvía de Melbourne en 1904 y la segunda al tranvía de San Francisco que hoy en día constituye una atracción turística.

El primer tranvía en emplear este sistema fue la línea London and Blackbell Railway situada en el este de Londres y abierta en el 1840. Posteriormente, fue implantado en ciudades como Nueva York, Chicago, San Francisco (aún conserva líneas como atractivo turístico), Dunedin (Nueva Zelanda), Kirkdale (Liverpool, Reino Unido), etcétera.

El sistema venía lastrado desde un principio, ya que era bastante caro. Requería el uso de muchos metros de cable, una plataforma habilitada para que el cable se mueva correctamente y poleas y motores continuamente en marcha. Además, cualquier operación de mantenimiento implicaba la parada del cable y por tanto, de líneas de tranvía completas.

Por estos motivos, el tranvía de cable también sucumbió al tranvía eléctrico en cuánto éste fue viable.

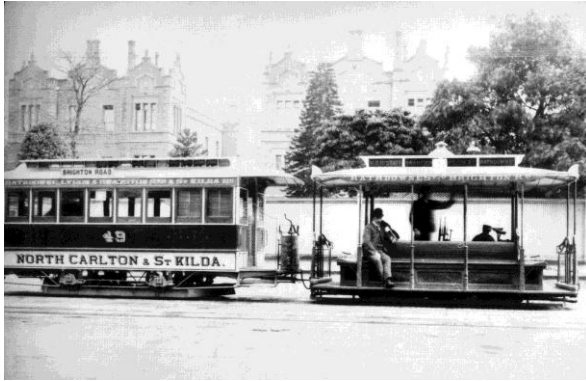


Figura 5. Tranvía de cable en Melbourne (Australia) en 1904. Fuente: [3]



Figura 6. Tranvía de cable en San Francisco (EEUU) en la actualidad. Fuente: [3]

Tranvías eléctricos

La invención a principios del siglo XIX, y posterior desarrollo, de los motores eléctricos posibilitó la implantación de tranvías de tracción eléctrica. Fueron un verdadero éxito y hoy en día no se contempla mejor fuente de tracción para un tranvía.

En 1879, Werner von Siemens demostró que mediante una dinamo se podía generar suficiente tracción como para empujar un tranvía. Dos años después, en 1881, el mismo inventor abrió la primera línea regular de tranvía de tracción eléctrica en el mundo (fig. 7). Fue en la ciudad de Lichterfelde, cerca de Berlín, Alemania. El vehículo tenía cinco metros de largo por dos de ancho y pesaba 4,8 toneladas. Alcanzaba una velocidad máxima de 40 km/h y tenía una capacidad de 20 personas a la vez. Como la mayoría de los primeros tranvías eléctricos, la electricidad era subministrada directamente a través de los raíles.



Figura 7. Primer tranvía eléctrico de la historia, en Lichterfelde (1881). Fuente: [5]

Poco después siguieron abriendo líneas como la línea Portrush and Bushmills en Irlanda y la línea Volks Railway en Brighton (Inglaterra) en 1883.

Con las primeras líneas aparecieron grandes problemas de seguridad para los peatones debido al paso de corriente por los raíles. Por esa razón, se pensó en sistemas alternativos de provisión de energía eléctrica al tranvía más seguros. La primera alternativa que surgió fue la de proveer de electricidad al tranvía mediante cables aéreos a los cuáles el tranvía se conectaba a través de un aparato llamado pantógrafo. En 1883, se abrió la primera línea de tranvía con catenaria en la línea Mödling and Hinterbrühl, cerca de Berlín. También se diseñaron sistemas de cables conductores soterrados inaccesibles para los peatones, y por tanto más seguros. Pero la catenaria tuvo mayor éxito al ser más económica de construir y sobre todo, de mantener. Es destacable mencionar la línea Richmond Union Passenger Railway en la ciudad de Richmond (Virginia, Estados Unidos) que se convirtió en la primera ciudad con una red de tranvías electrificada en 1887.

Rápidamente se observó que el tranvía eléctrico era el más viable y fácil de operar y los demás sistemas quedaron prácticamente relegados a sistemas residuales.

2.3 AUGUE DEL TRANVÍA

Durante las últimas dos décadas el siglo XIX y las primeras tres décadas del siglo XX, el tranvía vivió una espectacular expansión por todo el mundo y prácticamente cualquier ciudad medianamente grande en los cinco continentes había abierto líneas de tranvía. El tranvía ofrecía un sistema de transporte barato y seguro para la población, facilitaba las relaciones socioeconómicas en las zonas urbanas y permitía una expansión física de la ciudad hacia entornos suburbanos. La falta de alternativas tan eficientes como el tranvía, en su época, lo convirtieron en el principal modo de transporte para las masas.

Para 1910, el transporte tirado por animales había desaparecido de las calles de la mayoría de las ciudades europeas y americanas. El autobús se encontraba aún en fase de pruebas y el tranvía ofrecía muchas más ventajas como velocidad, seguridad y fiabilidad. El automóvil era aún minoritario y estaba sólo reservado a las clases pudientes. En cambio, el tranvía no hacía más que mejorar técnica y mecánicamente y podía transportar más gente y más rápido.

2.4 DESAPARICIÓN PARCIAL

La desaparición del tranvía vivida en las siguientes décadas no fue total y se vivió de forma muy diferente según la región. Además, las causas que explican su desaparición también varían con la zona de estudio y en algunos casos llegan a ser muy locales.

A grandes rasgos podríamos clasificar los países en dos grupos:

1. Países dónde el tranvía desapareció. Poniendo el foco en Europa como pretende esta tesina, los países que clausuraron la amplia mayoría de sus líneas fueron Reino Unido, Francia, España e Italia (aunque conservó algunas grandes líneas). Este grupo de países, a escala mundial, lo completan los países asiáticos, Estados Unidos y Canadá.
2. Países dónde el tranvía se mantuvo. El país más importante y con un mayor número de líneas que no apostó por la desaparición del tranvía es Alemania. Benelux y los países del Este de Europa también vivieron un proceso similar.

Cabe decir que estos países que mantuvieron el tranvía, no siguieron ampliando su red tranviaria a niveles ni siquiera parecidos a los anteriores. Por tanto, se puede hablar a nivel mundial y general de una desaparición parcial del tranvía.

Como se ha comentado anteriormente, las causas de la desaparición son muy diversas pero básicamente hay una razón predominante en este fenómeno. En la década de 1920 y las siguientes, se produjo un rápido encarecimiento de la mano de obra y de los materiales necesarios para operar tranvías. Por el contrario, los autobuses y los automóviles habían avanzado técnicamente y su producción se había abaratado extraordinariamente con la invención de la producción en cadena, llamada Fordismo.

En este contexto, los poderes públicos apostaron por la construcción de infraestructura viaria y se dejó apartado el mundo ferroviario y sobre todo, el tranvía en las ciudades. En muchos países, el mantenimiento económico de las líneas por parte de las entidades responsables se hizo inviable y pasaron a estar obligadas al cierre. Por parte de la población, fascinada por el progreso y la autonomía que ofrecía el vehículo privado, reclamaba mayor espacio para el automóvil en la ciudad. El tranvía pasó a percibirse como un modo de transporte desfasado y arcaico. Los países que apostaron por su desaparición vieron en el autobús como un buen sustituto del tranvía. Esta escasez de recursos económicos por las autoridades públicas se acrecentó primero por la crisis económica de 1929 de EEUU que arrastró a las economías europeas y segundo, la devastación causada en Europa por la Segunda Guerra Mundial.

El punto simbólico que marcó el inicio de la desaparición de los tranvías fue la supresión de todas las líneas en la ciudad de París. Este hecho es remarcable, ya que disponía de una amplia red tranviaria y muchas ciudades de Europa la habían tomado como un ejemplo.

En un intento por aprovechar las líneas aéreas electrificadas, en muchas ciudades se sustituyeron las líneas de tranvías por trolebuses, que no son más que autobuses alimentados con energía eléctrica. Con el tiempo se demostró que fue una moda efímera y no tuvo éxito.

Por último, es recomendable comentar el suceso conocido como el Gran Escándalo del tranvía en Estados Unidos. Mucho se ha escrito sobre este fenómeno. En la década de los 40 y los 50, las empresas más importantes en el mundo del automóvil en Estados Unidos compraron las redes de tranvías de 45 ciudades, incluidas las más importantes del país como Nueva York, Los Ángeles, Detroit o Seattle. Poco después las empezaron a eliminar por líneas de autobús. Con el tiempo, este hecho se vio como un ataque a la industria del tranvía para impulsar la industria del automóvil. Esto fue motivo de largas disputas judiciales que no alteraron el hecho de la casi completa eliminación del tranvía en Estados Unidos. Otras teorías no dan credibilidad a estas acusaciones y contemplan el proceso como una eliminación natural.

En la figura 8 podemos ver un desguace de tranvía de la época, lo que nos da una idea del gran número de tranvías que fueron retirados de las calles americanas a mediados de siglo XX.



Figura 8. Desguace de tranvías retirados en EEUU en 1956. Fuente: [3]

3. Las características de los nuevos tranvías

3.1 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL NUEVO TRANSPORTE: EL TREN LIGERO O TRANVÍA MODERNO

Este apartado trata de sintetizar las principales características técnicas, con sus ventajas y desventajas, que aporta todo el parque de nuevos tranvías que se han construido en las últimas tres décadas. Dado que la tesina está enfocada en el fenómeno europeo, se tomarán la mayoría de ejemplos ubicados en Europa.

El nacimiento del nuevo tranvía con sus nuevas características se atribuye a la ciudad francesa de Nantes (Francia), en 1985. Desde entonces, el tranvía no ha hecho más que expandirse por todo el continente y el mundo y mejorar sus prestaciones técnicas.

Primero de todo, habría que revisar el nombre que se le da al nuevo tranvía ya que dista mucho, en sus características, del anterior tranvía. En la bibliografía existente en inglés, se le asocia mayoritariamente el nombre de Light Rail, que podríamos traducir como tren ligero al castellano.

El organismo Transportation Research Board definió el tren ligero como *“modo de transporte urbano guiado que utiliza predominantemente, pero no necesariamente, plataforma reservada y segregada. Mediante coches de tracción eléctrica pueden operar independientemente o agrupados. El tren ligero ofrece una amplia gama de capacidad de pasajeros y características a un coste moderado”*.

Por su parte la UITP (Unión Internacional de Transportes Públicos) define el tren ligero como *“modo de transporte de tracción eléctrica sobre raíles, que puede ser operado a tramos como un tranvía tradicional o como un sistema de transporte rápido en vía segregada de otros modos”*. Además puntualiza que *“el término ligero abarca los sistemas cuya función y operación se encuentran a camino entre un sistema de autobús convencional por carretera y un sistema de metro o ferrocarril pesado urbano. Por lo tanto, los sistemas de tren ligero son muy flexibles y ampliables”*.

Ambas definiciones coinciden en señalar el carácter flexible del nuevo tren ligero, pudiendo discurrir por plataforma completamente segregada del tráfico motorizado, bicicletas y peatones o permitiendo la permeabilidad de todos estos modos. Además, ambos destacan su inferior coste con respecto a sistemas ferroviarios más pesados.

Estas dos características forman parte de los rasgos que caracterizan al nuevo tranvía, el tren ligero, pero hay más. Se analizan a continuación con varios ejemplos.

Plataforma segregada

Habitualmente dispone de **plataforma segregada**. Esto facilita que aumente su velocidad comercial y por tanto, ofrezca un mejor servicio y mayor capacidad. Por otra parte, lo convierte en un modo de transporte seguro para los demás modos y para sí mismo. En la figura 9 vemos un ejemplo de tranvía con vía segregada casi completamente en todo su recorrido (excepto intersecciones), como es el tranvía de Barcelona (TRAM).



Figura 9. Tranvía de Barcelona (línea TramBaix) en un tramo de la Diagonal en vía completamente segregada. Fuente: [6]

En cambio, hay secciones del recorrido que resulta imposible segregadas del resto de usuarios de la vía pública. Lo volvemos a ver en el tranvía de Barcelona en la figura 10.



Figura 10. Tranvía de Barcelona (línea TramBaix) en un tramo de la Av. Diagonal dónde comparte espacio con el tráfico motorizado. Fuente: [6]

Las líneas clásicas no suelen gozar de plataforma segregada, si no que se entremezcla con el tráfico rodado en la calzada. En la figura 11 podemos ver esta tipología de tranvía en la ciudad alemana de Düsseldorf.



Figura 11. Tranvía en vía compartida con el tráfico rodado en Düsseldorf (Alemania). Fuente: [7]

Otra característica común en cuanto al tipo de circulación observada es que suele disponer de prioridad semafórica en los pasos a nivel. También dispone de señalización propia de una red ferroviaria y no está sujeto a las reglas del tráfico rodado.

Características del material móvil

En cuanto al material móvil hay una serie de denominadores comunes. Las características principales compartidas por la mayoría de los trenes ligeros o tranvías de reciente implantación son:

- La longitud de los tranvías oscila entre 25 y 35 metros de longitud. El ancho suele ser aproximadamente de 2,50 metros. La capacidad del tranvía depende de los módulos que lo compongan, pero suele oscilar entre 200 y 350 pasajeros de los cuales pueden llegar a estar sentados 100. Acostumbran a ir equipados con entre 3 y 6 módulos, dependiendo de su tamaño.
- Disponen de una composición modular y ampliable (fig. 12). Esto es muy beneficioso ya que se puede aumentar la capacidad del tranvía muy fácilmente y facilita una mayor rapidez en las reparaciones.
- La velocidad que pueden alcanzar suele oscilar entre 70 y 100 km/h pero por motivos de seguridad, se suele operar en ciudad con un límite de 50 km/h. La velocidad comercial suele ser de 20 km/h.
- Son de constitución ligera. Los módulos se suelen construir de materiales ligeros, como el aluminio, para facilitar su tracción y que requiera menos energía moverlo, tener mayor capacidad de aceleración y de frenado y además, someter a menores esfuerzos a la infraestructura, lo que redundaría en ahorro de mantenimiento a largo plazo. Ésta es una de sus grandes ventajas. Otra ventaja que se deriva es el bajo nivel de ruido que genera. Para hacerlo

más robusto se suele reforzar en puntos estratégicos con puntales de acero. Un tren ligero suele pesar 40 toneladas, llegando a casi 60 a toda capacidad de carga.



Figura 12. Tranvía de Darmstadt (Alemania) equipado con 3 módulos. Fuente: [7]

➤ Uno de los mayores rasgos que caracterizan al tren ligero moderno es que es de piso bajo. El suelo del tranvía no suele estar a más de 35 centímetros respecto a los raíles. Esto se consigue trasladando los equipos al techo del tranvía. Esta pequeña modificación de la configuración del tranvía es muy ventajosa: permite una mejor accesibilidad a las personas con movilidad reducida, bicicletas o equipaje ya que elimina la necesidad de superar escaleras o rampas. Además supone un ahorro en andenes ya que con elevar una simple acera se alcanza el nivel del tranvía. El hecho de que sean de piso bajo, de que tengan tantas puertas y que la mayoría tiene la opción de validar el billete dentro y en cada puerta hace la evacuación de pasajeros muy rápida, con lo que el tranvía pierde muy poco tiempo en las paradas. En la figura 13 observamos el tranvía de Bilbao, que pertenece a esta tipología.



Figura 13. Tranvía de piso bajo en Bilbao (Euskotran). Fuente: [7]

➤ La energía eléctrica suele ser subministrada a través de cables aéreos, la conocida catenaria. Si es así, el tranvía suele tomar el contacto mediante un pantógrafo (fig. 14).



Figura 14. Pantógrafo del tren ligero de Minneapolis (Estados Unidos). Fuente: [8]

Existen otros sistemas alternativos de toma de corriente aérea pero el pantógrafo aporta mayor fiabilidad y seguridad en la explotación del tren ligero. Como se ha comentado anteriormente, se aprovecha para trasladar gran parte de los equipos al techo como el sistema eléctrico del motor o el aire acondicionado.

➤ Disponen de amplios interiores. Ésta es una característica buscada en este tipo de vehículos y explica la mayoría de características citadas anteriormente. El hecho de estar compuesto de módulos, ser de piso bajo, integrar gran parte de los sistemas en el techo y ser de concepción ligera favorece la disponibilidad de un generoso gálibo y una anchura interior de 2,50 metros. Además la disposición interna de los asientos, columnas y validadores de ticket está pensada para suponer el mínimo obstáculo a los usuarios. Esto permite disponer de un amplio espacio para usuarios con bicicletas, con carros, personas de movilidad reducida y favorecer la libre circulación de personas en silla de ruedas. En la figura 15 se puede apreciar esta característica en el tranvía de Atenas.



Figura 15. Amplios interiores del tranvía de Atenas (Grecia). Fuente: [7]

Características de la infraestructura y la superestructura.

➤ Circulación en superficie. Éste es otro de sus rasgos más importantes. Genera una serie de características, en su mayoría ventajas. Las estaciones se sitúan en superficie, lo que facilita enormemente el acceso a ellas. Además, estas estaciones suelen comportar muy poca infraestructura: un andén ligeramente más elevado que una simple acera, lo que las hace muy baratas. Estas facilidades a la hora de su implantación, hace que se puedan ubicar estaciones más cercanas entre ellas lo que revierte en una disminución del tiempo de acceso a ellas a los usuarios. Las estaciones de tranvía suelen estar distanciadas unos 400 o 450 metros, mientras que las de metro suelen estar separadas 600 o 650 metros.

El tranvía comporta unos gastos de infraestructura mucho menores que otros sistemas ferroviarios como el metro, ya que la infraestructura y superestructura es mucho más ligera. Esta ligereza le permite trazar curvas con un radio de giro mínimo de 25 metros, lo que favorece su implantación en zonas urbanas densas. Podemos observar esta liviandad en la figura 16, correspondiente a una parada del tranvía de Estrasburgo, Francia.



Figura 16. Parada del tranvía de Estrasburgo (Francia). Fuente: [7]

➤ En cuanto a infraestructura, el tren ligero suele discurrir por plataforma segregada con los carriles embebidos en la plataforma. Cuando no es posible asignarle una plataforma segregada, se continúa con la filosofía del carril embebido en zona peatonal o en pavimento compartido con el tráfico rodado. Esto posibilita que el tranvía coexista en la misma vía con otros modos, a costa de perder velocidad y seguridad pero reduciendo los costes de construcción. El tema de la seguridad mejora con campañas de información a la población y con la propia madurez del sistema.

La vía férrea tiene gran flexibilidad para integrarse en múltiples superficies: en plataforma de hormigón, en pavimento bituminoso, en pavimento adoquinado e incluso se le puede dar un acabado en césped a la plataforma, configurando un efectivo aislante. Todos los sistemas mencionados disponen de un buen mecanismo de drenaje ya que no se puede permitir la acumulación de detritos urbanos ni de agua en la vía al poder causar el descarrilo del tranvía.

Existen otros sistemas de vía como, por ejemplo, los tranvías con ruedas neumáticas. Es el caso del tranvía de Clermont-Ferrand como se puede apreciar en la figura 18. Aporta la ventaja de una mejor adherencia al pavimento pudiendo subir pendientes más altas y reduciendo la distancia necesaria para acelerar o frenar. Por el contrario, tiene la desventaja de que se desgasta mucho más rápido que la rueda metálica encareciendo los costes de mantenimiento. La amplia mayoría de tranvías circulan por vía férrea.

➤ La superestructura y la catenaria han experimentado grandes avances en las últimas décadas y hoy en día, el impacto visual es mínimo. Nada tiene que ver con las catenarias de los antiguos tranvías europeos que suponían un gran aparataje complicando las labores de mantenimiento y suponiendo un gran obstáculo, tanto visual como funcional, en la vía pública. En las figuras 17 y 18 podemos apreciar el contraste entre un sistema antiguo y uno moderno.



Figura 17. Tranvía moderno en Zúrich (Suiza) empleando la superestructura del antiguo tranvía. Fuente: [7]



Figura 18. Tranvía de Clermont-Ferrand (Francia) con una superestructura minimalista. Fuente: [9]

La catenaria es el sistema compuesto por los cables eléctricos aéreos y los soportes que son necesarios para el abastecimiento de energía eléctrica al tranvía. El tranvía capta la energía a través del pantógrafo. La mayoría de los nuevos tranvías incorporan un mecanismo que aprovecha la energía de la frenada para generar electricidad y revertirla al sistema, lo que convierte al tranvía en un sistema que aprovecha de forma eficiente la energía.

Por motivos de seguridad y de fiabilidad del propio modo de transporte, todos los elementos que forman parte de la superestructura son los más sometidos a revisiones de mantenimiento periódicas y gozan de un mayor grado de vigilancia. El hilo de contacto ha de estar a una altura elevada para que no puedan producirse choques con autobuses y vehículos de alto gallo y los soportes han de estar correctamente aislados, garantizando la seguridad de los peatones.

Otras ciudades, una minoría, han apostado por la alimentación eléctrica por el suelo con el fin de desprenderse de toda la catenaria y el impacto visual que causa. Una de estas ciudades es Burdeos (Francia). En un principio (2004) tuvo muchísimas dificultades ya que se averiaba frecuentemente e incluso se pensó en abandonar el sistema e instalar electrificación aérea pero se descartó por suponer un coste adicional inesperado. Finalmente, en 2005 se consiguió dar fiabilidad al sistema y la única empresa que lo fabrica (Alstom) consiguió el encargo de instalarlo en los futuros tranvías de Dubai y Brasilia.

3.2 DIFERENTES VERSIONES EXISTENTES

En la actualidad nos encontramos en el escenario del tranvía con dos tipologías predominantes y otras dos que cada vez están creciendo más:

- **Tranvía tradicional:** Aunque el material móvil se está renovando, conserva las características del anterior tranvía. Discurre en un entorno urbano y no dispone de plataforma segregada en su amplia mayoría.
- **Tren ligero moderno:** Las características técnicas son las ya mencionadas. Puede discurrir tanto en entorno urbano como interurbano cercano. La característica principal es que dispone de plataforma segregada.
- **Tranvitren:** (tram-train en inglés) Sistema de transporte de tren ligero que en entornos urbanos se comporta exactamente igual que el tren ligero normal pero a partir de una cierta sección empieza a circular por vías de ferrocarril normales prolongando así sus servicios hasta la periferia sin necesidad de construir infraestructura específica para él.
- **Tren-tranvía:** (train-tram en inglés) Sistema inverso al tranvitren. En este caso, es material ferroviario de cercanías tradicional que al llegar a entornos urbanos se introduce en las redes de tren ligero urbano.

A continuación se profundiza un poco más en las características de los dos últimos y en su casuística.

Tranvitren

La primera ciudad en emplear y acuñar el concepto de tranvitren fue la ciudad alemana de Karlsruhe en 1992. La ciudad y su entorno metropolitano tienen una población de 1.200.000 habitantes. La región metropolitana está formada por una serie de ciudades muy dispersas conectadas por un sistema de cercanías y sistemas de autobús y tranvía localizados en centros urbanos. La red de ferrocarriles alemana y una empresa de tranvías decidieron desarrollar un sistema mixto que pudiera circular tanto por las vías de tranvía como por las redes de cercanías. Se implementó entre la capital metropolitana Karlsruhe y la ciudad satélite de Bretten con un éxito rotundo de viajeros en los primeros años. En un lustro, el sistema se extendió, con gran carisma entre la población, por la ciudad llegando a una extensión de 84 kilómetros para el año 1997. Los usuarios consideraban que era tan rápido como el tren y tan accesible como el tranvía.

A nivel de usuario, elimina los tiempos perdidos en realizar transbordo entre ramales de cercanías y redes locales de tranvías o autobús y facilita un viaje ininterrumpido entre localidades cercanas de baja densidad y el mismo centro de la capital metropolitana.

A nivel de explotador del servicio también se obtienen beneficios. El principal es la posibilidad de dar servicio a entornos interurbanos sin la necesidad de construir grandes infraestructuras nuevas, solo acondicionando los puntos de entrada a la red ferrocarril clásica. Además, la implantación de este servicio permite suprimir antiguos servicios operados con material pesado lo que revierte en un ahorro en los costes de operación y mantenimiento.

Como no podía ser de otra manera, también tiene una serie de desventajas o dificultades en su implantación. La principal es que requiere mucha colaboración entre los operadores de uno y otro servicio y prácticamente, una planificación integral de ambos servicios. Si en su origen están siendo operados por diferentes entidades, es necesaria la estrecha colaboración no solo en la fase de planificación sino en el día a día para dar un correcto servicio a la demanda.

Hoy en día, este concepto de transporte va cogiendo forma y multitud de ciudades lo han implementado. Prueba de ello son: Alicante en España, Mulhouse en Francia, Heilbronn en Alemania o Sassari en Italia. En las figuras 19 y 20 vemos el tranvía de Alicante circulando en ambas tipologías de vía.



Figura 19. Tranvía de Alicante circulando en plataforma reservada, en entorno urbano. Fuente: [10]



Figura 20. Tranvía de Alicante circulando por vía férrea compartida con material pesado, en entorno interurbano. Fuente: [10]

Tren-tranvía

Esta modalidad es menos usada que el tranvitrén ya que exige mayores adaptaciones de las vías y el beneficio conseguido es menor.

Generalmente, los trenes que pertenecen a esta categoría no usan la totalidad de la línea de metro ligero ya que la integración de un vehículo ferroviario convencional en entorno urbano es complicada. No puede discurrir por curvas con un radio de giro pequeño y se ha de modificar el sistema de frenado. Por estos motivos, el tren-tranvía solo puede utilizar pequeños tramos específicamente diseñados para ello. Estas limitaciones lo hacen muy poco usado.

El ejemplo de tren-tranvía más representativo es el ubicado en la ciudad alemana de Zwickau. Precisamente esta ciudad fue la primera en instalar este modo de transporte en 1999. La compañía privada de trenes Vogtlandbahn opera trenes diesel en el este de Alemania y la

República Checa. A su paso por la ciudad de Zwickau se pensó en ampliar el recorrido de la línea hasta el mismo centro de la ciudad para evitar a los habitantes tener que desplazarse a las afueras para tomar el tren. Para ello, se tuvo que adaptar la infraestructura y superestructura de las líneas de tranvías existentes ya que, por ejemplo, el ancho de vía es diferente. En la figura 21 se puede apreciar la plataforma compartida por tren y por tranvía en la ciudad de Zwickau, Alemania.



Figura 21. Tren-tranvía en Zwickau (Alemania). Fuente: [3]

4. Extensión actual de la red de tranvías en Europa

En este apartado se pretende hacer una radiografía fiel al estado y la extensión actual de la red tranviaria en Europa destacando las tendencias claves según el territorio estudiado. Dada la complejidad de recabar tanta información que a la vez es tan cambiante debido a la gran expansión que vive el tranvía y tren ligero hoy en día, el autor de la tesina se basa en datos publicados debidamente citados y lo más actualizados posible. Por tanto, queda debidamente advertido el lector de que no es objeto de este apartado una recopilación concienzuda de datos precisos, si no una presentación de los rasgos más característicos de las redes de tranvías europeos y sus tendencias. Por otra parte, se aportará información de líneas que están en proceso de construcción o proyecto que no estarán incluidas en las tablas anexas y no por ello, desvirtúan la representatividad de los datos citados.

4.1 PERSPECTIVA GENERAL Y TENDENCIAS OBSERVADAS DEL TRANVÍA EN EUROPA

En este apartado se pretende dar una visión general de la extensión de la red de tranvías europeas, destacar tendencias observadas y empezar a manejar ordenes de magnitud. Para ello, se ha tomado la mayoría de datos del libro *“Els tramvies d’Europa: crònica d’un retorn anunciat”* de Carles Salmerón que constituye una obra enciclopédica de alto valor académico.

Primero de todo, hemos de destacar el más importante fenómeno observado: la existencia de dos grandes grupos de países con tradición del tranvía muy diferente:

1. Países donde el tranvía sufrió un proceso de desmantelación en la mayoría de sus líneas a lo largo del siglo XX. Hoy en día en la mayoría de estos países se está apostando por la implantación de los nuevos tranvías. La construcción de estas líneas ya se hace con las características modernas del tranvía y buscando su prioridad sobre los demás modos. Los principales ejemplos de este grupo son Francia (es el mayor impulsor del fenómeno), Reino Unido, España, Portugal e Italia.
2. Países donde no se produjo desmantelación de líneas e incluso, se siguieron extendiendo. Estos países hoy en día están apostando por la modernización del material móvil de las líneas existentes y en menor medida, construcción de nuevas líneas de tranvías o trenes ligeros con los nuevos estándares de modernidad. El mayor ejemplo de esta tendencia es Alemania, donde se están actualizando los vehículos y construyendo nuevas líneas. También integrando este grupo hay países con una modesta capacidad económica y este proceso modernizador del parque móvil no está tan avanzado, prueba de ello son los países del Este de Europa, los países balcánicos o Rusia Occidental.

Por tanto, observamos dos fenómenos que se entrecruzan pero no son lo mismo y es muy importante aclarar:

1. Por un lado tenemos la filosofía de implantación del tranvía en el entorno urbano. La anterior dinámica era no buscarle una prevalencia al tranvía sobre los demás métodos y por ello, solía compartir vía con el tráfico rodado. Este hecho es lo que caracteriza a la mayoría de líneas del segundo grupo de países antes expuesto.

Pero no por ello, estas líneas hoy han de estar desfasadas y no funcionar correctamente. Muchas de las líneas antiguas que hoy se siguen utilizando se las ha dotado de material móvil tan moderno como las líneas de nueva concepción e incluso, algunas de ellas ya disponían de vía segregada.

En cambio, los países del primer grupo antes expuesto ya incorporan estos nuevos tranvías adaptados a las necesidades de movilidad y los preceptos de urbanismo del siglo XXI. Estas ciudades tienen una ventaja indudable a la hora de explotar las características del nuevo material móvil concebido.

2. Otro punto de vista es el material móvil y su evolución en el tiempo. Como ya se ha explicado en los dos apartados anteriores, el material móvil ha experimentado unas mejoras técnicas sustanciales en las últimas décadas.

Con esta explicación, se quiere dejar claro las diferencias entre líneas antiguas-nuevas y material móvil antiguo-nuevo.

4.2 SITUACIÓN ACTUAL DE LA RED TRANVIARIA EUROPEA

Los países europeos analizados se han agrupado en países con rasgos comunes de implantación del tranvía. Posteriormente, ya se llegará a un análisis más profundo. La agrupación ha sido la descrita en la tabla 1.

España y Portugal	España	Portugal					
Francia	Francia						
Italia	Italia						
Suiza y Austria	Suiza	Austria					
Alemania	Alemania						
Benelux	Bélgica	Países Bajos	Luxemburgo				
Islas Británicas	Inglaterra	Escocia	Isla de Man	Irlanda			
Escandinavia	Noruega	Suecia	Finlandia				
Europa Central	Polonia	Rep. Checa	Eslovenia	Hungría			
Países Balcánicos	Croacia	Bosnia H.	Serbia	Rumania	Bulgaria	Grecia	Turquía
Europa Oriental y Países Bálticos	Ucrania	Bielorrusia	Rusia Occidental	Estonia	Letonia	Lituania	

Tabla 1. Agrupación de países considerada en esta tesina

A modo de resumen, Europa dispone de 284 ciudades con presencia del tranvía, 327 redes con un total de 1912 líneas, 11616,8 kilómetros y 34316 vehículos.

El reparto de kilómetros y redes tranviarias en Europa en la actualidad arroja el balance mostrado en las figuras 22 y 23.

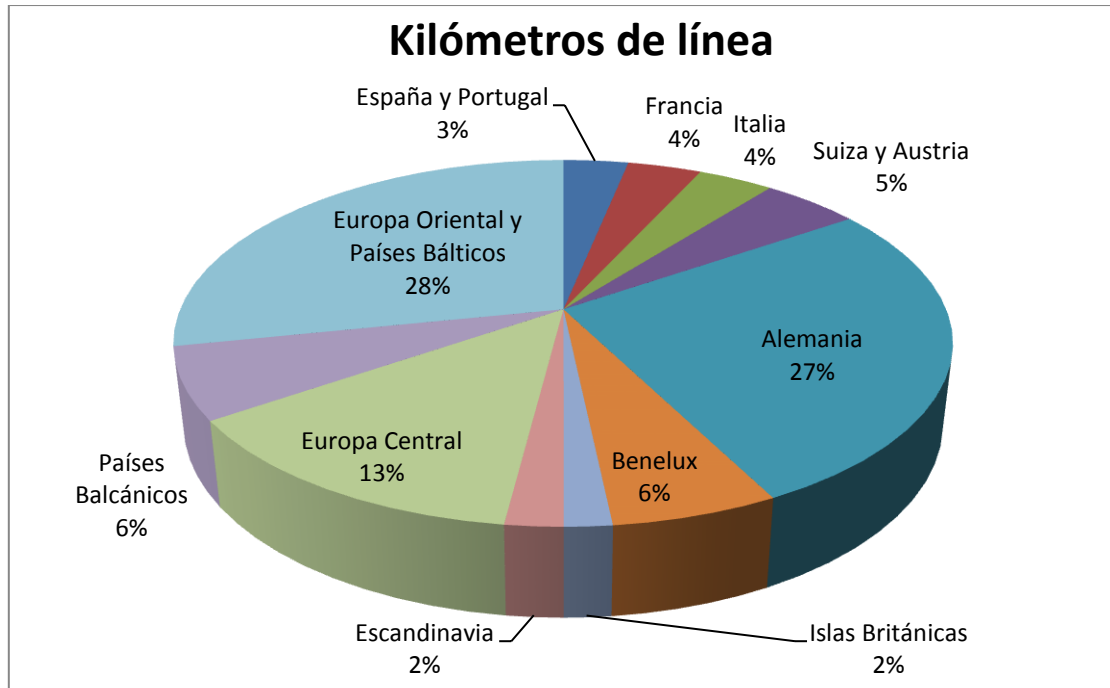


Figura 22. Reparto de kilómetros de la red de tranvía europeo.
Fuente: elaboración propia a partir de los datos de [15]

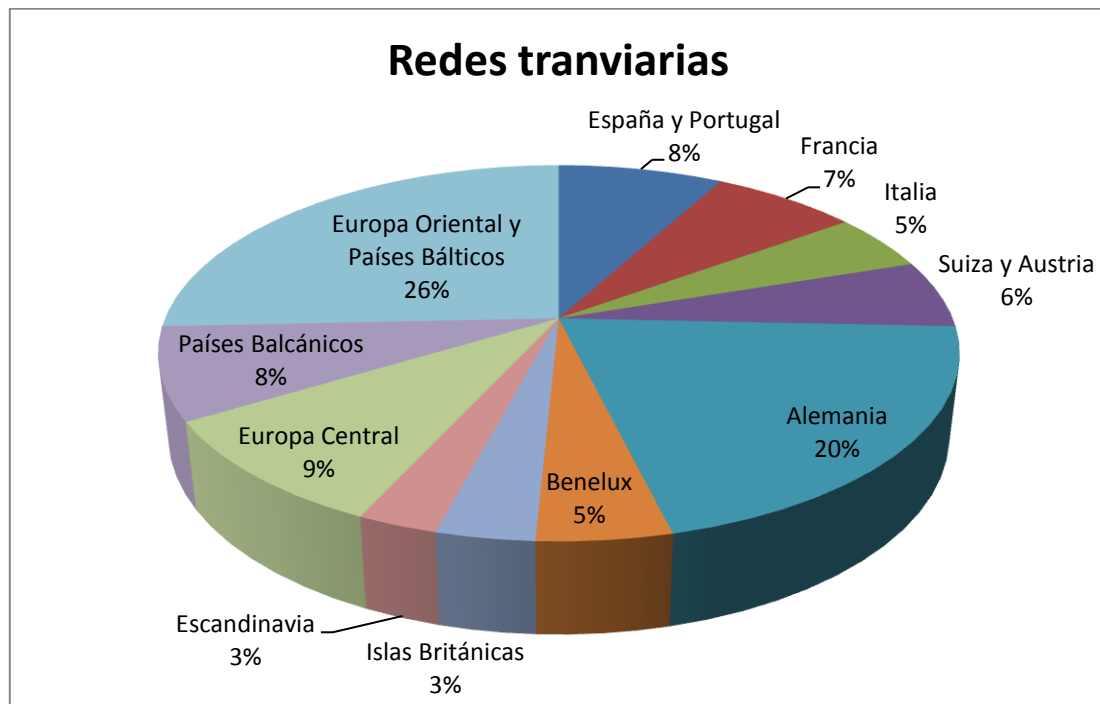


Figura 23. Reparto de redes tranviarias europeas por países.
Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

Estos dos gráficos nos confirman que, tanto en número de kilómetros como en número de redes, los países con tradición de mantenimiento del tranvía disponen hoy en día de una red

mucho más extensa que la de los países que actualmente apuestan por la introducción del tren ligero o LRT.

Si analizamos al detalle los datos expuestos en el gráfico de kilómetros de líneas, podemos extraer varios razonamientos. Lo primero que apreciamos es que el claro dominador en cuanto a números absolutos es Alemania, país perteneciente al grupo que apostó por mantener el tranvía. Dispone de 67 redes con 376 líneas y en cuanto a kilómetros posee el 27% de la red europea. Como veremos después, su contribución a la construcción de nuevas líneas con las características más modernas no es despreciable.

Después, tenemos dos grupos de países que no disponen ni de un solo kilómetro de red de nueva concepción pero con una presencia del tranvía antiguo masiva. Son los países de Europa Oriental (Ucrania, Bielorrusia y Rusia Occidental), los Países Bálticos (Letonia, Lituania y Estonia) y los de Europa Central (Polonia, República Checa, Eslovenia y Hungría). Europa Oriental y Países Bálticos disponen de la altísima cifra de 3277,4 kilómetros (un 28% del total) y Europa Central tiene 1559,4 kilómetros de red tranviaria (un 13% del total).

A continuación, tenemos el grupo de los Países Balcánicos (Croacia, Bosnia H., Serbia, Rumania, Bulgaria, Grecia y Turquía) con un 6% de kilómetros de la red europea. Son todos tranvías antiguos excepto por una línea moderna en Atenas (Grecia) y dos líneas en Turquía.

A nivel técnico, las redes de Europa Oriental, Central, Países Bálticos, y Países Balcánicos son similares. Son redes muy antiguas, en su mayoría con más de un siglo de antigüedad, y con una modernización del parque móvil bajísima o prácticamente nula.

Al margen de estos países, tenemos una serie de países dónde se está viviendo el resurgir del tranvía con nuevas prestaciones que es el fenómeno que de verdad interesa en esta tesina. Cabe decir que estos países tienen sus particularidades locales.

Podemos clasificarlos en dos subgrupos:

- Un primer grupo de países con una presencia de líneas antiguas alta pero que está apostando por modernizar sus redes y material móvil. Este grupo lo integran Benelux (Bélgica y Países Bajos) con un 6%, Suiza y Austria con un 5%, Italia con un 4% y Escandinavia (Noruega, Suecia y Finlandia) con el 2% de la red.
- Un segundo grupo de países donde la presencia del tranvía antiguo es prácticamente nula. Este grupo lo integran España y Portugal con un 3% de kilómetros de la red total europea, Francia con un 4% y las Islas Británicas (Inglaterra, Escocia, Isla de Man e Irlanda) que conforman un 2% de la red.

El reparto de kilómetros y redes entre líneas antiguas, modernas y turísticas es el reflejado en las figuras 24 y 25

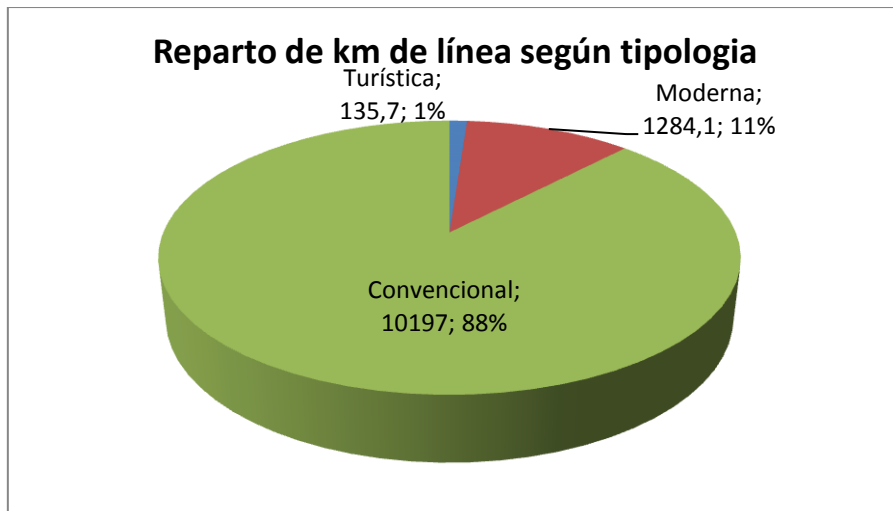


Figura 24. Reparto de kilómetros de línea según tipología.
Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

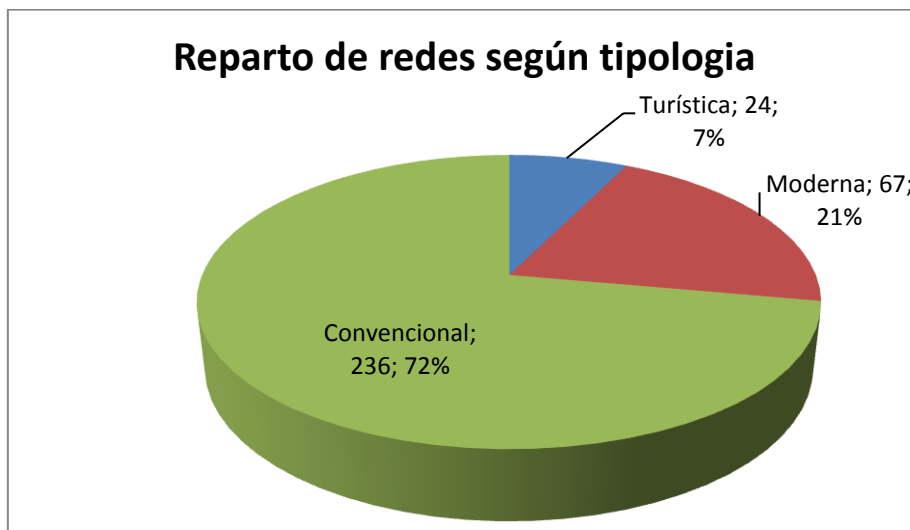


Figura 25. Reparto de redes según tipología.
Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

En este gráfico vemos de forma clara como el fenómeno del nuevo tranvía, en términos relativos, aún no supone una parte mayoritaria del reparto de kilómetros general en la red europea. Esto da una idea de la gran implantación que tuvo el tranvía en su época dorada (principios del siglo XX) y como se apostó en muchos países por su supervivencia.

Sin embargo, también hay que ser consciente de la rápida implantación que están teniendo los nuevos trazados del tranvía de altas prestaciones, que ya supone un 11% del total de kilómetros existentes, formando un total de 1284,1 kilómetros. Todo esto desde 1985, fecha en que se construyó la primera línea de tranvía moderno en Nantes (Francia), hace poco más de 25 años.

A continuación, cribamos las líneas según su tipología. El reparto de kilómetros de líneas convencionales entre países europeos viene reflejado en la figura 26.

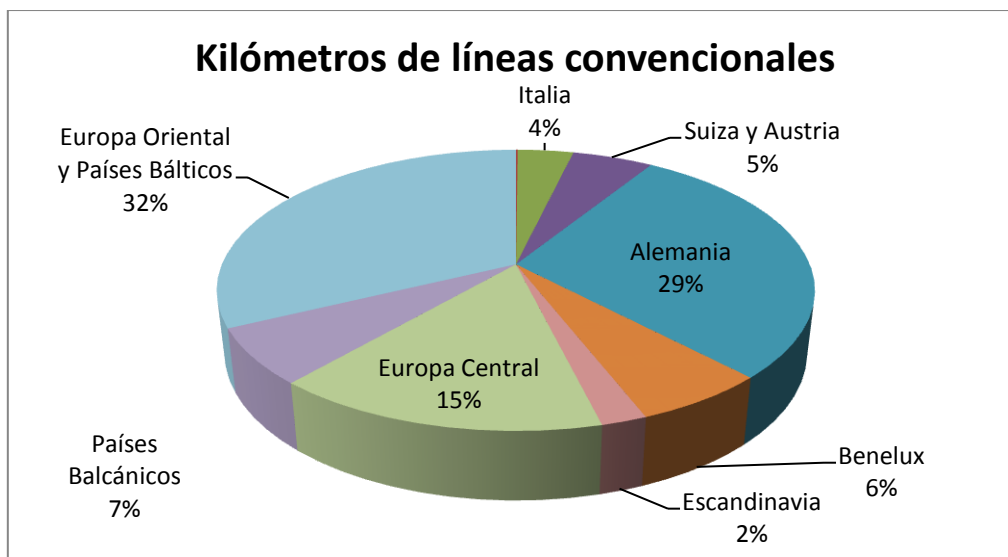


Figura 26. Reparto de kilómetros de la red de tranvía convencional europea.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

El reparto de líneas convencionales, como hemos visto anteriormente, viene a ratificar que, en términos absolutos, las líneas convencionales son las más numerosas y extensas. El reparto es prácticamente idéntico al de líneas totales excluyendo los países sin tradición de supervivencia del tranvía (España, Portugal, Francia e Islas Británicas).

El reparto de kilómetros de líneas de nueva concepción entre países europeos se refleja en la figura 27.

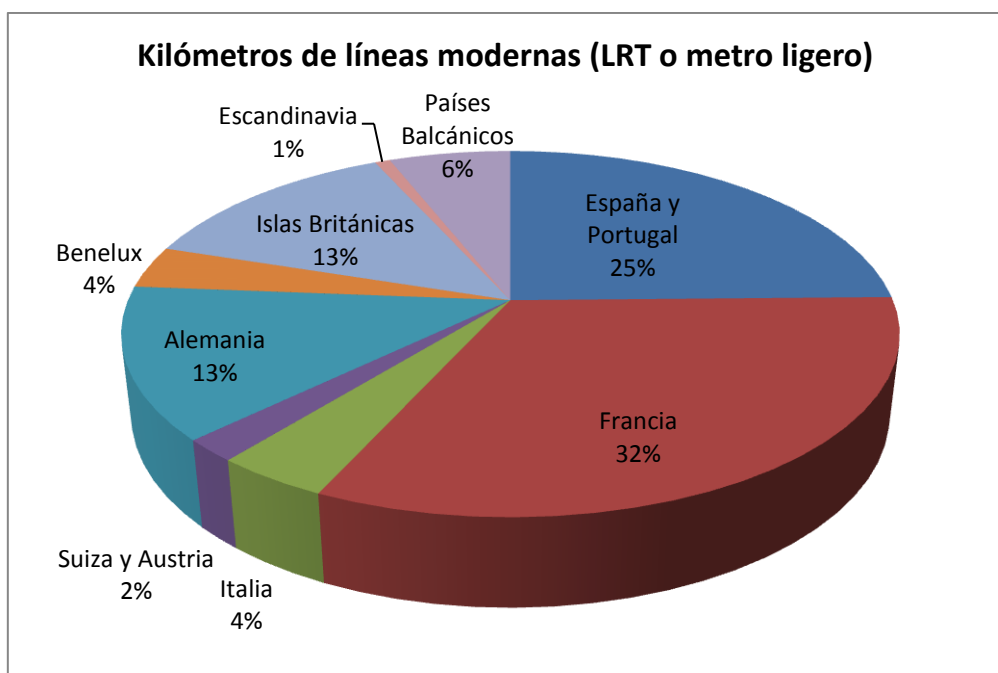


Figura 27. Reparto de kilómetros de la red de tranvía moderno europea.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

Este gráfico es mucho más interesante desde el punto de vista que se persigue en esta tesina, que es analizar el fenómeno de nuevo tranvía.

A la cabeza de este fenómeno se encuentra Francia, país que dispone de 412,6 kilómetros de línea tranviaria de nueva concepción, lo que supone un 32% del total de kilómetros de nueva concepción. Esta red la conforman 22 redes con un total de 41 líneas.

El segundo grupo con mayor presencia es España y Portugal, que poseen el 25% del total de kilómetros. España dispone de 18 redes (29 líneas) con 244,4 kilómetros y Portugal dos redes (8 líneas) con un total de 73 kilómetros.

Con prácticamente el mismo número de kilómetros se encuentran las Islas Británicas (Inglaterra, Escocia e Irlanda) y Alemania. Las Islas Británicas disponen de 7 redes (15 líneas) con un total de 169,9 kilómetros (13%) y Alemania posee 4 redes (7 líneas) y 171,8 kilómetros (13%). Cabe puntualizar que de estos 171,8 kilómetros de Alemania, 122 corresponden al servicio de tram-tren Kassel Regio Tram que entró en servicio en 1994 en la ciudad de Kassel. Este nuevo servicio aprovecha las líneas de ferrocarril y tranvía existentes y por tanto, no son técnicamente de nueva construcción. Sin embargo, el hecho de que sea un nuevo servicio, con material rodante de última generación y con el espíritu de innovación que ofrece el servicio de tram-tren es justo considerarlo en esta categoría.

Estos datos de implantación del nuevo tranvía en Islas Británicas y Alemania curiosamente contrastan con el nivel de presencia de tranvía antiguo, que en las Islas Británicas es nulo y en Alemania disponen de hasta 2950,4 kilómetros de línea antigua.

Por su parte, Italia dispone de 6 redes y un total de 51,9 kilómetros (un 4% del total). Además, Italia es un país que gozaba de un alto grado de implantación del tranvía antiguo, con un total de 366,6 kilómetros y como se verá posteriormente, posee actualmente una flota de tranvías muy actualizada.

Estos países son el núcleo del fenómeno del retorno del tranvía a Europa: Francia, España, Portugal, las Islas Británicas, Alemania e Italia. Por ello, serán los países sobre los que pondremos especial atención en los siguientes apartados. Cabe decir que Alemania está haciendo esfuerzos sobre todo en modernizar sus líneas y el material móvil y no tanto, en la construcción de nuevas líneas. Esto se explica porque tiene una red inmensa de tranvías.

Tampoco hay que olvidarse de una serie de países donde también se han hecho esfuerzos por traer el tranvía moderno.

Prueba de ello son Grecia y Turquía, que en la clasificación de países se han englobado dentro de los Países Balcánicos. Grecia dispone de una red en su capital (Atenas) de 27 kilómetros, repartida en tres líneas. Por su parte, Turquía dispone de dos redes en la ciudad más grande del país (Estambul) con una red total de 50,4 kilómetros.

Por su parte, Suiza y Austria disponen de una red de metro ligero moderno por país. Suiza dispone de una red en Lausana de 7,8 kilómetros y Austria una red en Viena de 17,5 kilómetros.

Para finalizar este apartado, sólo nos queda mencionar la red de tranvía moderno existente en Bergen (Noruega) que está dentro del grupo de los Países Escandinavos. Esta red tiene una extensión de 9,8 kilómetros.

A modo de anécdota, podemos desgranar las líneas de tranvía de carácter turístico existente en Europa, que suponen únicamente el 1% del total de la red. Este reparto viene reflejado en la figura 28.

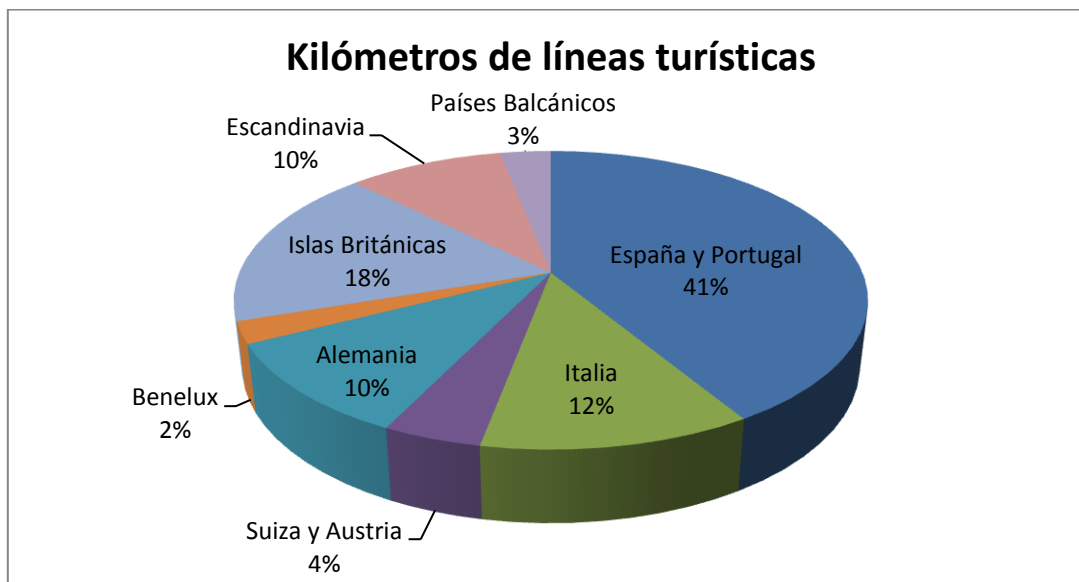


Figura 28. Reparto de kilómetros de tranvías de tipo turístico en Europa.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

4.3 SITUACIÓN DEL PARQUE MÓVIL TRANVIARIO EN EUROPA

La situación actual del parque móvil, teniendo en cuenta todas las líneas, es el reflejado en la figura 29.

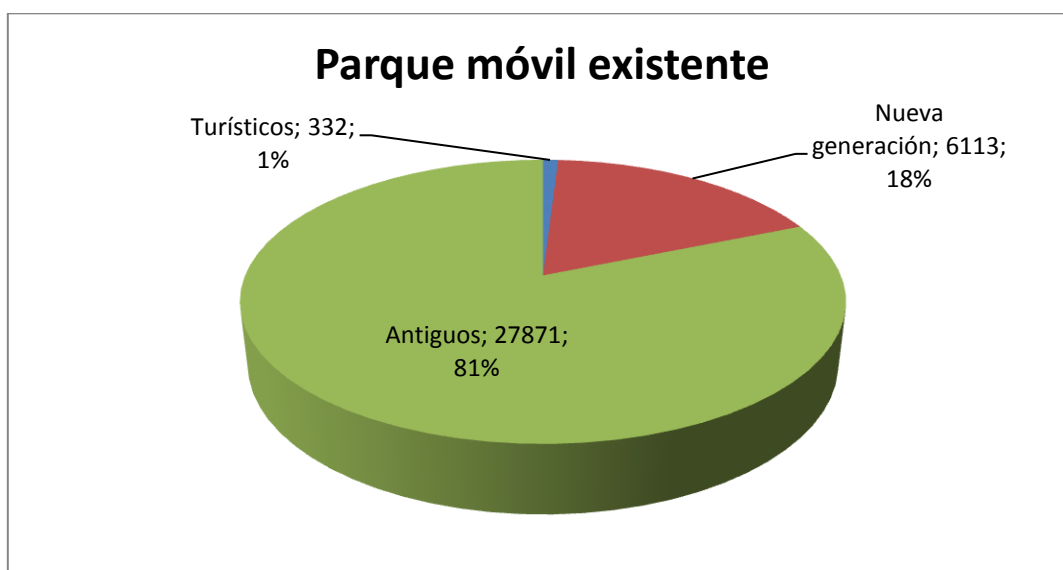


Figura 29. Reparto del parque móvil de tranvías según tipología.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

Nuevamente, vemos el peso que aún tiene el tranvía antiguo en el balance actual del material móvil. El número total de vehículos es 34316. El mayor poseedor es Europa Oriental y Países Bálticos con 11878 (35%) y el segundo es Europa Central con 6695 (20%), casi todos ellos antiguos.

Otro dato también interesante sería cómo está distribuido este 18% de material de nueva generación entre líneas clásicas o modernas. Lo podemos ver en la figura 30.

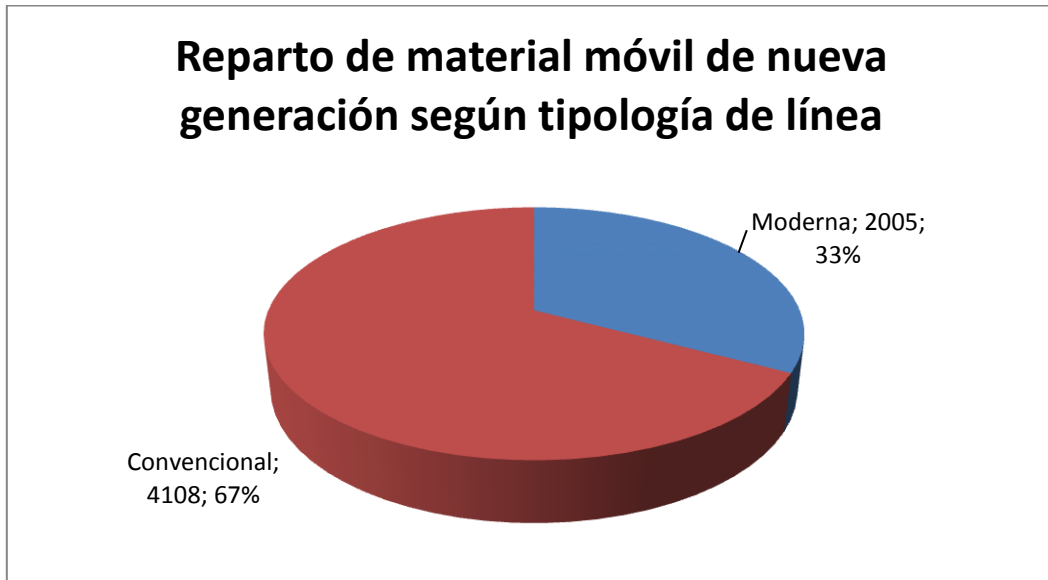


Figura 30. Reparto de material móvil de nueva generación según tipología de la línea.
Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

Un tercio del material rodante de nueva generación (2005 vehículos) sirve para cubrir las redes de tranvía de nueva concepción, mientras que los dos tercios restantes (4108 vehículos) son vehículos que se han incorporado en las redes de tranvía antiguo. Es de esperar que ambos grupos sigan creciendo en los próximos años.

Por último, es interesante ver qué grado de modernización del parque móvil tienen las líneas de tranvía convencional. Esta información viene reflejada en la figura 31.

Antes de analizar los datos, recordamos que no figura en esta gráfica España, Portugal, Francia ni las Islas Británicas ya que no disponen de líneas convencionales. Francia dispone de una única red, pero al no ser representativo, no está incluida.

Como vemos, Italia, Alemania, el Benelux y los Países Escandinavos han sido los países europeos que más esfuerzo han hecho por modernizar el material móvil circulante en las líneas tradicionales, con unos grados de modernización superiores al 30%. No se nos escapa que son los países con mayor potencia económica de los analizados en este apartado y por tanto, los más capacitados para modernizar sus tranvías.

A continuación, Suiza y Austria tienen una tasa de modernización del 23,1%.

Por último, tenemos el grupo de países menos potentes económicamente de Europa que son los países de Europa Central, Europa Oriental y Países Bálticos y los Países Balcánicos. En estos

países, el grado de modernización es bajísimo siendo el máximo de 6,4% de Europa Central y el mínimo de 1,2% de Europa Oriental y Países Bálticos. Como se ha visto anteriormente, la presencia del tranvía antiguo en estos países es masiva, lo que hace bajar enormemente la tasa de modernización total europea colocándola en un 12,8%.

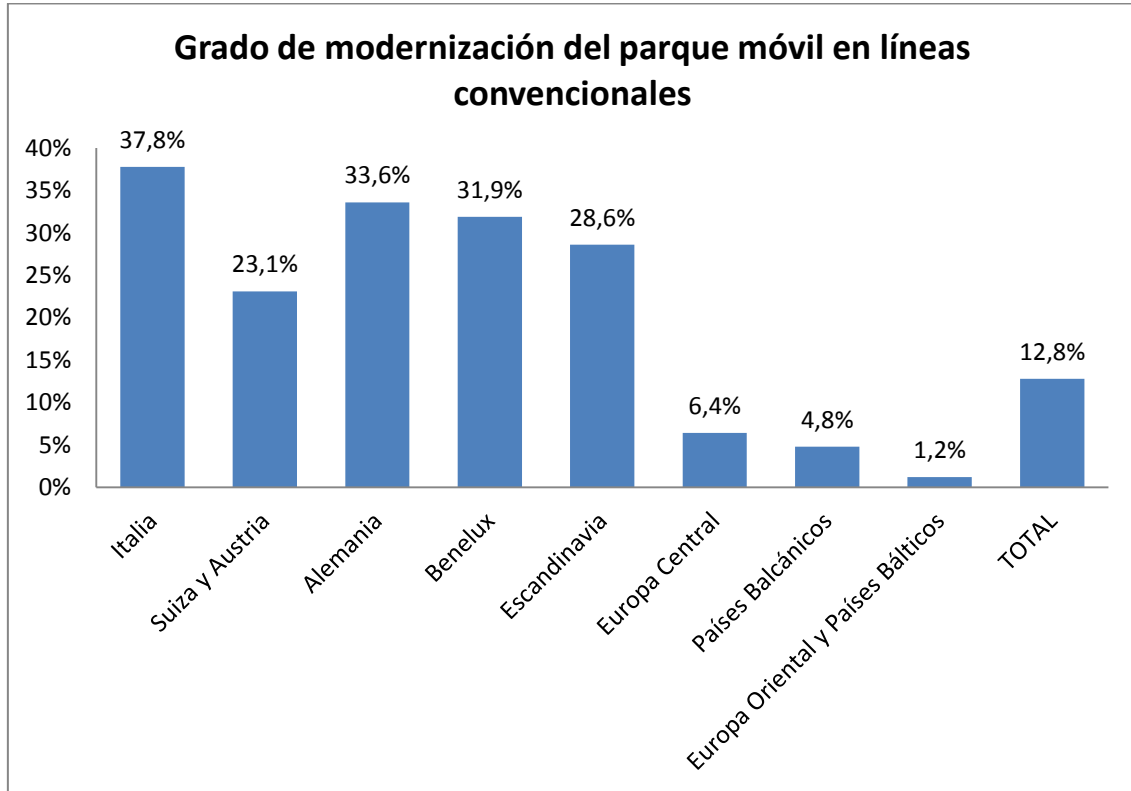


Figura 31. Grado de modernización del parque móvil en líneas convencionales.
Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

5. Realidad socioeconómica, demográfica y geográfica de las ciudades con tranvías

En este apartado, se analizará de forma más detallada la situación e implantación del tranvía, tanto moderno como antiguo, en los distintos grupos de países ya vistos. Obviamente, se pondrá más el foco en las ciudades y países con tranvía moderno o conocido como tren ligero.

Nos centraremos sobre todo en la realidad socioeconómica, demográfica y geográfica de las ciudades con tranvía, pero también estudiaremos las diferentes características políticas, económicas e históricas que nos han llevado a la situación actual en esos países y se buscarán causas al fenómeno.

Empezaremos analizando los países con mayor presencia de tranvía nuevo, que no son otras que las mayores potencias económicas de Europa: Francia, España y Portugal, Islas Británicas, Alemania e Italia. Son estos países los que nos van a dar las claves en el análisis de este fenómeno.

Finalmente, se acabará el apartado con los países donde la construcción de nuevas líneas es especialmente baja y la renovación del parque móvil no está aún en fase tan avanzada como los anteriores países: Benelux, Suiza y Austria, Escandinavia, Europa Central, Países Balcánicos y Europa Oriental junto a los Países Bálticos. Por este motivo, el análisis en estos países no se hará de forma tan profunda.

5.1 FRANCIA

Pasado histórico

El hecho de analizar primero Francia no es casual. Francia es la cuna del tranvía moderno acogiendo la implantación del primer tranvía moderno en Nantes en 1875. De hecho, si nos remontamos a principios de siglo XX Francia era una de las potencias mundiales en implantación del tranvía. La desaparición del tranvía que se vivió en Francia puede ser achacado a dos grandes motivos: el serio daño sufrido por las urbes francesas en las dos Guerras Mundiales y la aparición del automóvil, desplazando al tranvía como un transporte desfasado e inútil. La estocada final al tranvía fue dada por parte de las autoridades de la capital gala cuando en 1925 se aprobó un plan de cierre de las líneas tranviarias de París. Dado el fuerte carácter centralista del país galo, esta decisión fue rápidamente secundada por todas las ciudades del país quedando prácticamente un par de líneas anecdóticas. Las más importantes que quedaron fueron la red de Lille (que hoy está operativa pero totalmente reformada, con nuevo trazado y se la considera moderna) y Saint-Étienne, la única línea en Francia de tipo clásico en la actualidad.

A mediados de 1970, el ministro de Transportes galo anunció un plan nacional, el conocido como Concurso Cavallé, para animar a las ciudades medianas y pequeñas a considerar el

tranvía como un método de transporte con muchas ventajas, viable y alternativo. Este plan surgió como respuesta a la crisis del petróleo y a unos problemas de transporte y movilidad dentro de las ciudades francesas cuyo principal rasgo era la acumulación del vehículo en los centros de las ciudades, haciendo la ciudad poco amistosa. El plan contemplaba ayudas por parte del gobierno francés para la construcción de estos sistemas.

Fue Nantes, en 1985, la primera ciudad que introdujo el tranvía con nuevas y altas prestaciones que hoy es objeto de estudio en esta tesina (fig. 32). Fue un rotundo éxito y no tardaron en seguirle Grenoble (1987), París (1992) o Estrasburgo (1994). Además, el tranvía se mostró como un perfecto catalizador de mejoras y reformas urbanísticas para hacer las ciudades francesas mucho más amistosas para los residentes y los peatones.



Figura 32. Tranvía moderno de Nantes. Fuente: [9]

Ciudades con tranvía

Esta dinámica de implantación del tranvía ha seguido extendiéndose hasta hoy en día por todo el país. En esta tesina se contabilizan hasta 20 ciudades francesas con tranvía, sumando un total de 23 redes con 43 líneas. Este hecho supone el 32% de kilómetros de tranvía moderno en Europa.

El tranvía está presente en prácticamente todas las ciudades grandes y medianas del país e incluso, tiene presencia en ciudades pequeñas como Rouen, con poco más de 100.000 habitantes.

En una decisión acertada pensando en la economía del país, la mayoría de líneas y de material móvil se ha encargado a la empresa francesa líder mundial en el sector, Alstom.

Empecemos por la capital, París. La ciudad de París tiene unos 2.200.000 habitantes y su región metropolitana, llamada Île-de-France, llega hasta los 11.200.000 habitantes, convirtiéndola en una de las mayores urbes de Europa. Este hecho hace latente la necesidad de unas

infraestructuras de transporte muy potentes y, especialmente, una red ferroviaria de cercanías extensa que vertebró el territorio.

Dada la congestión que sufría la ciudad, en 1992 se impulsó la primera línea de tranvías parisinos, la T-1, y posteriormente llegó la T-2 en 1997. Ambas líneas daban servicio a entornos suburbanos; la primera estaba ubicada al noreste (Saint-Denis) y la segunda al oeste (Hauts-de-Seine). En 2006, el tranvía llegó al centro de París con la inauguración de la línea T-3. Ese mismo año también entró en circulación la línea T-4, que opera como servicio de tram-tren extendiéndose hasta municipios del noreste de París como Bondy.

La orografía de Francia (fig. 33) es prácticamente una planicie en toda su totalidad, factor que favorece a la implantación de cualquier sistema ferroviario. Además, casi todas las ciudades importantes francesas se ubican en la costa o en las proximidades de un río, lo que suele favorecer los paisajes llanos. París no es una excepción al encontrarse en los márgenes del río Sena y del río Marne.



Figura 33. Orografía de Francia. Fuente: [3]

A continuación, se analiza la segunda ciudad más grande del país, Marsella. Esta ciudad costera de 850.000 habitantes también dispone de una red de tranvía de última generación muy reciente (2007). La ciudad necesitaba una ampliación de la línea de metro para dar solución a los problemas de movilidad que empezaban a aflorar, pero el coste de construcción de nuevas líneas de metro era altísimo y se valoró el tranvía como posible sustituto (fig 34). Actualmente, dispone de dos líneas y se está proyectando una tercera.



Figura 34. Tranvía de Marsella. Fuente: [7]

La tercera ciudad en cuanto a población del país es Lyon con 480.000 habitantes, pero conforma la segunda área metropolitana francesa con unos 1.200.000 habitantes y constituye un gran motor económico en Europa. La red de tranvía está orientada a enlazar los mayores nodos de transporte de la ciudad.

Después, vendrían una serie de ciudades medianas con menos de 500.000 habitantes como Toulouse (440.000 hab), Niza (340.000 hab), Nantes (280.000 hab) o Estrasburgo (270.000 hab). Por último, hay una serie de ciudades pequeñas de poco más de 100.000 como Le Mans o Angers, ambas con 150.000 habitantes aproximadamente.

En todas estas ciudades se ha detectado el mismo fenómeno, el tranvía ha servido de catalizador para la llegada de nuevos planes urbanísticos de reordenación del territorio con el objetivo de revitalizar zonas deprimidas y hacer más amistosa la ciudad con los residentes. Especialmente remarcable es el caso de Estrasburgo, donde el tranvía llegó acompañado de nuevas políticas de movilidad urbana y restricción del acceso al vehículo privado en prácticamente todo el centro de la ciudad (fig. 35). En la actualidad, se ha demostrado un rotundo éxito, ya que estas medidas han dinamizado la economía del pequeño comercio y servicios del centro de la ciudad.



Figura 35. Tranvía de Estrasburgo en zona comercial restringida al acceso de vehículo privado. Fuente: [7]

5.2 ESPAÑA Y PORTUGAL

Pasado histórico

La progresión del tranvía en España y Portugal es bastante parecida a la de Francia, con la diferencia de que la vuelta del tranvía moderno se ha producido más tarde que en el país galo.

Ambos países gozaban de redes tranviarias extensas a principios de siglo XX. Estas líneas fueron paulatinamente degradándose a nivel técnico por falta de mantenimiento y de voluntad política durante la primera mitad del siglo XX, lo que llevó a su cierre masivo en las décadas de 1960 y 1970. En España, especialmente dañino para las líneas fue la Guerra Civil Española (1936-1939). Este proceso de cierre de líneas fue acompañado de una transformación en las ciudades en su organización con un claro favorecimiento al transporte por carretera. Los tranvías eran percibidos como obstáculos y se despreciaba su potencial.

La entrada de España y Portugal en la Unión Europea en 1986 supuso un gran impulso a las economías nacionales que ha hecho crecer económica y demográficamente las ciudades más importantes de ambos países. Hasta entonces, ambos países habían registrado tasas de crecimiento y desarrollo muy pequeñas debido a las dictaduras que sufrían tanto en Portugal con Salazar, como en España con Francisco Franco.

A nivel urbanístico, este nuevo escenario de progreso económico vivido en las dos últimas décadas (1990 y 2000) ha comportado la redacción de nuevos planes urbanísticos donde se busca la mejora y remodelación de estas ciudades y de sectores especialmente degradados. Estos planes urbanísticos destacan el papel vital del transporte público urbano en la tarea modernizadora. Este principal escenario de voluntad política ha sido el caldo de cultivo que ha favorecido la rápida implantación del tranvía en España y Portugal.

Ciudades con tranvía

Fijémonos primero en el país con más presencia de tranvía, España. Existen 15 ciudades en la actualidad con tranvía moderno. Sorprende especialmente el alto número de ciudades que están debatiendo la implantación del tranvía o están en la fase de proyecto o construcción.

La capital del país, Madrid, tiene unos 3 millones de habitantes y, en la última década, ha experimentado un desarrollo urbanístico espectacular, extendiendo la ciudad en todas direcciones e incluso, creando nuevos distritos desde cero como Sanchinarro, Montecarmelo o Las Tablas. Madrid es una ciudad muy extensa y con una corona circundante de municipios dormitorio muy poblados, como Leganés o Getafe, que conforman un área metropolitana de 5.800.000 habitantes en un radio de 20 kilómetros. Económicamente, constituye el mayor motor económico de España.

Madrid dispone de hasta tres redes diferentes de tranvía o metro ligero en su área metropolitana, pero ninguna se adentra lo más mínimo en el centro de la ciudad. La primera red se inauguró en 2007 en el norte de la ciudad, concretamente en dos barrios de nueva creación llamados Sanchinarro y Las Tablas, resultado del gran boom inmobiliario que ha experimentado España en las últimas décadas. Al ser barrios de nueva creación, la implantación del tranvía ha sido muy fácil a nivel técnico y constructivo. La segunda línea de

tranvía da servicio a los municipios de Boadilla del Monte y Pozuelo de Alarcón -situados en el lado occidental de la capital- enlazando estas ciudades con la red de metro de la ciudad. Se podría asemejar a un servicio de cercanías pero da servicio a zonas intermedias y tiene un fuerte carácter tranviario. Por último tenemos el tranvía de Parla (fig. 36), localidad al sur de Madrid de 130.000 habitantes. Esta ciudad del área metropolitana de Madrid tampoco se ha librado de la gran expansión urbanística vivida y su población ha crecido a un ritmo elevadísimo durante la última década. El tranvía surge como respuesta a los problemas de movilidad que se empezaban a padecer.



Figura 36. Tranvía de Parla. Fuente: [11]

La segunda ciudad en importancia es Barcelona, con una población de 1,5 millones en la capital y en torno a 5,3 millones en su área metropolitana con ciudades de 250.000 habitantes como Terrassa o Sabadell. Barcelona ha tenido un gran desarrollo económico en las últimas décadas impulsado enormemente por la celebración de los Juegos Olímpicos de 1992.

Geográficamente, la ciudad de Barcelona no puede crecer más ya que está verdaderamente cercada en todas direcciones. Hacia el este se encuentra el mar, hacia el oeste se encuentra la sierra de Collserola, hacia el norte nos topamos con el río Besòs y los municipios de Santa Coloma y Sant Adrià del Besòs y hacia el sur se encuentra el río Llobregat y el municipio de Hospitalet del Llobregat. Esto favorece que Barcelona siga teniendo el carácter de típica ciudad compacta mediterránea y tenga una de las densidades de población más altas de Europa con 15.000 hab/km². La ciudad, en general, tiene una pendiente nada despreciable en dirección a la costa, que se acentúa aún más en la zona alta de la ciudad.

Pese a que éstos podrían parecer inconvenientes para el desarrollo del tranvía, la ciudad dispone desde 2004 de dos redes que han funcionado con gran éxito de pasajeros. La red Trambaix se sitúa al sudoeste y enlaza la capital con Sant Feliu y Cornellà. En cambio, la red Trambesòs enlaza la parte noreste de la ciudad con Badalona y Sant Adrià.

La tercera ciudad en importancia es Valencia con 750.000 habitantes y una serie de municipios cercanos que eleva la cifra a 1,7 millones de habitantes en su corona. De igual manera que Madrid, Valencia ha sufrido un gran desarrollo urbanístico en los últimos 20 años que hacia cada vez más necesario un sistema de tranvía. Valencia se convirtió, con la inauguración de su sistema tranviario en 1994, en la primera ciudad española en reintroducir el tranvía. Además, esta línea es célebre por aprovechar tramos de antiguas líneas de ferrocarril y reconvertirlos a líneas de tranvía.

Sevilla (700.000 habitantes) o Málaga (575.000) tampoco son una excepción y disponen de sistemas de tranvía que llegan hasta el mismo centro de la ciudad. Otras ciudades también importantes no disponen aún de tranvía pero están en fase de construcción muy avanzada como Palma de Mallorca (400.000) o Zaragoza (680.000), éste último inaugurado de forma parcial muy recientemente.

Es de destacar como Alicante (330.000) ha apostado por instaurar el primer sistema de tram-tren en España. En sus inicios, la red de tranvía no se proyectó de forma tan ambiciosa, pero hoy en día dispone de 47,4 kilómetros de vía, convirtiéndose en la más extensa de España. Además, tiene planes de ampliación llegando a ser uno de los planes más ambiciosos de Europa.

Otras ciudades más pequeñas como Santa Cruz de Tenerife (220.000) o Vélez-Málaga (70.000) también han invertido en redes tranviarias.

Por lo que respecta al país luso, Porto y Almada disponen de líneas de tranvía de última generación.

Porto es la segunda ciudad más poblada y ha sido siempre la capital económica del país. Tiene en torno a 220.000 habitantes y conforma un área metropolitana que llega hasta el millón y medio de habitantes. Es ciudad costera y se encuentra en la ribera derecha del Duero, al norte del país. La actividad industrial es de gran importancia y en los últimos años el crecimiento económico ha sido enorme. La red de transporte público urbano era arcaica y se componía de una red de tranvías, trolebuses y trenes de cercanías.

A finales de siglo pasado, se pensó en actualizar la red de transportes al nivel de modernización del resto de actividades del país y se proyectó una extensa red de tranvía de última generación (fig. 37). Esta red aprovechaba tramos de la antigua red de tranvías, pero también incorporaba secciones nuevas tales como túneles en el centro de Porto. La red se inauguró en 2002 y comportó una inversión enorme de 1300 millones de euros, convirtiéndose hasta la fecha en el proyecto más ambicioso de tren ligero o tranvía llevado a cabo en toda Europa. Actualmente, se compone de 5 líneas (líneas A, B, C, D y E) con un recorrido total de 60 kilómetros. Existen numerosos planes para ampliar aún más la red.

En el centro de la ciudad aún se mantiene parte de la red antigua como atractivo turístico.

La segunda red del país es la llamada Metro Transportes Sul do Tejo ubicada en la localidad de Almada (150.000 habitantes). Este tranvía tiene un carácter similar al de un tren o metro ligero ya que llega a varias localidades cercanas. La ribera sur del río Tajo, que desemboca en Lisboa, ha experimentado en las últimas décadas un desarrollo económico y demográfico notorio.

Ciudades como Almada, Seixal (150.000 hab) o Maia (120.000 hab) han crecido rápidamente, lo que ha comportado problemas de movilidad en la zona. Para remediar estos problemas, se pensó en un servicio de tren ligero o tranvía que enlazara los núcleos más importantes de la zona. En 2007 se inauguró el servicio de tren ligero que unía las dos principales ciudades de la zona: Almada y Seixal. La red dispone en la actualidad de 13 kilómetros.



Figura 37. Metro ligero de Porto a su paso por el famoso puente D. Luis. Fuente: [3]

El caso de Lisboa (560.000 habitantes), la ciudad más poblada de Portugal, es bastante particular. Lisboa, en la actualidad, mantiene 5 líneas que formaron parte de una extensa red de tranvías antigua. La red actual es de 24.7 kilómetros. Estas cinco líneas siguen en operación, pero son de tipo clásico y son tomadas en consideración como un atractivo turístico. La línea 15 utiliza trenes de última generación, pero no se puede afirmar que Lisboa disponga de una red de tranvía moderna y competitiva. Sintra, un municipio de 360.000 habitantes a las afueras de Lisboa, también tiene una red de tranvías turísticos clásicos.

5.3 ISLAS BRITÁNICAS (REINO UNIDO E IRLANDA)

Pasado histórico

A principios de siglo XX, las Islas Británicas disponían de redes tranviarias en la mayoría de urbes importantes. Un ejemplo de ello eran las líneas de Londres, Liverpool, Glasgow, Edimburgo o Leeds en la isla de Gran Bretaña o Dublín o Cork en Irlanda.

A pesar de ser de los primeros países del mundo en introducir el tranvía, en la década de 1970 aproximadamente ya no quedaba ninguna antigua línea (que no fuera turística) en servicio en Reino Unido o Irlanda.

El desencadenante de estos cierres de líneas fue el gran esfuerzo económico que supuso para Reino Unido su participación en la Primera Guerra Mundial en 1914. Como en toda gran guerra, la economía de los países implicados se vuelca en una economía de guerra y otros servicios como el transporte se resienten. Por una parte, la inversión en nuevas líneas o material era nula y por otra, la red de tranvía era sobreexplotada para dar servicio a las fábricas de industria pesada y material militar. Una vez acabada la guerra, el mal estado de las líneas incentivó la política de cierres. Posteriormente llegó la Segunda Guerra Mundial (1939-1945) y acentuó el fenómeno. Después de las dos contiendas, el sector automovilístico se hizo fuerte y la mayoría de líneas de tranvía se reconvirtieron a líneas de autobús o trolebús.

Las líneas de Blackpool (fig. 38) y la Isla de Man (fig. 39) han sobrevivido como atractivo turístico. La primera aún hace circular tranvías clásicos de dos pisos y la segunda conserva la tracción con caballos. También la antigua línea de Birkenhead se ha reformado para dar un servicio turístico en la actualidad.



Figura 38. Tranvía de doble piso en Blackpool.
Fuente: [12]



Figura 39. Tranvía tirado por caballos en la Isla de Man.
Fuente: [3]

Visto el éxito en Francia, la perspectiva sobre el tranvía cambió. Dado los problemas que estaban creando el exceso de automóviles en los centros urbanos, se ha venido apostando por la construcción de tranvías en las últimas décadas.

Ciudades con tranvía

Las Islas Británicas se componen básicamente de dos grandes islas: Gran Bretaña con tres regiones que son Inglaterra, Escocia al norte y Gales al oeste, y la isla de Irlanda con la

pequeña región septentrional de Irlanda del Norte. Gran Bretaña e Irlanda del Norte forman el Reino Unido.

Las ciudades británicas están invirtiendo en tranvía al lema de “*TRAMS NOT JAMS*” (con tranvía, no hay atasco). En Reino Unido existen 6 redes y en Irlanda una, en Dublín.

Reino Unido, a nivel de reparto demográfico, tiene una estructura muy parecida a Francia. Como capital tiene una de las ciudades más grandes del mundo, Londres. Después de Londres no tiene ninguna otra gran metrópolis, sino que tiene una serie de ciudades intermedias. La diferencia con Francia es que el número de ciudades intermedias (de 500.000 a 150.000 habitantes) es mucho más elevado en Reino Unido (una treintena) que en el país galo (una quincena).

Londres se ubica al sur de la isla de Gran Bretaña y constituye una de las mayores conurbaciones del planeta. La ciudad de Londres acoge una población de unos 8 millones de personas y su área metropolitana llega hasta los 15 millones. La población se compone de multitud de nacionalidades, etnias y culturas llegadas desde todos los rincones del mundo. Económicamente, Londres destaca por ser un centro de negocios internacional y la capital financiera del mundo.

En cuanto a los transportes públicos urbanos, son un verdadero símbolo de la ciudad y un orgullo. Desde 2003, se ha adoptado una política de tarificación por entrar al centro de Londres, lo que ha producido un descenso del tráfico en la ciudad y un impulso a los transportes públicos como el bus o el metro, ya que lo recaudado se invierte en transporte público.

Una medida en esta dirección fue la implantación del denominado Tramlink (fig. 40) en 2000, un tranvía en el distrito de Croydon (al sur de la capital). Este servicio comparte características con los metros ligeros de Madrid ya que no entran en el centro de la ciudad y sirven a distritos suburbanos. Es una red extensa, de 28 kilómetros, que aprovecha líneas ferroviarias de cercanías.



Figura 40. Tramlink de Croydon (Londres). Fuente: [6]

El gran éxito experimentado en la zona (descenso del 20% del tráfico) ha animado a las autoridades a importar el tranvía al centro y actualmente hay dos líneas propuestas en el mismo centro londinense de 20 y 15 kilómetros.

La segunda ciudad del país también dispone de una red de tranvía extensa. Birmingham tiene un millón de residentes y su área metropolitana llega hasta los 2,2 millones. La ciudad poseía un gran tejido industrial, que en los últimos años se ha transformado hacia una economía financiera y de servicios, lo que la ha hecho crecer demográficamente. En 1999, se inauguró la línea de tranvía que en la actualidad tiene 20,4 kilómetros de extensión.

La lista de ciudades con tranvía la completan ciudades intermedias. Manchester, Sheffield y Edimburgo (fig. 41) disponen de modernos tranvías, las tres con una población cercana al medio millón de habitantes. Por último, Nottingham (250.000 habitantes) cierra la lista.



Figura 41. Tranvía de Edimburgo, en Escocia. Fuente: [3]

Al oeste de Gran Bretaña se ubica Irlanda. La progresión económica de Irlanda en las últimas décadas ha sido verdaderamente espectacular, conociéndose como el “milagro irlandés”. Hoy en día, es uno de los países más afectados por la crisis económica y este milagro ha quedado en tela de juicio, pero es innegable la mejora de las condiciones de vida de la población. Durante muchos años, Irlanda ha sido un país con índices de pobreza muy elevados y unas condiciones de vida paupérrimas, lo que produjo un fenómeno masivo de emigración durante siglos. Su entrada en la Unión Europea en 1973 ha hecho que se beneficie de fondos comunes que han favorecido su crecimiento económico acompañado de un lógico crecimiento demográfico. Prueba de ello, es el paso de una economía basada en la agricultura hacia una economía industrial y de servicios. Especialmente destacable es su potente sector tecnológico.

Dublín (525.000 habitantes en la ciudad y 1,6 en su área de influencia) ha sido, durante todo este progreso económico, el mayor polo de inmigración del país. Este hecho ha producido los

primeros problemas de movilidad que no se han visto resueltos con la sola colaboración de los autobuses urbanos. En 2004, entró en servicio el tranvía dublinés conocido como Luas (fig. 42). Conecta el mismo centro de Dublín con zonas suburbanas. La red está formada por dos líneas (la verde y la roja) que suman 24 kilómetros y su construcción fue financiada principalmente con fondos europeos.



Figura 42. Tranvía de Dublín, conocido como Luas. Fuente: [13]

5.4 ALEMANIA

Pasado histórico

El caso de Alemania es un caso muy particular. Es un país donde la amplia mayoría de las líneas se mantuvieron durante el siglo XX a pesar de que en países como Francia o España la tendencia era claramente “clausurista”. Dado que es una potencia económica de primer nivel mundial, las últimas décadas ha invertido grandes cantidades de capital en seguir modernizando tanto las líneas como el material móvil y hoy en día, son explotados con criterios modernos.

Después de la Segunda Guerra Mundial, las líneas quedaron seriamente dañadas y la economía alemana estuvo muchos años estancada, lo que pone en valor aún más el hecho de mantener las líneas pensando en el futuro. Además, el proceso renovador fue mucho más potente en Alemania Occidental que en la parte oriental al disponer de mayores recursos económicos (Plan Marshall).

A nadie se le escapa que la fisionomía de las redes actuales es de carácter clásico, ya que la mayoría comparten vía con el tráfico rodado y sirven al centro de la ciudad. Además, una parte importante del parque móvil es antiguo (66%) aunque sea el material moderno el más utilizado.

Este mantenimiento de las líneas es debido al gran apoyo que las autoridades alemanas volcaron en el tranvía a mediados del siglo XX. Es más, la mayoría de ciudades alemanas tomaron el tranvía como la columna vertebral de su política de transportes públicos urbanos.

Esta gran presencia de tranvía en Alemania tiene como consecuencia lógica la baja inversión en construcción de nuevas redes. En esta tesina se contabilizan dos nuevas redes tranviarias, en Oberhausen y Saarbrücken. Además, se han puesto en funcionamiento dos nuevos servicios de tram-tren que han comportado la construcción de nueva infraestructura: Kassel Regio Tram y Chemnitz City Bahn. Sin embargo, el espíritu modernizador está presente en todo el país.

Ciudades con tranvía

Alemania es el país con más población de la Unión Europea con 82 millones. Es la mayor potencia económica y política de Europa y líder en campos económicos como la industria y la tecnología.

Alemania tiene numerosas ciudades de gran tamaño y grandes conurbaciones. Esto convierte a Alemania en uno de los países más densamente poblados de Europa y del mundo. La mayor región metropolitana es la Rhine-Ruhr, llamada así por los ríos Rhine y Ruhr que la atraviesan. Más que una ciudad, propiamente dicha, es una región altamente poblada y con multitud de centros urbanos en su interior, convirtiéndola en una región policéntrica. La población total es de 10 millones de habitante, repartidos en ciudades como Colonia (1 millón hab), Dortmund, Düsseldorf o Essen, estas tres últimas con aproximadamente 600.000 residentes.

Otros grandes centros urbanos son la capital Berlín con 3,5 millones de habitantes, Hamburgo con 1,8 millones o Múnich con 1,4 millones. Además, existen numerosas ciudades intermedias

(150.000-500.000 habitantes) como Dresden, Bonn o Karlsruhe. Todas ellas se caracterizan por un rápido crecimiento demográfico desde la Segunda Guerra Mundial, fenómeno que tiene origen casi exclusivamente en la inmigración al país teutón.

Todas estas grandes ciudades han tenido y tienen grandes necesidades de movilidad y, con visión de futuro, a mediados de siglo XX se apostó por convertir el tranvía en uno de los ejes prioritarios en la política de transportes urbanos. Esto es lo que ha favorecido que, hoy en día, la amplia mayoría de ciudades grandes e intermedias dispongan de líneas tranviarias antiguas. Muchos sistemas tranviarios son de finales del siglo XIX. Este es el caso de Karlsruhe (fig. 43), que sus inicios datan del 1877.



Figura 43. Línea urbana de tranvía en Karlsruhe. Fuente: [7]

Sin embargo, como se ha comentado anteriormente, estas líneas se han reformado ampliamente, se han construido nuevos tramos y se ha renovado el parque móvil en gran medida. Un ejemplo de material de última generación sobre línea tranviaria clásica es el tranvía de Düsseldorf (fig. 44).



Figura 44. Tranvía en Düsseldorf. Fuente: [7]

Destaca especialmente en Alemania la implantación de sistemas de tram-tren que abastecen de tranvía a entornos suburbanos y los trasladan al mismo centro de la ciudad. Es el caso de Karlsruhe (pionero europeo en el tema) o Kassel.

En resumen, la supervivencia del tranvía ha sido masiva en Alemania con un fuerte componente renovador. En la actualidad, Alemania posee redes muy extensas como la de Berlín de 187,7 kilómetros o el servicio de tram-tren de Karlsruhe con 304 kilómetros de red.

5.5 ITALIA

Pasado histórico

A finales de siglo XIX, Italia disponía de una extensa red de tranvías por todo el país. Como en otros países, a principios de siglo XX aparece el automóvil convirtiéndose en la novedad y etiquetando al tranvía como un transporte arcaico.

En toda Europa, durante la Segunda Guerra Mundial, el transporte público urbano tuvo amplia preponderancia y ello frenó el cierre de líneas, que ya se venía gestando.

Pasada la guerra, el declive del tranvía continuó en el país transalpino. Durante la década de 1950 y 1960 se cerraron buena parte de las líneas, excepto las líneas de las cuatro ciudades más importantes del país (Milán, Roma, Torino y Nápoles). Este hecho es lo que diferencia a Italia de Francia o España, se optó por no dismantelar estas líneas que además eran muy extensas, como la de Milán (150 kilómetros).

A finales del siglo XX, la congestión de las ciudades era importante y poco después llegó la Crisis del Petróleo (1973), lo que creó un ambiente favorable a la reimplantación del tranvía. En 1992, se aprobó una ley muy ambiciosa a nivel estatal (*“Interventi per il Trasporto Rapido di Massa”*) de reforma de la red de transporte público nacional. Si bien por razones financieras y presupuestarias no se ha podido desarrollar el plan tanto como se hubiera deseado, ha impulsado la construcción de líneas nuevas de última generación en Florencia, Bergamo o Palermo.

Ciudades con tranvía

De las líneas de tranvía construidas a finales de siglo XIX, curiosamente, solo han sobrevivido las de las cuatro ciudades más importantes de Italia, que son Roma (2,7 millones de habitantes), Milán (1,3 millones), Nápoles (1 millón) y Turín (900.000).

Prácticamente, el resto de líneas existentes hasta mediados de siglo XX fueron dismanteladas en las décadas de 1950 y 1960. Además, las cuatro redes mencionadas sufrieron retrocesos y perdieron líneas a lo largo de la segunda mitad de siglo. En las últimas décadas, el impulso del nuevo tranvía en Europa ha favorecido que estas líneas se hayan visto reformadas, se hayan construido nuevas líneas y se haya renovado el parque móvil.

Roma es la capital del país y fue la capital de una de las mayores civilizaciones de la Historia, el Imperio Romano. Su red vial actual se asienta sobre la antigua red romana, hace dos mil años. Este hecho ha provocado que, con la masiva introducción del automóvil en las ciudades a principios de siglo XX, sea hoy en día una de las ciudades europeas con mayores tasas de congestión y más difíciles de circular. Roma llegó a tener una red de tranvía de 140 kilómetros en 1929, pero se ha visto mermada paulatinamente hasta tener 51,3 kilómetros en la actualidad. Las mayores explicaciones a su supervivencia las podemos encontrar en la presión popular que se produjo para evitar su cierre y en el hecho de ser una línea muy extensa, ya que esto frena su rápida dismantelación por parecer una involución.

En Milán ocurrió prácticamente lo mismo. Milán es la capital de la región de la Lombardia y es considerada la capital económica del país. Su proximidad y sus buenas conexiones con el resto de países europeos han provocado un gran desarrollo económico y urbanístico en la ciudad, que ha conformado un área metropolitana de 4 millones. La ciudad llegó a disponer de una red de tranvía de 300 kilómetros en la década de 1940 y en la actualidad es de la mitad, 150. Como el resto de redes, éstas fueron perdiendo presencia en las décadas sucesivas pero logró sobrevivir la red por su gran extensión y la presión popular. En la actualidad, se están proyectando multitud de nuevas líneas y reforma de las existentes. En la figura 45 podemos observar material móvil nuevo del tranvía de Milán.



Figura 45. Tranvía de Milán, con material móvil nuevo. Fuente: [7]

La inversión en los transportes urbanos, y en el tranvía en particular, no se ha limitado únicamente a la revitalización y reforma de las líneas urbanas preexistentes, sino que ha impulsado la construcción de numerosas líneas de última generación. En esta tesina se contabilizan seis (Bergamo, Cagliari, Florencia, Messina, Palermo y Sassari).

El más extenso hasta la fecha es el de Palermo. Palermo es la quinta ciudad en población de Italia (650.000 habitantes) y se encuentra en la isla de Sicilia, al sur del país. En 2009, entró en circulación la nueva red de 15,3 kilómetros repartidos en tres líneas.

Otros dos proyectos ambiciosos son el de Bergamo (120.000 habitantes) con una red de 12,6 kilómetros y la de Florencia (370.000).

El resto de líneas son aún modestas en extensión y están instaladas en ciudades de tipo intermedio como Messina (fig. 46) (240.000), Cagliari (160.000) o Sassari (130.000).



Figura 46. Tranvía de Messina, de la compañía Alstom. Fuente: [3]

Con Italia, se cierra la lista de países con implantación significativa del tranvía moderno y ahora se pasa a analizar más superficialmente el resto de países.

5.6 BENELUX (BÉLGICA, PAÍSES BAJOS Y LUXEMBURGO)

Pasado histórico

El Benelux disponía de una de las mayores redes de tranvía de Europa a mediados de siglo XX y la gran mayoría eran servicios tranviarios de tipo suburbano. Las ciudades de los Países Bajos hicieron una apuesta por mantener y potenciar las redes tranviarias en los años 50. Bélgica siguió, más o menos, el mismo camino pero con menos fuerza, dada las disputas territoriales dentro del país entre flamencos y valones que afectaban al desarrollo del país.

En las últimas décadas, ambos países han iniciado un ambicioso programa modernizador de la red de tranvías del país y se han construido algunas líneas nuevas.

Implantación del tranvía

Bélgica, Países Bajos y Luxemburgo se ubican en el corazón de Europa. Geográficamente, se encuentran en una gran planicie, lo que favorece el desarrollo de sistemas de transportes terrestres como las autopistas o líneas ferroviarias.

Demográficamente, son de los países con densidades de población más altas del mundo, con de 400 habitantes/km². A pesar de esta alta densidad, no está formado por grandes ciudades, sino que es más bien el gran número de ciudades intermedias o pequeñas que se encuentran a lo largo de la región lo que hace llegar a esos niveles de población.

Es especialmente destacable la región de los Países Bajos conocida como Randstad. Es una franja litoral con gran multitud de centros urbanos próximos que aglutinan el 50% de la población del país. Esta región comprende ciudades como Rotterdam, Amsterdam, La Haya y Utrecht. Todas estas ciudades disponen de tranvías urbanos y suburbanos de tipo convencional, siendo muchas líneas servicios de tram-tren.

Entre los servicios nuevos, destaca especialmente el novedoso RandstadRail (fig. 47), que es un servicio ferroviario metropolitano entre Rotterdam y La Haya pero además, dentro de esas ciudades se comporta como un tranvía urbano más. Se puso en marcha en 2006 y actualmente la longitud de la línea es de 30 kilómetros.



Figura 47. Servicio metropolitano RandstadRail, en la región de Randstad (Países Bajos). Fuente: [3]

La otra línea moderna del país es el servicio de tram-tren en la ciudad de Gouda (71.000 habitantes); si bien, está construida adaptando una línea férrea pre-existente. La apertura del nuevo servicio se llevó a cabo en 2003.

La situación de Bélgica es similar. Las ciudades más importantes del país disponen de extensas redes de tranvía clásico. Es el caso de Bruselas (1,8 millones en su área metropolitana) con una red actual de 128,4 kilómetros y 20 líneas o Amberes (medio millón de habitantes) con una red de 65 kilómetros. En Bélgica, aún no se ha construido ninguna red con los estándares modernos. En cambio, el parque móvil sí que se ha modernizado, ya que del orden de un tercio de los vehículos son de última generación.

El pequeño estado de Luxemburgo también baraja incorporar un nuevo servicio de tram-tren en su capital en los próximos años.

5.7 SUIZA Y AUSTRIA

Pasado histórico

Los transportes públicos urbanos han gozado siempre de un amplio respaldo de la población y de sus autoridades. Esto ha hecho que la trayectoria, tanto en Suiza como en Austria, haya sido la constante mejora y promoción del tranvía desde sus inicios, a finales de siglo XIX. En este sentido, comparten trayectoria de implantación del tranvía con la vecina Alemania.

En los años 20 del siglo XX, Suiza disponía de 34 redes de tranvía a lo largo del país. A partir de la década de los 40, el trolebús ganó terreno anteriormente conquistado por el tranvía y provocó el cierre de algunas líneas en ciudades medianas o pequeñas. En cambio, en las grandes ciudades, que era dónde estaban las redes más extensas, la dinámica fue diferente. Se optó por la modernización de las líneas. Esta tendencia se ha seguido manteniendo hasta hoy y un 25% del parque móvil es de última generación.

La tradición de Austria con respecto al tranvía es similar al país helvético. Las inversiones no han podido ser tan fuertes como en la vecina Suiza, debido a que la economía austriaca se vio seriamente dañada por las dos guerras mundiales, en las cuales Austria estuvo directamente involucrada.

Implantación del tranvía

Suiza destaca principalmente por su accidentada orografía, lo que dificulta la implantación de servicios ferroviarios. A pesar de ello, siempre ha sido uno de los países con mejores redes ferroviarias. En la actualidad, dispone de una red de ferrocarril moderna y muy mallada.

En cuanto al tranvía, todas las ciudades suizas de más de 100.000 habitantes poseen sistema de tranvía y además, con un gran papel en los sistemas de transporte público urbanos. Estas ciudades importantes son Zúrich (380.000 habitantes), Ginebra (190.000), Basilea (160.000), Lausana (130.000) y Berna, la capital administrativa (125.000). Todas son redes clásicas (excepto la de Lausana) pero modernizadas. La red más extensa es la de Zúrich con 77 kilómetros, que se reparten en trece líneas. La red de Lausana es una línea de tipo metro ligero inaugurada en 1991.

Austria también es un país muy montañoso, ya que prácticamente el 50% del país lo que conforma el sistema montañoso de Los Alpes. La figura 48 muestra la orografía del país. Esto provoca que la mayoría de la población se ubique en la parte noreste del país.

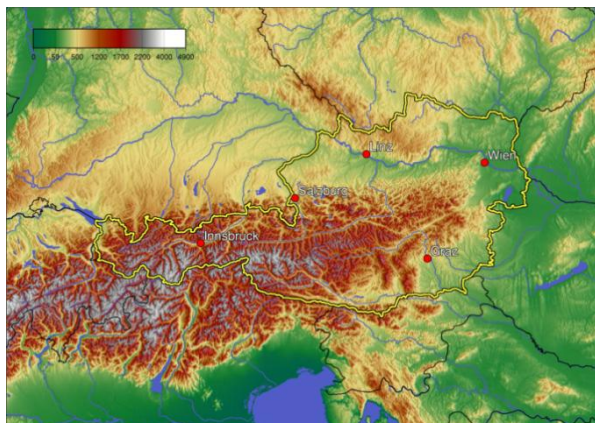


Figura 48. Orografía de Austria. Fuente: [3]

Todas las ciudades de tamaño medio austriacas disponen de tranvía, menos Salzburgo. Estas ciudades son la capital Viena (1,7 millones de habitantes), Graz (260.000), Linz (190.000) e Innsbruck (120.000). La red de la ciudad de Viena es especialmente importante por su extensión, 184,1 kilómetros repartidos en 28 líneas, lo que la convierte en una de las principales redes europeas. Austria sólo dispone de una red moderna y realmente, es una red reformada que existió a principios de siglo XX. Se trata de la línea de metro ligero U6, en Viena.

5.8 ESCANDINAVIA (SUECIA, NORUEGA, FINLANDIA Y DINAMARCA)

Pasado histórico

Los países nórdicos siempre han tenido un poder económico destacado, con los más altos índices de desarrollo humano del mundo. Además, los países escandinavos tienen una gran preocupación por el medio ambiente y eso se ha traducido en el fomento del transporte público en detrimento del privado.

Las principales ciudades de los países escandinavos mantienen hoy en día el tranvía clásico y se está adquiriendo material moderno para actualizarlos. A la cabeza del fenómeno se encuentra Suecia, el país económicamente más fuerte de la región.

Implantación del tranvía

La región de Escandinavia destaca especialmente por la baja densidad de población. El norte de la península escandinava, región de Laponia, está prácticamente inhabitado dada las difíciles condiciones climatológicas, con temperaturas medias anuales bajo cero. Esta característica del territorio provoca que la mayoría de ciudades importantes se encuentren al sur de la península.

Suecia tiene en la actualidad tres sistemas tranviarios. La mayor red se encuentra en Göteborg (1 millón de habitantes en el área metropolitana), ya que tiene una extensión de 85 kilómetros en 12 líneas. La capital, Estocolmo (1 millón en ciudad y 2 en la metrópoli) también dispone de red, pero más modesta, con sólo 17 kilómetros. El otro tranvía se ubica en la localidad de Norrköping (130.000).

Malmö (300.000) y Uppsala (200.000) no tienen tranvía pero son ciudades pequeñas y el porcentaje de viajes en bicicleta es altísimo.

Noruega por su parte también dispone de 3 ciudades con tranvía. La mayor red abastece a la capital Oslo (600.000 habitantes) con sus 40 kilómetros de línea. Bergen (250.000) es la segunda ciudad del país, pero cada vez gana mayor importancia debido a que es la base operativa de la fortísima industria petrolera noruega y es el punto de partida de los cruceros turísticos por los fiordos. Para evitar los problemas de congestión en el centro, se ha optado por construir una línea de tranvía moderno (fig. 49). La tercera ciudad del país, Trondheim (175.000) también tiene tranvía clásico. El resto de ciudades tienen menos de 150.000 habitantes y no disponen de tranvía.

Por su parte, Finlandia sólo dispone de una red, en su capital Helsinki (600.000 habitantes). Es bastante extensa, 50 kilómetros repartidos en 12 líneas. En la segunda ciudad del país, Espoo, se está proyectando un sistema de metro.

Dinamarca no dispone de redes tranviarias. Copenhague no prevé tranvías en un futuro cercano dado que tiene una red de metro de reciente construcción (2002).



Figura 49. Tranvía de última generación en Bergen (Noruega). Fuente: [3]

5.9 EUROPA CENTRAL (POLONIA, REPÚBLICA CHECA, ESLOVAQUIA Y HUNGRÍA)

Pasado histórico

Esta región de Europa ha sufrido, de forma especialmente dura, las dos guerras mundiales y conflictos locales durante la primera mitad del siglo XX. Estas malas condiciones de vida han provocado un fenómeno de emigración masivo durante todo el siglo XX.

Con la entrada de estos países en la Unión Europea aún tienen más facilidad de movimiento, ya que pasan a formar del Espacio Schengen.

Los países de Europa Central, de forma tradicional, han estado más vinculados política, económica y culturalmente a Europa Occidental ya que formaban parte del Imperio Austrohúngaro. Con la victoria de la Unión Soviética junto a Estados Unidos en la Segunda Guerra Mundial, la balanza cayó del lado comunista y pasaron a depender del Bloque Soviético.

Siguiendo el mismo proceso que en la vecina Unión Soviética, estos países adoptaron el modelo de economía colectivizada y la política de transportes pasaron a manos directamente gubernamentales. Se construyeron extensos sistemas tranviarios a lo largo de la región.

El ascenso de la industria automovilista en los años 50 provocó el cierre de líneas de tranvía, pero el grueso se mantuvo y las líneas se fueron modernizando a un ritmo lento, dentro de las posibilidades de los países.

Implantación del tranvía

Actualmente, la red de tranvía supone el 13% de la red total europea. Se trata de una red muy antigua y bastante desfasada en general. El nivel de modernización del parque móvil es solo del 6,4%. El patrón general es la presencia del tranvía en toda ciudad grande y en casi todas las de tamaño intermedio (más de 150.000 habitantes). Las líneas son muy extensas y de tipo clásico. El parque móvil es bastante obsoleto, con algunas excepciones en ciudades que disponen de material móvil de piso bajo.

Polonia es el país más extenso y más poblado del grupo, con casi 40 millones. El país dispone de 15 redes ubicadas en las ciudades más grandes. La mayor urbe es Varsovia con 1,8 millones de personas. Después de Varsovia, hay una decena de ciudades de tamaño intermedio (entre 150.000 y 700.000 habitantes). La red más extensa es la de la ciudad de Katowice, con 29 líneas que suman 207 kilómetros.

En la República Checa encontramos 8 redes, siendo la más extensa la de la capital Praga (1,7 millones) con 141 kilómetros.

Hungría tiene solamente una ciudad de gran tamaño, que es su capital Budapest (1.7 millones) con una vasta red de 156 kilómetros repartidos en 25 líneas. Además, hay tres líneas más en el país.

Por último, Eslovaquia es el país más pequeño y con menos líneas, solo tres.

5.10 PAÍSES BALSÁNICOS

Pasado histórico

Hay multitud de países en la región, algunos tan reciente como Kosovo (2008), y por ello se van a tratar sólo los países con tranvía en la actualidad: Rumania, Bulgaria, Serbia, Croacia, Bosnia y Herzegovina, Grecia y Turquía.

Tradicionalmente, los Balcanes han sido la zona menos desarrollada y más compleja de Europa. Se debe, principalmente, a las sucesivas invasiones, ocupaciones y guerras que han vivido en el siglo XX. Afortunadamente, en la actualidad se viven tiempos de paz en la región y países como Croacia o Rumanía ven crecer su economía y condiciones de vida.

La región ha seguido una tendencia similar a los países de Europa Central, con una gran influencia de la Unión Soviética. Durante la época comunista, en estos países se construyeron y extendieron las líneas de tranvía. Después de la caída del comunismo a finales de la década de 1980, las líneas dejaron de tener tanto apoyo por parte estatal y entraron en declive, provocando el cierre de muchas.

Hoy en día, la red es bastante obsoleta y muchas líneas han sobrevivido gracias a la donación de antiguo material móvil tranviario de países europeos, básicamente Alemania. En la última década, se han hecho pequeños esfuerzos por modernizar las líneas.

Una excepción son Atenas en Grecia y Estambul en Turquía, donde se han construido sendas líneas de tren ligero moderno.

Implantación del tranvía

El país de la región con mayor presencia del tranvía es claramente Rumanía. Posee 15 redes en 15 ciudades. La red de mayor importancia es la de la capital Bucarest (2 millones), con una red de 146 kilómetros (fig. 50). El resto de ciudades del país no superan los 400.000 habitantes. El parque móvil aún es antiguo en su amplia mayoría.



Figura 50. Tranvía de tipo clásico en Bucarest (Rumania). Fuente: [10]

El resto de países apenas cuentan con una o dos redes. Es el caso de Croacia (2), Bulgaria (2), Serbia (1) y Bosnia (1). Todos ellos con material muy antiguo, excepto Croacia donde se ha hecho un esfuerzo por adquirir material moderno.

Países como Macedonia, Montenegro o Albania no tienen líneas.

En cambio, al sur de la península la situación es diferente. En Grecia y en la parte europea de Turquía los sistemas de tranvía antiguos no han sobrevivido pero se han construido nuevas líneas modernas.

Atenas (3,7 millones de habitantes en su área metropolitana), geográficamente, está cercada por diversos macizos montañosos. Esta morfología provoca que sea una ciudad con una complicada renovación del aire atmosférico y que se den unos de los índices de contaminación atmosférica más altos del mundo. Con la fecha en mente de la celebración de los Juegos Olímpicos de 2004, se llevaron a cabo a principio de década una serie de medidas encaminadas a mejorar la calidad del aire. Varias medidas fueron encaminadas a limitar el acceso del automóvil al centro de la ciudad y otras a la mejora y el fomento del transporte público. En ese contexto se proyectó la línea de tranvía moderno que fue inaugurada menos de un mes antes del inicio de los Juegos. Cuenta con tres líneas y 27 kilómetros.

Por su parte, Estambul (12 millones de habitantes) es una gran metrópolis que siempre ha tenido problemas de circulación y por tanto, de movilidad. Esta problemática quiso ser remediada con un plan de modernización de transportes públicos urbanos por parte de las autoridades de Estambul. Para ello, se construyeron una línea urbana de tranvías (30,8 km) y una línea suburbana de metro ligero (19,6 km).

5.11 EUROPA ORIENTAL Y PAÍSES BÁLTICOS

Pasado histórico

La evolución del tranvía en estos países está ampliamente influenciada por su pasado de integración en la Unión Soviética. La Unión Soviética se formó en 1922 al ganar el Ejército Rojo del bloque bolchevique al antiguo Imperio Ruso en la Guerra Civil Rusa. Este estado federal se convirtió en una potencia mundial en clara confrontación con la otra superpotencia contemporánea, Estados Unidos. El régimen gobernante era de corte comunista y transformó la economía de las repúblicas integrantes en economías de mercado socialista basada en la colectivización de los medios. El bloque soviético fue perdiendo hegemonía y a finales de siglo XX (1991) se disolvió. La antigua Federación se desmembró en multitud de pequeñas repúblicas, entre ellas (y que forman parte de este apartado se encuentran) Ucrania, Bielorrusia, Letonia, Lituania, Estonia y la propia Rusia.

Con la formación de la URSS, se produjo una industrialización de la economía muy elevada, lo que requería grandes cantidades de mano de obra. Este hecho produjo un éxodo masivo del campo a las ciudades. Las ciudades crecieron de tamaño y de población de forma acelerada. La motorización de la población era nula y por tanto, el país requería de sistemas de transporte urbano de alta capacidad para hacer llegar toda esa masa de trabajadores a las fábricas. El mejor sistema de transporte para abastecer toda esa necesidad de movilidad era el tranvía.

Este contexto produjo una implantación masiva del tranvía en las ciudades soviéticas.

La Segunda Guerra Mundial produjo severos daños en la red, pero se aprobaron ambiciosos planes de reconstrucción y construcción de nuevas líneas.

Primero el declive de la Federación y posteriormente, su disolución afectaron enormemente a la situación del tranvía. La financiación de las compañías se vio drásticamente reducida o suprimida.

Esta falta de inversión vivida en las últimas dos décadas ha producido que la red se encuentre en un estado actual muy desfasado. Pese a esta falta de financiación, no ha habido una supresión masiva de líneas.

Implantación del tranvía

La existencia de tranvía, como se ha comentado, en esta región es masiva pero con un gran desfase tecnológico. El conjunto de países de este grupo representa el 28% del total de kilómetros de tranvía europeo.

La parte europea de Rusia dispone de 51 redes de tranvía. Prácticamente toda ciudad grande y media de la zona mantiene un sistema extenso de tranvía. Un ejemplo de ello es la extensa red de Moscú (12 millones de habitantes) con una extensión de 180 kilómetros repartidos en 40 líneas (fig. 51). Aún mayor es la red de San Petersburgo (5 millones), con sus 220 kilómetros.



Figura 51. Material antiguo en las líneas de Moscú. Fuente: [3]

En Ucrania la situación es parecida, con 25 redes. La gran mayoría se encuentra en la parte oriental del país.

En Bielorrusia se encuentran 4 líneas. Este país destaca por ser el que tiene un parque móvil más modernizado de la zona. La capital Minsk (1,8 millones) fue la primera ciudad de Europa Oriental en adquirir tranvías modernos de piso bajo.

Por último, en los Países Bálticos se cuentan 4 líneas. Tres de ellas en Letonia y una en Estonia. Lituania no posee en la actualidad ninguna línea.

6. Principales ciudades europeas sin tranvía y posibles causas

En este apartado se irán describiendo las principales ciudades que no tienen tranvía en la actualidad y las posibles causas que puedan explicar la presencia o ausencia del tranvía.

Se seguirá un orden parecido al apartado anterior.

FRANCIA

Como se ha comentado, París tiene 4 líneas de tranvía y varios proyectos de nuevas líneas. De las actuales, sólo una discurre en suelo propiamente urbano, las otras se encuentran en zonas suburbanas. Esta línea urbana (T-3) tiene forma orbital, por tanto el tranvía moderno aún no ha llegado al corazón de la capital.

La preponderancia del automóvil en la capital gala es altísima y la infraestructura viaria ocupa un gran espacio. Se registran grandes tasas de tráfico y congestión. Estos rasgos en el centro de la ciudad explican la dificultad y el temor por parte de las autoridades de implementar un sistema como el tranvía moderno que requiere espacio en superficie exclusivo para él.

El resto de ciudades no tiene estas dificultades para hacer circular el tranvía en el centro ya que son mucho menores en tamaño y población.

Hemos de irnos hasta la undécima ciudad del país, Rennes con 200.000 habitantes, para encontrar la mayor ciudad francesa sin tranvía. Aunque no tiene tranvía moderno, esta ciudad dispone de un metro con material ligero guiado automáticamente con la tecnología VAL que no difiere mucho de lo que es un tranvía moderno. La diferencia está en la accesibilidad, ya que posee estaciones más propias de metro que de tranvía.

La segunda ciudad más grande sin tranvía es Toulon, con 165.000 habitantes, pero dentro de un área metropolitana de 560.000 habitantes. La movilidad se lleva a cabo con autobuses, vehículo privado y favoreciendo el uso de la bicicleta. De todas formas, hay varias plataformas ciudadanas que piden la construcción de un sistema de tranvía en la ciudad.

Por tanto, Francia es un país donde hay un gran aprecio por el tranvía y prácticamente cualquier ciudad mediana y bastantes pequeñas tienen tranvía. Las ciudades que no tienen tranvía es debido, en su mayoría, a que no se dan los requerimientos críticos de demanda.

ESPAÑA Y PORTUGAL

La capital española tiene bastantes similitudes con París, a una escala más reducida. Madrid tiene hasta tres redes de tranvía en su área de influencia, pero ninguna de ellas se adentra en el centro de la capital. Esto básicamente es debido a la gran preponderancia que tiene el vehículo privado en la capital y a la falta de voluntad de introducir el tranvía y peatonalizar zonas en el centro. Durante las últimas décadas, se ha apostado por el coche en superficie y el metro en el subsuelo en detrimento del transporte colectivo en superficie.

Hagamos un repaso a las diez ciudades españolas con mayor población. Por orden de mayor a menor serían: Madrid, Barcelona, Valencia, Sevilla, Zaragoza, Málaga, Murcia, Palma de Mallorca, Las Palmas y Bilbao. La totalidad de estas ciudades dispone de tranvía, se está construyendo o tiene proyectos muy avanzados. Esta tendencia nos indica el alto grado de inversión y aceptación del tranvía en España.

Hay que irse hasta la undécima ciudad con mayor población, Córdoba (330.000 hab), para encontrar una ciudad sin planes de tranvía en la actualidad. Cabe decir que, en 2008, la Junta de Andalucía presentó el proyecto de tranvía en Córdoba, pero con el tiempo y la falta de financiación el proyecto se ha visto bloqueado. Valladolid (313.000 hab) es otra ciudad sin tranvía, pero en la que se ha debatido enormemente su implantación.

España tiene un número de ciudades intermedias, de entre 150.000 y 350.000 habitantes, mucho más elevado que Francia. En el país galo se ha observado que en la práctica totalidad de estas ciudades existen sistemas tranviarios; en cambio, en España es en este segmento de ciudades donde el tranvía está presente de forma anecdótica.

Por lo tanto, el fenómeno principal observado en España es que las ciudades grandes (de más de medio millón de habitantes) disponen todas de tranvía, mientras que la mayoría de ciudades menores de 300.000 habitantes no tiene tranvía. En la vecina Francia, el número de ciudades grandes se reduce a París, Marsella, Lyon y Toulouse. El resto son intermedias o pequeñas y lo observado ha sido que tanto las grandes como intermedias disponen de tranvía.

Esta diferencia en el grado de implantación es debida a que España se ha incorporado con posterioridad al fenómeno y la inversión destinada al tranvía aún no ha llegado a estas ciudades menores. Además, en el contexto económico en el que se encuentran los países del sur de Europa se tardará en alcanzar el nivel de implantación francés.

Por su parte, Portugal no tiene grandes urbes. Tan solo Lisboa y Porto son ciudades comparables a grandes urbes. Como se ha comentado, Lisboa no posee de una red de tranvías moderna y funcional, y por el contrario, Porto dispone de una de las mayores y más avanzadas redes tranviarias del mundo.

Son varios los factores que no han favorecido a la conversión a un moderno sistema de tranvías en Lisboa. Entre ellos está el orgullo que siente la ciudad por su sistema antiguo y su supervivencia en el tiempo. Además, la ciudad está delimitada dentro del perímetro histórico y no se ha extendido en los últimos años, lo que ha favorecido la expansión y el progreso urbanístico de ciudades satélite en su corona metropolitana como Loures, Odivelas o Amadora (ciudad con tranvía). A todo esto, se añade el hecho de que el centro de la ciudad se asienta sobre un terreno muy accidentado con pendientes elevadas. Todo este contexto, no ha favorecido a la conversión o construcción de una red tranviaria moderna extensa.

Básicamente, el área metropolitana de Lisboa y Porto son las únicas conurbaciones urbanas con poblaciones que justifiquen servicios de tranvía. El resto de ciudades lusas se encuentran por debajo de las 120.000 personas y no han encontrado impulso a la implantación del tranvía.

REINO UNIDO E IRLANDA

La tercera ciudad en población del Reino Unido no tiene tranvía. Se trata de Glasgow, en Escocia, al norte de la isla de Gran Bretaña. Dentro de la ciudad de Glasgow viven aproximadamente unas 600.000 personas, pero está rodeado de muchos municipios anexos que hacen ascender la cifra de habitantes hasta 1,2 millones. Incluso, el área de influencia económica y cultural de la ciudad llega a los 2,5 millones, convirtiéndola en una gran urbe.

La mayoría de ciudades británicas son ciudades poco compactas y que se extienden enormemente en el territorio. Suelen ser urbes con multitud de barrios residenciales de baja densidad. Glasgow no es una excepción y si se toma el centro urbano como referencia, la ciudad se encuentra urbanizada en 25 kilómetros a la redonda. Si tomamos el término municipal de la ciudad de Glasgow, la densidad de población es de unos 3.200 habitantes/km². En cambio, una ciudad típicamente mediterránea compacta como Barcelona tiene una densidad mucho más elevada, llegando a los 15.000 habitantes/km². Esta alta densidad hace a una ciudad mucho más sostenible, ya que se producen economías de escala en los servicios urbanos.

La baja densidad de Glasgow se debe a proyectos urbanísticos de relocalización de la población en ambientes suburbanos promovidos en la década de 1960.

Esta gran dispersión en el territorio dificulta la implantación de sistemas de transporte de capacidad intermedia y obliga a la implantación de grandes infraestructuras viarias y servicios ferroviarios de alta densidad (cercanías). Éste es el caso de Glasgow, ya que dispone de la segunda red de cercanías de Reino Unido, solo por detrás de Londres. Hay un proyecto en mente, parecido al tranvía, de implantación de un servicio de BRT (Bus Rapid Transit, bus de alta capacidad) pero no acabar de despegar.

Una situación parecida viven ciudades como Leeds o Liverpool, con unas poblaciones muy altas si se tiene en cuenta el área metropolitana, pero de baja densidad. La estructura de estas ciudades es parecida a la de Glasgow, fuertes infraestructuras viarias y de cercanías para servir las zonas suburbanas y en el centro autobuses para completar la oferta de transporte.

Por este motivo, los tranvías que se han implantado recientemente en Gran Bretaña son del tipo tren ligero, que atraviesan zonas suburbanas. Con las características propias del servicio: paradas más separadas, líneas de gran longitud y estaciones más elaboradas.

Por lo que respecta a Irlanda, las poblaciones son mucho más pequeñas que en Reino Unido. La segunda ciudad del país es Cork con una población de 120.000 habitantes en la ciudad y el doble contando el área metropolitana. El transporte de la ciudad se reduce a buses. El resto de ciudades irlandesas no superan los 100.000 habitantes, lo que hace ciertamente difícil la rentabilidad de un tranvía.

ALEMANIA

Como hemos visto, la presencia del tranvía en Alemania es masiva gracias a que no se sumó a las políticas de abandonamiento que seguían otros países europeos.

Verdaderamente, son muy pocas las ciudades alemanas sin tranvía. Destaca por encima de las demás la ciudad de Hamburgo, la segunda del país, con una población de 1,8 millones y 4,3 en su área metropolitana. Hamburgo apostó en 1978 por cerrar las líneas tranviarias por considerarlas desfasadas y convirtió el tren de cercanías en el eje de la movilidad de la ciudad. Completa la oferta con una red muy extensa de bus que cubre las necesidades de movilidad en el centro de la ciudad. En este contexto de red de transportes existente tan mallada y que funciona bien, el tranvía aún no ha encontrado el hueco para su reintroducción.

Ciudades de este tamaño en Alemania sin tranvía, son casos prácticamente aislados y su cierre, junto a las de Kiel, Aachen o Bremerhaven en aquella época, quedaron fuera totalmente de la tendencia alemana. Estas ciudades alemanas barajan su reintroducción en su forma moderna.

ITALIA

La ciudad más importante de Italia sin tranvía es Génova. Esta localidad se encuentra en la costa mediterránea, al noroeste del país y tiene una población aproximada de 600.000 habitantes y en su área metropolitana de 1,4 millones. En plena eclosión del tranvía, tuvo una red, pero en la actualidad solamente quedan pequeños sistemas ferroviarios más bien de tipo cremallera. Génova elimina el tranvía en 1966 por considerarlo un obstáculo. Como Génova hicieron el resto de ciudades menores. En la actualidad, las autoridades planean convertir líneas de ferrocarril urbano en servicios de metro ligero más cercanos al tranvía.

Las redes tranviarias de las cuatro principales ciudades del país se han mantenido en su versión clásica y hoy en día se están modernizando ampliamente. Es en el resto de ciudades, no tan grandes, donde el nuevo tranvía está llegando en la actualidad.

Como en España, el número de ciudades entre 200.000 y 500.000 habitantes es alto y no todas ellas gozan de tranvía moderno. Italia, como España, ha llegado más tarde al fenómeno de nuevo tranvía que Francia y ello explica la ausencia del tranvía en ciudades importantes. Sin embargo, hay un buen número de ciudades con posibilidades de incorporarlo en los siguientes años.

OTRAS CIUDADES IMPORTANTES

En el entorno del Benelux no se observan grandes ciudades sin tranvía.

En los Países Bajos, Eindhoven (240.000 habitantes), al sur del país, es la mayor ciudad del país fuera de la región de Randstad. Es la única ciudad destacada del país sin servicio de tranvía. La ciudad es servida principalmente por líneas de bus. Además, dispone de dos líneas de un sistema muy moderno de autobuses de altas prestaciones y capacidad, a caballo entre un tranvía y un bus.

En Bélgica, es la ciudad de Lieja (200.000 habitantes) la mayor que no dispone de servicio tranviario. Sin embargo, ya tiene planes para construir una línea de tranvía moderno en los próximos años.

Por tanto, el nivel de implantación para ciudades importantes del Benelux es total. Para el resto de ciudades, una red de bus es suficiente y se complementa con un elevado uso de la bicicleta.

En Suiza y Austria sucede el mismo fenómeno. Hemos de irnos a la sexta ciudad de Suiza para encontrar la mayor urbe sin tranvía. Se trata de una pequeña localidad, Winterthur (100.000 habitantes), que basa su sistema de transporte urbano en la red de trolebuses. En Austria, Salzburgo (150.000 habitantes) es la ciudad más destacada sin tranvía. En cambio, dispone de una moderna red de trolebuses y buses.

De los países escandinavos destaca Copenhague como la única ciudad importante sin tranvía en la región. Es una gran ciudad con 1.200.000 habitantes en la ciudad y casi dos millones contando el área metropolitana. Tuvo una red de tranvías extensa pero el automóvil y el autobús le fue ganando popularidad hasta que, en 1972, se clausuró. Su oferta de transportes colectivos en la actualidad se asienta sobre una potente red de trenes, buses y una red de metro recién inaugurada. Además de esto, es una de las ciudades que más uso y prioridad le da a la bicicleta, siendo un verdadero referente mundial.

Durante la fase de planeamiento de esta red de metro nueva se valoró construir una red de tranvía en vez de un metro, pero se encontraron bastantes dificultades para conseguir prioridad de paso para el tranvía y se descartó por ofrecer bajas velocidades comerciales.

En el resto de países de Europa, en la banda oriental, no se observan ciudades relevantes sin la presencia del tranvía. La poca modernización de los sistemas de estos países se explica por la falta de recursos económicos.

7. Balance personal del fenómeno

Este apartado es un balance personal del autor de la tesina en el que se desgranar los aspectos que considero importantes del tranvía en Europa y los escenarios y medidas de acompañamiento que favorecen su implantación y posterior explotación.

7.1 BALANCE TÉCNICO

El nuevo tranvía aporta una serie de características y ventajas que hacen cambiar radicalmente la idea de implantarlo en una ciudad hoy en día. El avance tecnológico tan inmenso que ha vivido el sector ferroviario en las últimas décadas ha revolucionado enormemente todos los preceptos e ideas preconcebidas que se tenían sobre el tranvía. Es necesario analizar los beneficios que comporta este avance antes de buscar los escenarios favorables al tranvía.

Se podría decir que sólo dos grandes características han sobrevivido a esta revolución: sigue circulando sobre raíles y la fuente de energía de sus motores es la electricidad.

La experiencia que nos ha dado la expansión vivida del tranvía en las últimas tres décadas, nos permite establecer unos rasgos básicos que comparten los servicios tranviarios modernos. Se pueden destacar nueve rasgos técnicos principales: es fiable, es rápido, es accesible, es cómodo, es de gran capacidad, es seguro, es respetuoso con el medio ambiente y promueve la renovación urbanística.

A continuación se argumentan los primeros ocho rasgos y el último merecerá mención aparte.

1. Fiabilidad

El avance principal del nuevo tranvía, con respecto al antiguo, es que discurre en la mayoría de su recorrido en vía segregada. Por tanto, la interacción del tranvía con otros modos de transporte se reduce a las intersecciones, donde es inevitable que otros vehículos motorizados, peatones y bicicletas crucen de un lado a otro la vía.

En estas intersecciones, se le suele dotar al tranvía de prioridad semafórica y por tanto, no depende su tiempo de recorrido del estado del tráfico motorizado, ya que es independiente.

Además, tenemos que añadir que en las estaciones la carga y descarga de usuarios se produce de forma muy rápida ya que al disponer de múltiples puertas repartidas en el tranvía, no se producen colas. La validación del billete tampoco es un motivo de demora en estaciones al haber varias máquinas validadoras dentro del tranvía o de forma menos común, en la propia estación.

Por otra parte, un buen mantenimiento del material móvil y de las vías hacen muy difícil que se produzca la avería de un tranvía. Si esto pasa, el material moderno del que hoy se dispone permite remolcar la unidad averiada fácilmente sin interferir demasiado en la circulación preestablecida.

Estos atributos hacen del tranvía un método de transporte en superficie de alta fiabilidad en el cumplimiento del horario establecido. Es equiparable, en fiabilidad, al metro. Esta seguridad permite sincronizar los horarios de transportes complementarios, como buses o metros, de una forma muy efectiva y que revierta en un bajo tiempo de transbordo para el usuario.

La sincronización de horarios es una medida más que mejora la experiencia del viajero y hace del transporte urbano un transporte de calidad.

2. Rapidez

La rapidez es otra consecuencia directa de lo comentado en el apartado anterior. La vía segregada del tráfico motorizado posibilita alcanzar altas velocidades entre estaciones. La infraestructura y el material móvil permiten que se alcancen velocidades de 70 u 80 kilómetros/hora manteniendo la comodidad del usuario del tranvía, pero como suele ocurrir en ambiente urbano por seguridad tiene un límite de velocidad que ronda los 50 kilómetros/hora en la mayoría de ciudades. Por otra parte, la prioridad semafórica de la que goza le hace perder poco tiempo en las intersecciones.

Pero como en todo análisis relacionado con transporte e incluso la ingeniería, el centro del estudio y para lo que trabajamos es el usuario del transporte. En este aspecto, el tranvía tiene las siguientes ventajas.

La mayoría de estudios cifran entre 20 y 25 kilómetros/hora la velocidad comercial del tranvía. Es bastante mayor que la del autobús que encuentra entre 10 y 12 kilómetros/hora. Por su parte, el metro desarrolla una velocidad comercial de entre 25 y 30 kilómetros/hora, dependiendo de la ciudad.

En cuanto a cobertura de paradas, las líneas de nueva concepción disponen de paradas cada 300 o 400 metros aproximadamente, dependiendo de la ciudad. En líneas de autobús, las paradas se encuentran separadas por entre 150 y 250 metros aproximadamente, mientras que el metro las suele tener cada 600 o 700 metros. Por tanto, combina un buen nivel de cobertura territorial y a la vez, puede mantener una alta velocidad comercial. Todo esto revierte en que el usuario llega antes al destino.

Por último, en el acceso a la estación y posteriormente al vehículo, el tranvía es indiscutiblemente el más rápido.

3. Accesibilidad

Como ya se ha comentado ampliamente en esta tesina, la distancia entre paradas, la configuración tan sencilla de las paradas y la característica de piso bajo y amplios interiores de los tranvías de última generación hace que sea un medio altamente accesible y amistoso con las personas de movilidad reducida.

4. Comodidad

La comodidad es otra característica que tradicionalmente no se ha valorado pero que en la actualidad, en la búsqueda de un transporte público urbano de calidad, cobra especial

importancia en el intento de fomentar el cambio modal del vehículo privado al transporte público.

La comodidad del uso del tranvía viene justificada por una serie de características.

La primera razón se encuentra fuera del propio tranvía. En las zonas por las que discurre el nuevo tranvía no suele circular el vehículo privado, incluidas las estaciones, por lo que la espera y la entrada/salida del tranvía se realiza en un entorno peatonal más tranquilo y menos ruidoso.

Por otra parte, el hecho de que circule en superficie es muy apreciado por los usuarios y se evita la tradicional falta de seguridad que se vive en la mayoría de metros del mundo.

Por último, el propio vehículo dispone de amplios interiores con espacio para personas en silla de ruedas o con carritos y la configuración de piso bajo de los nuevos tranvías facilita la entrada/salida de usuarios.

5. Capacidad

Primero hagámonos una idea de los vehículos actuales y sus capacidades.

Los autobuses normales tienen una capacidad de entre 120 pasajeros (simples) y 150 pasajeros (articulados). Los autobuses de altas prestaciones, que se han implementado en algunas ciudades (los llamados BRT), llegan a unas capacidades de hasta 210 pasajeros. En Eindhoven (Países Bajos) hay implementado un servicio de este tipo (fig. 52)



Figura 52. BRT de Eindhoven (Países Bajos).
Fuente: [14]

El rango de capacidades de los tranvías modernos va desde los 200 pasajeros para tranvías simples hasta 350 pasajeros en tranvías multiarticulados.

El metro, por su parte, depende del número de coches que compongan el metro pero suele rondar los 800 pasajeros de capacidad por metro.

Los estudios en cuanto a capacidad por hora y sentido existentes (*Light Rail for Liveable Cities, UITP*) definen una franja de pasajeros óptima donde el tren ligero o tranvía moderno es el perfecto modo de transporte.

Esta franja va aproximadamente desde los 3.000 hasta los 11.000 pasajeros/hora/sentido.

Una línea de autobuses empieza a tener problemas de funcionamiento a partir de los 4.000-5.000 pax/h/sentido ya que se empiezan a formar acordeones entre los autobuses y se deja de ofrecer un buen servicio. Además, proveer cada vez más buses provoca congestión para el resto de usuarios de la vía, polución y ruido.

En cambio para líneas de transportes con una gran exigencia de capacidad, por encima de los 10.000 pax/h/sentido, empieza a ser recomendable el uso de metros o servicios ferroviarios de mayor capacidad que los tranvías y se justifica su inversión.

Por lo tanto, el tranvía es el modo de transporte perfecto en cuanto a capacidades intermedias (3.000-11.000 pax/h/sentido). Por una parte, elimina las incomodidades e inconvenientes de una línea de bus que se ve saturada y por otra parte, permite ahorrarse la altísima inversión que supone el metro cuando la demanda de movilidad en una línea es alta, pero no suficiente como para justificar tal inversión.

6. Seguridad

El tranvía es indiscutiblemente uno de los transportes urbanos más seguros. Es, en muchas veces, más seguro que el automóvil y el número de accidentes en el que está involucrado es muy bajo.

Un estudio (*LRT, a safe means of transport*) realizado recientemente (2009) por la UITP (*Unión Internacional de Transporte Público*) en una serie de ciudades alemanas aporta datos sobre esta cuestión. En las ciudades en cuestión se producían una media de 0,4 accidentes por millón de personas/kilómetro, mientras que el tranvía solo se veía envuelto en 0,09 accidentes.

La principal razón de que sea tan seguro es la plataforma reservada que suelen tener los tranvías de nueva generación. Este hecho favorece su independencia de circulación y que la interacción con otros modos se reduzca a las intersecciones. Además, en la mayoría de intersecciones dispone de prioridad semafórica.

Cabe decir que el estudio mencionado anteriormente estaba realizado en ciudades alemanas y por tanto, la mayoría de redes de tranvía no disponen de plataforma reservada. Esto viene compensado por el hecho de que el tranvía lleva mucho tiempo implementado y se respeta su circulación por parte de los usuarios de la vía.

Es precisamente esta falta de costumbre en la presencia del tranvía en los países donde se ha implementado el tranvía moderno que provoca incidentes en la primera fase de servicio. Faltan mayores y mejores campañas de publicidad del sistema que se va a implementar para que todos los usuarios del espacio público sepan cómo comportarse ante el tranvía. La mayoría de accidentes se producen en la fase inicial del servicio y de éstos, la mayoría son por el mal comportamiento de los otros agentes implicados (generalmente peatones y conductores de coches).

En cambio, una vez un sistema tranviario se ha consolidado y la población se acostumbra a convivir con él, los accidentes o incidentes en que se ve envuelto disminuyen a niveles muy bajos.

7. Respeto al medioambiente

Otra ventaja del nuevo tranvía frente de los otros modos de transporte urbano es su eficiencia energética y la no emisión de gases contaminantes a nivel de calle.

Por una parte, el hecho de que sea de tracción eléctrica y circule sobre raíles lo hace más eficiente energéticamente que el automóvil o el autobús. Además, incorpora avances tecnológicos en esta dirección como la recuperación energética en las frenadas.

En la tabla 2 podemos ver el consumo energético de los transportes urbanos.

Uso energético por modo de transporte urbano (MJ/pax/km)			
Modo	Producción de vehículos	Combustible	Total
Bicicleta	0,5	0,3	0,8
Tren ligero / Tranvía moderno	0,7	1,4	2,1
Autobús	0,7	2,1	2,8
Ferrocarril de cercanías	0,9	1,9	2,8
Coche (gasolina)	1,4	3,0	4,4
Coche (diesel)	1,4	3,3	4,7

Tabla 2. Consumo energético de los modos de transporte urbano. Fuente: [16]

Como vemos en la citada tabla, solo la bicicleta es más eficiente energéticamente que el tranvía moderno. Hoy en día el coste del combustible es muy alto y por tanto, es un aspecto muy importante en la evaluación coste-beneficio de un proyecto de tranvía moderno.

Otro aspecto de ahorro en el uso de la energía es la propia infraestructura. Las paradas de tranvía no requieren de tanta iluminación como requieren las estaciones de metro. Además, las estaciones de metro necesitan sistemas de ventilación, escaleras mecánicas o ascensores, servicios que no requiere una estación de tranvía.

Por otro lado, hay que valorar positivamente el hecho de que el tranvía no emita gases contaminantes y nocivos al nivel de la calle. Estos pasan a producirse en los centros de generación de energía eléctrica, que suelen estar alejados de los centros urbanos y por tanto, no contribuyen a los niveles de contaminación atmosférica que sufren hoy en día las grandes urbes mundiales.

Por tanto, toda transferencia de pasajeros que provoque el tranvía desde modos de transporte más contaminantes será una mejora para el global de la población de las ciudades y su salud.

Síntesis del apartado

El tranvía moderno, o tren ligero como se le conoce estos días, aporta una serie de ventajas y mejoras de carácter funcional y técnico respecto al anterior tranvía que hacen de él un modo de transporte totalmente renovado.

El tranvía moderno se enmarca dentro de una política de optimización y perfeccionamiento de los transportes urbanos colectivos que logre un nivel de calidad en el servicio tal que haga reducir la dependencia actual que tienen las sociedades modernas del petróleo para hacer funcionar sus ciudades. En este contexto, el tranvía moderno representa uno de sus mejores baluartes por toda la serie de ventajas que se han comentado en este apartado.

7.2 BALANCE COMO AGENTE URBANIZADOR

Otro aspecto observado del tranvía moderno son los grandes cambios en el entorno urbano que provoca. Dado que es un aspecto de gran importancia, se analiza en este apartado aparte en profundidad.

Los principales efectos que provoca el tranvía moderno en la vertiente urbanística de las ciudades se pueden aglutinar en 3 grandes ejes:

1. Democratiza el uso de la calle y reparte de forma más equitativa el espacio público.
2. Ayuda a la rehabilitación y la mejora de entornos urbanos degradados.
3. Contribuye a frenar el avance de la ciudad difusa y a volver a la antigua ciudad compacta.

Democratiza el uso de la calle y reparte de forma más equitativa el espacio público

Para tener idea de los repartos modales en las ciudades europeas tomamos el caso de Barcelona. Según datos del Ayuntamiento, el reparto modal es el expresado en la tabla 3.

Reparto modal	BCN-BCN	BCN-Exterior	TOTAL
No motorizado	55,4%	3,3%	41,7%
Transporte público	29,5%	48,9%	34,6%
Transporte privado	15,1%	47,8%	23,7%

Tabla 3. Reparto modal en Barcelona. Fuente: [17]

Es decir, solo un cuarto del total de los desplazamientos en la ciudad de Barcelona se producen en transporte privado. En cambio, aproximadamente dos tercios del espacio público está destinado exclusivamente a la red vial.

Por tanto, es evidente el desequilibrio que se produce en el reparto del espacio público y sus usos. La implantación del tranvía es, en cierta forma, una forma de reajusta este reparto y convertirlo en más justo y equitativo.

Por otra parte, hay que recordar el uso mucho más eficiente del espacio público que realiza un tranvía frente a vehículos privados. Podemos hacer una estimación muy simple. Por ejemplo, 200 personas cabrían en un solo tranvía, pero requerirían tres o cuatro autobuses para poder transportar el mismo volumen de gente. Si comparamos con el coche, el contraste es aún mayor. Si suponemos un índice de 1,5 pax/coche que no es nada disparatado en los desplazamientos en una ciudad, necesitaríamos 134 automóviles.

Ayuda a la rehabilitación y la mejora de entornos urbanos degradados

Otro aspecto observado en esta nueva oleada de implantación del tranvía es el gran volumen de inversión que moviliza para reurbanizar la ciudad en las zonas por las que pasa el tranvía.

Francia es uno de los países que más cree en el tranvía como forma de regenerar la ciudad y darle un uso más cotidiano y no simplemente de paso. De las inversiones en construcción de las infraestructuras tranviarias en ese país, el 50% está destinado a regenerar el entorno

urbano que atraviesa, mientras que el 50% restante se invierte directamente en la infraestructura ferroviaria.

Toda esta inversión se destina, entre otros fines, a la creación de unas aceras más anchas, mejora de los servicios básicos (alcantarillado, redes eléctricas, etc), mejoras en el alumbrado público y adaptación del espacio público a las personas de movilidad reducida. Todas estas medidas son posibles gracias a la transferencia de espacio antes dedicado al vehículo privado.

Existen varios ejemplos de cómo zonas que habían quedado degradadas han mejorado sus condiciones y el precio del suelo se ha revalorizado.

Como se ha comentado, el principal país impulsor de estos beneficios es Francia. Estrasburgo ha visto como gran parte de su red vial se ha reducido y en muchas calles del centro urbano directamente solo puede circular peatones, bicicletas y el tranvía. En un principio, los comerciantes se mostraban reacios, ya que preveían que el corte de muchas calles al vehículo privado iba a influir negativamente en las ventas de sus negocios. Pasados unos pocos meses, se encontraban encantados con el cambio, ya que la eliminación del vehículo privado produjo un mayor tránsito de peatones y, al contrario de lo que pensaban, sus negocios funcionaron mejor.

Montpellier, otra ciudad destacada francesa, con 250.000 habitantes en su término municipal y 600.000 residentes en su área metropolitana, también ha utilizado el tranvía como herramienta para una amplia remodelación del aspecto y usos de la ciudad. En 2000, se inauguró la nueva red de tranvías que venía acompañada de una serie de medidas destinadas a mejorar el entorno urbano. Las estaciones de esta línea más alejadas del centro se las ha dotado de aparcamientos para bicicletas y automóviles para favorecer el uso multimodal de la red y para descongestionar la red vial del centro de tanto vehículo privado. De forma parecida a Estrasburgo, el centro se ha reconvertido en zona peatonal y la actividad comercial se ha revitalizado.

Lyon también ha vivido un proceso similar, pero no tan profundo ya que es una ciudad más grande y llega a los 2 millones de habitantes contando su área metropolitana y, en este caso la eliminación casi total de la red vial en el centro es imposible.

Por tanto, se observa que el efecto de remodelación del centro urbano de las ciudades por medio del tranvía es más viable en ciudades intermedias que en ciudades de mayor tamaño. En ciudades grandes (como Londres, Barcelona, Madrid, etc) la faceta remodeladora del tranvía podría tener principal aplicación en sectores degradados.

Un ejemplo de este tipo es Valencia. La ciudad tiene 800.000 habitantes y su área metropolitana casi 1.600.000. Valencia disponía antiguamente de una red de ferrocarriles de vía estrecha. Esta red, en la década de los 90 se reconvirtió en el metro que hoy en día abastece a la ciudad, excepto la línea 4 que circulaba entre El Grao de Valencia y Ademuz. Con el paso tiempo, esta zona norte de la ciudad se vio sometida a una gradual degradación urbanística. Al principio de la década de los 90 se pensó en recuperar el tranvía en forma moderna como catalizador de la renovación y mejora de estos barrios. En 1992, el proyecto recibió grandes cantidades de inversión que posibilitaban esta reforma urbanística y, dos años

después, en 1994 se inauguró la línea (fig. 53). En la actualidad, esta línea ha supuesto una mejora de la zona y la revalorización de los barrios.



Figura 53. Línea 4 del tranvía de Valencia. Fuente: [3]

Por lo tanto, este fenómeno lleva asociado la creación de espacios públicos de mayor calidad y con menores niveles de contaminación, ruido, inseguridad y demás efectos adversos del vehículo privado. Todo esto revierte en la mejora de la calidad de vida de los residentes, beneficia la actividad de los comercios y fomenta los desplazamientos a pie. En definitiva, el tranvía acerca la ciudad a los habitantes como antiguamente se producía.

Contribuye a frenar el avance de la ciudad difusa y a volver a la antigua ciudad compacta

En las últimas décadas, las políticas urbanísticas han favorecido la implantación de un modelo de ciudad difusa donde el espacio ocupado por la ciudad se ha incrementado enormemente sin apenas variar el volumen de población. Las ciudades grandes e intermedias se han expandido mediante urbanizaciones de baja densidad y se ha producido una transferencia de residentes del centro de las ciudades a centros suburbanos de ésta.

Este fenómeno se explica por diversas razones. La principal razón es la facilidad que se ha tenido en las últimas décadas por acceder a un sistema de transporte privado como es el automóvil. Disponer de vehículo privado permitía seguir trabajando dentro de los límites de la ciudad densa y con un gran mercado de trabajo y a la vez, residir en un entorno con mejores condiciones de vida como puede ser una urbanización a las afueras de una gran ciudad. Otra causa de este fenómeno ha sido la política de permisividad adoptada por los municipios, ya que para éstos significaba una suculenta fuente de financiación.

Esta política urbanística ha llevado a un modelo de centros suburbanos de baja densidad que se ha demostrado insostenible medioambientalmente. Un mayor tamaño de la ciudad implica una extensión de los servicios básicos como agua o electricidad y provoca unas necesidades de

movilidad de gran distancia cotidianas. Para hacer frente a toda esa movilidad, las autoridades han destinado mucha inversión de transportes en simplemente mejorar y ampliar la infraestructura viaria, descuidando la red de transporte público.

Todo ello deriva en una ciudad con un alto consumo de energía que no sería necesario mediante un crecimiento urbanístico planificado y de alta densidad.

En este contexto, el tranvía es una buena herramienta para devolver la escala humana a la ciudad y revalorizar de nuevo tramas urbanas consolidadas que habían comenzado a degradarse debido a la migración de población a las afueras. Como llevamos comentando a lo largo de este apartado, el tranvía incrementa la calidad de vida de la ciudad, lo que comporta una medida más al retorno de la ciudad compacta y sostenible que existía antiguamente. La reintroducción del tranvía siempre ha de pensarse dentro de la red de transporte público urbana y con el objetivo de hacer de ésta una buena forma de mantener la ciudad cohesionada.

7.3 ESCENARIOS FAVORABLES AL TRANVÍA Y MEDIDAS DE ACOMPAÑAMIENTO

En este apartado se trata de hacer una revisión de los casos analizados a lo largo de la tesina e identificar una serie de características comunes en los escenarios donde ha triunfado el tranvía y donde no ha tenido el éxito esperado. También se explicarán una serie de medidas que han acompañado su implantación y han tenido efectos en su trayectoria.

Grandes ciudades (más de un millón de habitantes)

Grandes aglomeraciones urbanas como Berlín, Milán, Roma, Múnich o Viena (todas ellas con más de 2 millones de habitantes) nos han demostrado que grandes ciudades en el siglo XXI pueden funcionar perfectamente con redes de tranvía muy extensas. Viena con 184,1 kilómetros de vía de tranvía o Milán con 150 tienen en el tranvía uno de los ejes básicos en su política de movilidad urbana.

Nótese que estas enormes redes tranviarias solo pueden encontrarse en países donde se apostó por el mantenimiento de las líneas de tranvía durante el siglo XX y la estructura de la red actual es el producto de muchos años de ampliación y mantenimiento. Estas redes, y en general todas las redes de los países con tradición de tranvía, gozan de una gran ventaja en la actualidad de cara a disponer del tranvía moderno y todas sus ventajas.

La receta para ciudades importantes con tradición de tranvía es invertir en adaptar la infraestructura de sus redes para que puedan circular vehículos de nueva generación, por ejemplo mediante la segregación de tramos conflictivos o proporcionarle al tranvía prioridad de alguna determinada forma. El objetivo es que con ello, se pueda pasar al nuevo modelo de explotación del tranvía moderno y aprovechar todas sus ventajas.

La extensión de estas líneas siempre ha de ser dentro de la visión completa del sistema de transporte urbano colectivo y ha de tender a complementar la oferta de bus y metro. El objetivo tiene que ser reducir el uso del automóvil y no entrar en competencia con los otros modos colectivos.

El tiempo le ha dado la razón a estas grandes ciudades en el mantenimiento de sus líneas tranviarias ya que hoy en día, están en una posición mucho más aventajada que sus homólogas europeas en el diseño de una red de transportes urbanos de calidad y sostenible.

Por otra parte, nos encontramos que las grandes ciudades de los países que eliminaron el tranvía han optado por reintroducirlo, pero de forma modesta. En este grupo podríamos englobar las dos grandes megalópolis, que son Londres y París, y otras ciudades muy importantes a nivel europeo como Madrid, Barcelona o Atenas.

En estas ciudades de gran relevancia se ha optado por reintroducir el tranvía. Sin embargo, la forma de insertar hoy en día el tranvía no es tan fácil como en la primera era del tranvía. Estas ciudades, por el hecho de haber prescindido del tranvía, han desarrollado una red de metro mucho más mallada que sus homólogas europeas y la infraestructura viaria es predominante en superficie. Por tanto, las recomendaciones y directrices que se le han de dar a estas ciudades son diferentes.

En estas grandes urbes europeas se suele identificar un centro urbano histórico y a su alrededor una serie de barrios más recientes o zonas suburbanas. Estos centros suburbanos acaban teniendo, debido a su desarrollo, unas necesidades altas de movilidad hacia el centro urbano y de forma orbital y muchas veces, se acaba barajando la posibilidad de ampliar las líneas de metro, ya bien con la construcción de nuevas líneas o extendiendo las existentes. Otras veces se opta por dotarlas de líneas de bus.

Estas zonas suburbanas son el perfecto escenario para reintroducir el tranvía en las grandes urbes europeas.

Por una parte, estas líneas de tranvía han de estar destinadas a conectar estos barrios periféricos con la malla de metro que sirve al centro urbano. De esta forma, se integraría al conjunto de la ciudad en una red de transporte ferroviario que cubra las necesidades de movilidad principales de toda la ciudad ofreciendo un sistema de transporte de calidad. Con esto se provocaría el cambio modal desde el vehículo privado y se descongestionaría los centros urbanos de estas ciudades. De esta forma, las líneas de bus ofrecerían un mejor servicio. Es lo que se ha hecho en Barcelona o Madrid.

Por otra parte, también sería interesante el tranvía para enlazar de forma orbital estos barrios y que no sean simplemente suburbios con alta dependencia del centro. De esta forma, se cohesionaría la ciudad y se frenaría su expansión urbanística. En este sentido, el tranvía puede ofrecer un servicio de media capacidad de más calidad que el bus y mucho más barato que una línea de metro. Por tanto, cuando se piensa en la extensión de la red de metro en una gran urbe se ha de valorar la posibilidad de emplear el tranvía ya que la demanda de viajeros no será tanta alta como en el centro y quizá no justifique las extensiones de metro y su gran inversión. Esta política de red orbital se ha llevado a cabo en París con la línea de tranvía T1 y T2.

A todo esto hay que añadir que los barrios suburbanos suelen ser de una densidad de población menor que el centro de la ciudad y la infraestructura urbana suele tener espacio para la instalación de un tranvía.

Otra cuestión es la introducción del tranvía en los centros de estas ciudades. Obviamente, su inserción en la trama urbana que durante años no han contado con su presencia y que no se superponga al metro son los mayores desafíos.

En mi opinión, su implantación ha de venir justificada por carencias de la red actual de metro, ya que no sería razonable, desde el punto de vista del interés general, invertir en superponer ambas redes. En cambio, la red de autobuses es mucho más flexible en su planificación para las autoridades del transporte ya que la infraestructura que requiere el autobús es muy barata.

Principalmente, debería ponerse el foco sobre las líneas de autobús actual que presenten grados elevados de saturación, ya que son un buen indicador de las mayores necesidades de movilidad en superficie. La sustitución de estas líneas de bus por el tranvía ayudaría a ofrecer mejor y mayor servicio a los usuarios de esas líneas y a la vez, liberar recursos a las autoridades del autobús para ofrecer un servicio de capilaridad mejor.

Una buena recomendación para insertar el tranvía en la trama urbana sería hacerlo pasar por las grandes avenidas o ejes viarios del centro de las ciudades (por ejemplo, la avenida Diagonal en Barcelona) ya que disponen de más espacio que el resto de calles secundarias. Además, la mayoría de líneas de bus de gran capacidad suelen emplear estas avenidas y por tanto, el espacio que requiere el tranvía sería en parte cedido por el vehículo privado pero también por el autobús.

El objetivo en estas grandes urbes es crear una red integrada y jerarquizada de transportes urbanos colectivos en la que se aproveche lo mejor de cada uno: la gran capacidad del metro, los beneficios en superficie descritos en esta tesina del tranvía y la capilaridad del autobús. Obviamente, sin olvidar por completo la red vial que tan importante es en servicios de emergencias como ambulancias o bomberos.

Ciudades intermedias (entre 250.000 y un millón de habitantes)

Es este segmento de ciudades donde el tranvía moderno ha desplegado todo su potencial y se ha mostrado más efectivo. Principalmente, por dos motivos: suele darse la demanda suficiente en varios corredores de la ciudad y los problemas para integrarlo en la trama urbana son mucho menores que en una gran ciudad.

Francia es un perfecto banco de datos para sacar conclusiones de implantación del tranvía en ciudades intermedias, ya que se compone de un gran número.

Lyon, con medio millón en la ciudad y casi dos millones contando el área metropolitana, es uno de los mejores ejemplos. Lyon disponía de una red de metro de 4 líneas con un total de 30 kilómetros de extensión. En cambio, en superficie los transportes colectivos no eran realmente apreciados y el automóvil era el eje de la movilidad en superficie. Para tratar de frenar este uso intensivo del automóvil, se decidió complementar la red de metro con una red de tranvía en superficie. Pero la medida no quedó solo ahí, se redujo mucho espacio dedicado al automóvil para hacer pasar el tranvía y ampliar las zonas peatonales. Se quiso emplear el tranvía como catalizador de mejora de toda la red de transporte público colectivo y para ello se construyeron intercambiadores para favorecer el intercambio modal. Con estas medidas, Lyon dio un impulso a sus redes de trolebús, autobús y metro ya existentes y hoy en día, se hace un uso intensivo de la red en detrimento del automóvil.

Por tanto, la implementación del tranvía es aconsejable que venga acompañada de intercambiadores, como por ejemplo Park&Ride, que favorezcan el uso multimodal de la red de transportes públicos.

Otra medida que se ha observado que resulta vital para que la población vea más atractivo el transporte colectivo urbano y fomente su utilización es la instauración de políticas tarifarias integradas que hagan ver la red como un conjunto y no se produzca competencia entre los propios modos.

Si se apuesta en esta dirección se puede esperar un descenso en el tráfico y la congestión en la ciudad, lo que facilita a peatonalizar grandes espacios. Se ha demostrado con los casos franceses de Lyon, Estrasburgo o Nantes que convertir zonas comerciales en peatonales no es

perjudicial para los comercios. Al contrario, sin el coche se crea un ambiente más confortable y humano que favorece al comercio.

El tamaño medio de estas ciudades es el motivo por el cual el tranvía puede dar un salto mayor en la calidad de vida de los residentes. Es complicado peatonalizar zonas donde ahora domina el coche en grandes ciudades, pero en intermedias, se ha comprobado efectivo.

Zurich es un ejemplo más de cómo una ciudad intermedia (400.000 habitantes en la ciudad y 1 millón en el área metropolitana) es capaz de hacer un uso intenso de la red de tranvía, incluso con la morfología de la red del antiguo tranvía (fig. 54). Suiza es un país con una democracia altamente participativa y respecto a los transportes públicos, la ciudadanía siempre ha mostrado su preferencia por los transportes colectivos en superficie antes que el coche o el metro. Esto muestra que, con el tiempo, el tranvía es un medio altamente aceptado.



Figura 54. Tranvía de Zurich (Suiza) Fuente: [7]

Para las ciudades menos pobladas de esta categoría y que no tengan metro, se podría estudiar si un sistema de capacidad media como una red de tranvías podría ser suficiente para la movilidad requerida en la ciudad. De esta forma, se podrían ahorrar la construcción de líneas de metro que tan costosas son.

Ciudades pequeñas (menos de 250.000 habitantes)

Estas ciudades son las que más estudios objetivos de demanda han de realizar antes de emprender una inversión alta como supone un tranvía y su posterior mantenimiento.

Para las ciudades que rondan los 250.000 habitantes y tienen problemas de congestión en la red viaria, el tranvía puede ser una buena opción para algún eje sobrecargado. Pero no se puede pretender establecer grandes redes en este tipo de ciudades. Como se ha comentado anteriormente, se requiere aproximadamente una demanda de 3.000 pasajeros/hora/sentido para que el servicio de tranvía sea rentable.

Burdeos en Francia, Vitoria en España o Nottingham en Reino Unido pertenecen a este grupo de ciudades en las que se ha introducido el tranvía en el centro urbano acompañado de medidas de restricción de automóvil y promoción de la bicicleta y los desplazamientos a pie. En las tres ciudades ha triunfado después de las desconfianzas iniciales.

Otro escenario favorable a la implantación del tranvía es la existencia de dos ciudades de este tamaño a poca distancia. La cercanía de dos núcleos urbanos de este tipo genera una demanda de movilidad muy concreta. Si una línea de autobuses no es suficiente para la demanda, podría estar justificada una línea de tranvía.

Éste es el caso de Tenerife. Santa Cruz de Tenerife (220.000 habitantes) y San Cristóbal de La Laguna (130.000) se encuentran prácticamente unidos y diariamente, se registra un gran flujo de personas entre ambas localidades. La red vial comenzaba a dar síntomas de saturación y en 2007, se inauguró la línea de tranvía que venía a solventar este problema de movilidad. En la actualidad, las cifras de viajeros son un éxito.

Bergamo, en Italia, también tiene una línea de este tipo. La ciudad tiene 120.000 habitantes y está dividida en dos núcleos urbanos diferenciados. La ciudad sufría grandes problemas de tráfico derivado de esta separación. Se consiguió arreglar en parte construyendo una línea tranviaria.

Por último, en Portugal tenemos otro ejemplo. El llamado *Metro Sul do Tejo* conecta las localidades cercanas a Lisboa de Almada (160.000) y Seixal (150.000).

Como se ha comentado antes, la sobreestimación de demanda en estas ciudades es peligrosa a la hora de evaluar un proyecto de tranvía por el gran volumen de inversión que requiere. En España tenemos casos de tranvías que no han tenido una demanda real posterior a su construcción que haya justificado su implantación.

Un ejemplo lo tenemos en la línea de Vélez-Málaga. Con 75.000 habitantes, Vélez-Málaga inauguró en 2006 la línea de tranvía que unía los dos centros urbanos que forman la localidad. Con el tiempo, se ha visto que los estudios de demanda no eran ajustados y el servicio en la actualidad es deficitario.

8. Síntesis y conclusiones

En este apartado se procede a hacer una síntesis de lo explicado a lo largo de la tesina y se destacan las principales conclusiones.

Tranvía clásico

El tranvía clásico, inventado al inicio del siglo XIX, se desarrolló técnicamente durante ese siglo. Sin embargo, el periodo 1880-1930 representa el periodo de mayor expansión y presencia del tranvía en las ciudades más importantes del mundo. Durante este periodo, el tranvía tuvo tan buena acogida como modo de transporte principalmente debido a que las ciudades ganaban cada vez más población y se necesitaba un medio de transporte de mayor capacidad que los existentes hasta el momento.

En este contexto, el tranvía suponía un avance técnico y funcional grande en comparación con los carruajes clásicos. Por su parte, los vehículos motorizados, como el automóvil o el autobús, aún no gozaban de la aceptación y la popularidad que si tenía el tranvía. El tranvía ofrecía un sistema de transporte barato y seguro para la población, facilitaba las relaciones socioeconómicas en las zonas urbanas y permitía una expansión física de la ciudad hacia entornos suburbanos.

Los años 20 marcan el inicio del declive del tranvía. Por una parte, la mano de obra y los materiales se encarecieron en exceso. Por otra banda, con la invención de la producción en serie y la mejora en fiabilidad del motor de explosión, el automóvil y el autobús comenzaban a ganar popularidad entre la población. El tranvía se veía como algo obsoleto y gran cantidad de ciudades apostaron por su eliminación de las calles.

A lo largo del siglo XX, la desaparición del tranvía no fue generalizada en Europa y se distinguen dos grandes tendencias:

1. Un grupo de países apostó por la supervivencia del tranvía ya que aún valoraba su potencial como modo de transporte. El país más representativo de este grupo es Alemania, pero también lo integran los países del Benelux, Suiza, Austria o los países del Este de Europa.
2. Otro grupo de países apostó por la desaparición de la mayoría de sus sistemas tranviarios. Este grupo engloba Francia, España, Reino Unido, Portugal e Italia, aunque éste último mantuvo las redes en las grandes ciudades.

Tranvía moderno

La principal diferencia del nuevo tranvía con el antiguo es el salto de calidad en la explotación que permite el hecho de discurrir por plataforma reservada. No por ello se convierte en una barrera infranqueable, ya que permite la permeabilidad de peatones y otros modos de forma segura. Adicionalmente, se le dota de prioridad semafórica en los pasos a nivel lo que independiza casi completamente la marcha del resto de modos.

El material móvil ha experimentado un gran avance técnico y poco tiene que ver con el antiguo tranvía. Desarrolla una gran velocidad, son de constitución ligera (y por tanto, más baratos), son de piso bajo lo que incrementa la accesibilidad y disponen de amplios interiores.

También se ha mejorado mucho en el campo de la infraestructura y superestructura. Las vías gozan de una mayor flexibilidad y su inserción en la trama urbana resulta más fácil. La infraestructura está formada por elementos livianos lo que resulta un ahorro en la construcción y facilita su convivencia con peatones y bicicletas. La superestructura está formada por elementos muy ligeros, lo que facilita su mantenimiento y reduce el impacto visual. Por otra parte, las estaciones no difieren prácticamente de una acera normal, lo que facilita su acceso y las hace muy baratas.

En los últimos años, está ganando popularidad los conceptos de tranvitrén y tren-tranvía. El primero es una modalidad de tranvía que, en ambiente suburbano, se introduce en las vías de ferrocarril tradicional. El segundo es el mismo concepto a la inversa, material pesado que aprovecha determinadas partes de la red de tranvía en entorno urbano.

Extensión actual de la red tranviaria europea

En la actualidad, se observa un gran contraste según el país en la implantación del tranvía.

Los países que mantuvieron el tranvía han ido modernizando sus líneas y su material móvil a un ritmo diferente, según las posibilidades económicas del país. Alemania pertenece a este grupo y, hoy en día, goza de una red modernizada. En cambio, los países del Este de Europa también pertenecen a este grupo, pero con un grado de modernización mucho menor.

Por otra parte, los países del Oeste de Europa como España, Reino Unido o Francia fueron los artífices de la desaparición del tranvía. Paradójicamente, en la actualidad son los máximos impulsores del nuevo tranvía renovado y donde se están realizando el mayor número de proyectos.

Debido a la gran implantación que tenía el antiguo tranvía en los países que lo han mantenido, las cifras del tranvía moderno no suponen una mayoría en el conjunto de la red, aun así no son nada despreciables. Las redes diseñadas con los nuevos estándares suman unos 1300 kilómetros (un 11% del total). El número de redes construidas es aproximadamente de 70. El reparto es el mostrado en la tabla 4.

Tipo de línea	Kilómetros	% del total
Tranvía convencional	10.197	88
Tranvía moderno	1.284,1	11

Tabla 4. Reparto de los kilómetros de red tranviaria europea.

Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

El mayor impulsor del nuevo tranvía es Francia, con un 32% de la red nueva. España, Reino Unido, Italia y Portugal son también protagonistas en el fenómeno.

De las líneas de tipo clásico, las que han renovado más su parque móvil y mejorado la infraestructura son las de los países de mayor capacidad económica: Alemania, Italia, Benelux,

Escandinavia, Suiza y Austria. Por su parte, los países del Este y Balcánicos no han modernizado prácticamente sus líneas.

Realidad de las ciudades con y sin tranvía

La tendencia en cuanto a la presencia del tranvía se explica a escala nacional mejor que a cualquier otra escala.

Obviamente las ciudades con mayor población son las que disponen de tranvía, pero con matices.

En los países con tradición de supervivencia del tranvía, las grandes ciudades como Berlín, Milán, Roma, Bruselas o Múnich suelen tener una red de tranvías muy extensa. La mayoría de ciudades intermedias de estos países (más de 100.000 habitantes) también suelen disponer de tranvía, pero no tan extenso como en estas grandes ciudades.

Las ciudades importantes sin presencia del tranvía en estos países son una minoría. Entre las más importantes se encuentran Hamburgo en Alemania, Génova en Italia o Copenhague en Dinamarca y las causas de su cierre fueron las mismas que en los países que desapareció el tranvía, es decir, percepción por las autoridades como un obstáculo al coche y transporte anticuado. Sin embargo, enmarcados dentro de la política de estos países, estos casos fueron raras excepciones. Las causas de su ausencia en la actualidad son las mismas que en las grandes ciudades de los países que si cerraron líneas, es decir, dieron mucha más importancia al coche privado y la reintroducción del tranvía es más complicada hoy en día.

En cambio, en los países que optaron por hacer desaparecer el tranvía, la tendencia observada es diferente. Las grandes ciudades de estos países han optado por la vuelta del tranvía, como es el caso de Londres, París, Barcelona, Madrid o Atenas. Sin embargo, estos sistemas tranviarios son muy recientes y el protagonismo que tienen dentro de la red de transporte colectivo urbano es limitado. La principal razón es que, durante estos años sin tranvía, la ciudad ha seguido creciendo y ampliando sus servicios de transporte, como el metro o el espacio dedicado al transporte privado. Por este motivo, el tranvía, hoy en día, solo puede acudir a resolver problemáticas concretas que antes se solucionaban ampliando las redes existentes, pero que en la actualidad el tranvía moderno es valorado como una alternativa. Sin embargo, es difícil que en los próximos años se convierta en uno de los ejes de la movilidad porque los otros medios ya han venido solucionando las grandes necesidades de transporte.

Por otra parte, en las ciudades intermedias o pequeñas es donde el impacto y los beneficios del nuevo tranvía se han notado más en estos países. La implantación del tranvía es más fácil en estas ciudades, ya que no han progresado tanto sus sistemas de transporte y el tranvía moderno les supone un salto de calidad que muchas ciudades necesitan. Por esta facilidad en su implantación, es el segmento de ciudades que más está invirtiendo en el nuevo tranvía. Francia posee una gran multitud de ciudades de tranvía moderno cubriendo casi la totalidad de las ciudades intermedias del país. España e Italia también tienen un numeroso grupo de ciudades de este segmento con tranvía moderno.

Balance personal del fenómeno

Con la multitud de experiencias vividas en los últimos años, el nuevo tranvía ha demostrado ser un modo de transporte en superficie fiable, rápido, accesible, cómodo, seguro y respetuoso con el medio ambiente. Por eso, desde mi punto de vista siempre que las demandas estén debidamente estimadas y justifiquen un rango de demanda de capacidad intermedia, se ha de fomentar el tranvía como modo complementario al metro y/o al bus dentro de los sistemas de transporte colectivo de una ciudad.

Otro aspecto destacable del tranvía es su faceta como agente urbanizador. En los siguientes puntos se sintetiza este razonamiento:

1. Democratiza el uso de la calle y reparte de forma más equilibrada el espacio público.
2. Ayuda a la rehabilitación de zonas degradadas y a la mejora del entorno urbano.
3. Contribuye a frenar el avance de la ciudad dispersa y a volver a la antigua ciudad compacta.

Los escenarios favorables al tranvía observados en esta tesina se sintetizan a continuación.

Grandes aglomeraciones urbanas como Berlín, Milán, Roma, Múnich o Viena (todas ellas con más de 2 millones de habitantes) nos han demostrado que grandes ciudades en el siglo XXI pueden funcionar perfectamente con redes de tranvía muy extensas.

La receta para ciudades importantes con tradición de tranvía es invertir en adaptar la infraestructura de sus redes para que puedan circular vehículos de nueva generación, por ejemplo, mediante la segregación de tramos conflictivos o proporcionándole al tranvía prioridad de alguna determinada forma. El objetivo es que, con ello, se pueda pasar al nuevo modelo de explotación del tranvía moderno y aprovechar todas sus ventajas.

Por otra parte, nos encontramos que las grandes ciudades de los países que eliminaron el tranvía han optado por reintroducirlo, pero de forma modesta. Es el caso de Londres, París, Barcelona, Madrid o Atenas. En estas ciudades, las nuevas líneas de tranvía han de venir a cubrir necesidades de la actual malla de transportes colectivos urbanos. Las principales funciones podrían ser conectar las zonas suburbanas sin cobertura de metro a la red de metro más presente en el centro urbano. Otro posible problema a solventar sería la sustitución de las líneas más saturadas de buses por líneas tranviarias. Estas líneas de buses más saturadas dan una buena pista sobre las necesidades básicas en superficie.

El objetivo en estas grandes urbes es crear una red integrada y jerarquizada de transportes urbanos colectivos en la que se aproveche lo mejor de cada uno: la gran capacidad del metro, los beneficios en superficie descritos en esta tesina del tranvía y la capilaridad del autobús. Juntos han de configurar una red de transporte colectivo de calidad que haga más atractivo su uso en detrimento del vehículo privado.

Para favorecer a cumplir este objetivo hay dos medidas casi imprescindibles:

1. La creación de tarifas integradas ayuda a que la percepción de la red, por parte de los usuarios, sea más unificada y se promueva el uso intermodal de la red.

2. Otro aspecto destacado es la construcción de intercambiadores de transporte en puntos importantes de la red. Por ejemplo, Park&Rides en estaciones importantes del tranvía a su paso por zonas suburbanas, así se consigue promover dejar el automóvil en esos intercambiadores y no entrar con él al centro urbano. Otra medida en este sentido son los aparcamientos para bicicletas cercanos a estaciones en el centro urbano.

Las ciudades intermedias (de 100.000 habitantes a un millón) es el segmento de ciudades donde el tranvía moderno ha desplegado todo su potencial y se ha mostrado más efectivo. La principal razón es que el margen de maniobra que se tiene a la hora de diseñar la red conjunta de transportes públicos colectivos es más amplio, lo que facilita enormemente dar un papel importante al tranvía dentro de la red actual.

Multitud de ejemplos han demostrado que puede provocar un descenso notable del uso del vehículo privado en estas ciudades sin crear problemas de movilidad. Paralelamente, se observa una mejora en la calidad de vida de la población y una revitalización del centro urbano por la mayor presencia de zonas peatonales.

Las ciudades pequeñas, por su parte, han de ser cuidadosas a la hora de implementar un servicio de tranvía y las redes no pueden ser tan ambiciosas como en las ciudades antes comentadas. Se han de efectuar estudios fiables que garanticen una explotación mínimamente rentable.

Otro escenario favorable a la implantación del tranvía es la existencia de dos ciudades de tamaño reducido a poca distancia. La cercanía de dos núcleos urbanos de este tipo genera una demanda de movilidad muy concreta. Si una línea de autobuses no es suficiente para la cubrir la demanda, podría estar justificada una línea de tranvía.

Bibliografía

Referencias bibliográficas de las imágenes

- [1] <http://www.welshwales.co.uk/mumbles_railway_swansea.htm>
- [2] <<http://www.transitmuseumeducation.org>>
- [3] <<http://www.wikipedia.org>>
- [4] <<http://www.birmingham.gov.uk>>
- [5] <<http://www.siemens.com>>
- [6] <<http://www.tramvia.org>>
- [7] <<http://public-transport.net>>
- [8] <<http://lrt.daxack.ca>>
- [9] <<http://www.trams-in-france.net>>
- [10] <<http://www.urbanrail.net>>
- [11] <<http://www.vivireltren.es>>
- [12] <<http://www.thetrams.co.uk>>
- [13] <<http://www.aecom.com>>
- [14] <<http://www.transportxtra.com>>

Referencias bibliográficas de las tablas y los gráficos

- [15] SALMERÓN I BOSCH, Carles (2009) *Els tramvies d'Europa, Crònica d'un retorn anunciat*, Ed. Terminus.
- [16] COLOMER, José V. e INSA, Ricardo (2006) *El consumo energético en el transporte urbano y el metropolitano. Los modos ferroviarios*, Revista Ingeniería y Territorio, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos nº 76, pp. 48-51.
- [17] Ajuntament de Barcelona (2011) *Dades bàsiques de mobilitat 2010*,

Bibliografía consultada

- B. McBRAYER David (2003) *Blurring the Light Rail Transit-Bus Rapid Transit Boundaries*, Transportation Research Circular E-C058: 9th National Light Rail Transit Conference, Portland (EEUU).
- BAREA P. y MARTÍNEZ O. *Comparación del proceso de implantación de sistemas de transporte público de capacidad intermedia en Francia, Reino Unido, España e Italia*, Tool Alfa.
- CASCAJO Rocío (2006) *Efectos sobre la movilidad de metros y tranvías*, Revista Ingeniería y Territorio, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos nº 76, pp. 40-47.
- CASCAJO Rocío (2004) *Socio-Environmental benefits of rail urban projects: An European Benchmarking*, TRANSyT, E.T.S.I.C.C.P. Universidad Politécnica de Madrid.
- COLOMER, José V. e INSA, Ricardo (2006) *El consumo energético en el transporte urbano y el metropolitano. Los modos ferroviarios*, Revista Ingeniería y Territorio, Colegio de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos nº 76, pp. 48-51.
- D. BOTTOMS, Glen (2003) *Continuing developments in Light Rail Transit in Western Europe: United Kingdom, France, Spain, Portugal and Italy*, Transportation Research Circular E-C058: 9th National Light Rail Transit Conference, Portland (EEUU).
- Department for Transport (2011) *Green light for light rail*.
- El regreso del tranvía*, La Vanguardia, Cuadernos Cívicos nº4.
- ESCUADERO PEÑA Natalia (2007) *El tranvía, hilo conductor de una política de reorganización de los espacios de la ciudad*, Ideas Sostenibles, Universidad Católica de Louvain, Bélgica.
- ERRAC (2004) *Light Rail and Metro systems in Europe: Current market, perspectives and research implication*.
- European Environment Agency (2006) *La expansión urbana descontrolada en Europa*, EEA Briefing.
- GARCÍA JIMÉNEZ, Susana (2010) *El tranvía, un medio de transporte en auge*, Revista Cauce nº150 pp. 6-15.
- HERNÁNDEZ, José Luis (2006) *La derrota provisional de los ferrocarriles urbanos frente al automóvil: La eliminación del tranvía y el triunfo del autobús en España a mediados del siglo XX*, IV Congreso Historia Ferroviaria, Málaga 2006.
- HYLÉN B. y PHAROAH T. (2002) *Making Tracks - Light Rail in England and France*, VTI meddelande 926A, Swedish National Road and Transport Research Institute.
- KUHEN, Axel (2006) *Zwickau, Riverline, Seetalbahn Three countries, three approaches – but so much in common*, Revista Tramways & Urban Transit.

MARTÍNEZ ÁLVARO, Oscar *Tecnologías para el transporte urbano: Los tranvías y metros ligeros* Vía Libre.

NOVALES O. Margarita et al. *Tranvía y ferrocarril de vía estrecha: de la competencia a la integración*, Universidade da Coruña.

SALMERÓN I BOSCH, Carles (2009) *Els tramvies d'Europa, Crònica d'un retorn anunciat*, Ed. Terminus.

SIEMIATYCKI Matti (2006) *Return to the Rails: The Motivations for Building a Modern Tramway in Bilbao, Spain*, Research Paper 60, University of Glasgow, Oxford University.

TARTAJO, José Antonio (2006) *El ocaso de los tranvías modernos*, IV Congreso Historia Ferroviaria, Málaga 2006.

Tram-trains: Are they worth it? Revista Tramways & Urban Transit.

UITP (2001) *Light Rail for liveable cities*, Focus Paper.

UITP (2009) *Light Rail Transit –A Safe Means of Transport*, Core Brief.

UITP (2001) *Track sharing*, Core Brief.

M. ALBERTOS PUEBLA Juan et. al. (2010) *Tranvía y desarrollo urbano en ciudades medias. El caso de Gandía*, Universitat de València.

Páginas web consultadas

Documentación Fundación Ferrocarriles España <<http://www.docutren.com/index.html>>

European Commission Mobility & Transport <http://ec.europa.eu/transport/index_en.htm>

Light Rail Transit Association <<http://www.lrta.org/>>

Publicación Tramways & Urban Transit <<http://www.tramnews.net/>>

Revista La vie du rail <<http://www.ville-rail-transports.com/accueil>>

Revista Vía Libre <<http://www.vialibre.org/>>

The European Rail Research Advisory Council <<http://www.errac.org/>>

Transportation Research Record <<http://www.trb.org/>>

UIC (International Union of Railways) <<http://www.uic.org/>>

UITP (International Association of Public Transportation) <<http://www.uitp.org/>>

UK Department for Transport <<http://www.dft.gov.uk>>

Índice de figuras

Figura 1. Tranvía de la línea Mumbles-Swansea. Fuente: [1]	3
Figura 2. Tranvía de Nueva York de tracción animal. Fuente: [2]	4
Figura 3. Carril de garganta. Fuente: [3]	5
Figura 4. Tranvía con tracción a vapor en Birmingham, Reino Unido 1904. Fuente: [4]	6
Figura 5. Tranvía de cable en Melbourne (Australia) en 1904. Fuente: [3]	7
Figura 6. Tranvía de cable en San Francisco (EEUU) en la actualidad. Fuente: [3]	7
Figura 7. Primer tranvía eléctrico de la historia, en Lichterfelde (1881). Fuente: [5]	7
Figura 8. Desguace de tranvías retirados en EEUU en 1956. Fuente: [3]	10
Figura 9. Tranvía de Barcelona (línea TramBaix) en un tramo de la Diagonal en vía completamente segregada. Fuente: [6]	12
Figura 10. Tranvía de Barcelona (línea TramBaix) en un tramo de la Av. Diagonal dónde comparte espacio con el tráfico motorizado. Fuente: [6]	12
Figura 11. Tranvía en vía compartida con el tráfico rodado en Düsseldorf (Alemania). Fuente: [7]	13
Figura 12. Tranvía de Darmstadt (Alemania) equipado con 3 módulos. Fuente: [7]	14
Figura 13. Tranvía de piso bajo en Bilbao (Euskotran). Fuente: [7]	14
Figura 14. Pantógrafo del tren ligero de Minneapolis (Estados Unidos). Fuente: [8]	15
Figura 15. Amplios interiores del tren ligero de Atenas (Grecia). Fuente: [7]	15
Figura 16. Parada del tranvía de Estrasburgo (Francia). Fuente: [7]	16
Figura 17. Tranvía moderno en Zúrich (Suiza) empleando la superestructura del antiguo tranvía. Fuente: [7]	17
Figura 18. Tranvía de Clermont-Ferrand (Francia) con una superestructura minimalista. Fuente: [9]	17
Figura 19. Tranvía de Alicante circulando en plataforma reservada, en entorno urbano. Fuente: [10]	19
Figura 20. Tranvía de Alicante circulando por vía férrea compartida con material pesado, en entorno interurbano. Fuente: [10]	19
Figura 21. Tren-tranvía en Zwickau (Alemania). Fuente: [3]	20

Figura 22. Reparto de kilómetros de la red de tranvía europea. Fuente: elaboración propia a partir de los datos de [15]	23
Figura 23. Reparto de redes tranviarias europeas por países. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]	23
Figura 24. Reparto de kilómetros de línea según tipología. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]	25
Figura 25. Reparto de redes según tipología. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]	25
Figura 26. Reparto de kilómetros de la red de tranvía convencional europea. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]	26
Figura 27. Reparto de kilómetros de la red de tranvía moderno europea. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]	26
Figura 28. Reparto de kilómetros de tranvías de tipo turístico en Europa. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]	28
Figura 29. Reparto del parque móvil de tranvías según tipología. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]	28
Figura 30. Reparto de material móvil de nueva generación según tipología de la línea. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]	29
Figura 31. Grado de modernización del parque móvil en líneas convencionales. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]	30
Figura 32. Tranvía moderno de Nantes. Fuente: [9]	32
Figura 33. Orografía de Francia. Fuente: [3]	33
Figura 34. Tranvía de Marsella. Fuente: [7]	33
Figura 35. Tranvía de Estrasburgo en zona comercial restringida al acceso de vehículo privado. Fuente: [7]	34
Figura 36. Tranvía de Parla. Fuente: [11]	36
Figura 37. Metro ligero de Porto a su paso por el famoso puente D. Luis. Fuente: [3]	38
Figura 38. Tranvía de doble piso en Blackpool. Fuente: [12]	39
Figura 39. Tranvía tirado por caballos en la Isla de Man. Fuente: [3]	39
Figura 40. Tramlink de Croydon (Londres). Fuente: [6]	40
Figura 41. Tranvía de Edimburgo, en Escocia. Fuente: [3]	41
Figura 42. Tranvía de Dublín, conocido como Luas. Fuente: [13]	42

Figura 43. Línea urbana de tranvía en Karlsruhe. Fuente: [7]	44
Figura 44. Tranvía en Düsseldorf. Fuente: [7]	44
Figura 45. Tranvía de Milán, con material móvil nuevo. Fuente: [7]	47
Figura 46. Tranvía de Messina, de la compañía Alstom. Fuente: [3]	48
Figura 47. Servicio metropolitano RandstadRail, en la región de Randstad (Países Bajos). Fuente: [3]	49
Figura 48. Orografía de Austria. Fuente: [3]	51
Figura 49. Tranvía de última generación en Bergen (Noruega). Fuente: [3]	54
Figura 50. Tranvía de tipo clásico en Bucarest (Rumania). Fuente: [10]	56
Figura 51. Material antiguo en las líneas de Moscú. Fuente: [3]	59
Figura 52. BRT de Eindhoven (Países Bajos). Fuente: [14]	69
Figura 53. Línea 4 del tranvía de Valencia. Fuente: [3]	74
Figura 54. Tranvía de Zurich (Suiza) Fuente: [7]	79

Índice de tablas

Tabla 1. Agrupación de países considerada en esta tesina	22
Tabla 2. Consumo energético de los modos de transporte urbano. Fuente: [16]	71
Tabla 3. Reparto modal en Barcelona. Fuente: [17]	72
Tabla 4. Reparto de los kilómetros de red tranviaria europea. Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]	82

Anejos

ANEJO 1: Redes tranviarias europeas por países

País	Ciudades	Redes	Líneas	Kilómetros	Vehículos
Portugal	4	5	17	117,2	214
España	18	21	32	256,2	275
Francia	20	23	43	424,4	860
Italia	13	16	51	434,4	1165
Suiza	7	10	38	238,2	812
Austria	5	9	47	324,9	1199
Alemania	57	67	376	3136,1	5838
Bélgica	6	6	42	316,6	786
Países Bajos	6	9	44	365,2	746
Inglaterra	8	8	15	148,9	189
Escocia	1	1	1	18	27
Isla de Man	1	1	1	2,8	21
Irlanda	1	1	2	24	40
Noruega	3	3	8	58,6	92
Suecia	3	5	18	128	328
Finlandia	1	1	12	49,5	137
Polonia	14	16	187	939,3	3752
Rep. Checa	7	8	74	357,2	1883
Eslovaquia	3	3	29	74,3	361
Hungría	4	4	31	188,6	699
Croacia	2	2	17	70	448
Bosnia H.	1	1	7	14	72
Serbia	1	1	12	50	227
Rumania	15	15	96	416,4	1659
Bulgaria	1	2	16	105	328
Grecia	1	1	3	27	35
Turquía	1	4	6	54,6	245
Estonia	1	1	4	15	103
Letonia	3	3	15	83	324
Ucrania	24	25	184	1033	2876
Bielorrusia	4	4	21	89,7	364
Rusia Occidental	48	51	463	2056,7	8211
TOTAL	284	327	1912	11616,8	34316

Fuente: [15]

ANEJO 2: Redes tranviarias europeas de tipo convencional por países

País	Redes	Líneas	Kilómetros	Vehículos clásicos	Vehículos modernos	Vehículos TOTALES
Portugal						
España						
Francia	1	2	11,8		35	35
Italia	6	39	366,6	664	404	1068
Suiza	8	36	229,8	638	155	793
Austria	6	44	302,2	792	274	1066
Alemania	61	367	2950,4	3820	1932	5752
Bélgica	5	41	313,4	540	231	771
Países Bajos	7	41	317,2	440	229	669
Inglaterra						
Escocia						
Isla de Man						
Irlanda						
Noruega	2	7	48,8	48	32	80
Suecia	3	16	115,1	225	76	301
Finlandia	1	12	49,5	97	40	137
Polonia	16	187	939,3	3525	227	3752
Rep. Checa	8	74	357,2	1727	156	1883
Eslovaquia	3	29	74,3	355	6	361
Hungría	4	31	188,6	659	40	699
Croacia	2	17	70	345	103	448
Bosnia H.	1	7	14	72		72
Serbia	1	12	50	227		227
Rumania	15	96	416,4	1649	10	1659
Bulgaria	2	16	105	310	18	328
Grecia						
Turquía						
Estonia	1	4	15	103		103
Letonia	3	15	83	324		324
Ucrania	25	184	1033	2876		2876
Bielorrusia	4	21	89,7	224	140	364
Rusia Occidental	51	463	2056,7	8211		8211
TOTAL	236	1761	10197	27871	4108	31979

Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

ANEJO 3: Redes tranviarias europeas de tipo moderno por países

País	Redes	Líneas	Kilómetros	Vehículos
Portugal	2	8	73	126
España	18	29	244,4	242
Francia	22	41	412,6	825
Italia	6	8	51,9	76
Suiza	1	1	7,8	17
Austria	1	1	17,5	115
Alemania	4	7	171,8	68
Bélgica				
Países Bajos	2	3	48	77
Inglaterra	5	12	127,9	112
Escocia	1	1	18	27
Isla de Man				
Irlanda	1	2	24	40
Noruega	1	1	9,8	12
Suecia				
Finlandia				
Polonia				
Rep. Checa				
Eslovaquia				
Hungría				
Croacia				
Bosnia H.				
Serbia				
Rumania				
Bulgaria				
Grecia	1	3	27	35
Turquía	2	4	50,4	233
Estonia				
Letonia				
Ucrania				
Bielorrusia				
Rusia Occidental				
TOTAL	67	121	1284,1	2005

Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

ANEJO 4: Redes tranviarias europeas de tipo turístico por países

País	Redes	Líneas	Kilómetros	Vehículos
Portugal	3	9	44,2	88
España	3	3	11,8	33
Francia				
Italia	4	4	15,9	21
Suiza	1	1	0,6	2
Austria	2	2	5,2	18
Alemania	2	2	13,9	18
Bélgica	1	1	3,2	15
Países Bajos				
Inglaterra	3	3	21	77
Escocia				
Isla de Man	1	1	2,8	21
Irlanda				
Noruega				
Suecia	2	2	12,9	27
Finlandia				
Polonia				
Rep. Checa				
Eslovaquia				
Hungría				
Croacia				
Bosnia H.				
Serbia				
Rumania				
Bulgaria				
Grecia				
Turquía	2	2	4,2	12
Estonia				
Letonia				
Ucrania				
Bielorrusia				
Rusia Occidental				
TOTAL	24	30	135,7	332

Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

ANEJO 5: Redes tranviarias europeas por países agrupados

País	Ciudades	Redes	Líneas	Kilómetros	Vehículos
España y Portugal	22	26	49	373,4	489
Francia	20	23	43	424,4	860
Italia	13	16	51	434,4	1165
Suiza y Austria	12	19	85	563,1	2011
Alemania	57	67	376	3136,1	5838
Benelux	12	15	86	681,8	1532
Islas Británicas	11	11	19	193,7	277
Escandinavia	7	9	38	236,1	557
Europa Central	28	31	321	1559,4	6695
Países Balcánicos	22	26	157	737	3014
Europa Oriental y Países Bálticos	80	84	687	3277,4	11878
TOTAL	284	327	1912	11616,8	34316

Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

ANEJO 6: Redes tranviarias europeas de tipo convencional por países agrupados

País	Redes	Líneas	Kilómetros	Vehículos clásicos	Vehículos modernos	Vehículos TOTALES
España y Portugal						
Francia	1	2	11,8		35	35
Italia	6	39	366,6	664	404	1068
Suiza y Austria	14	80	532	1430	429	1859
Alemania	61	367	2950,4	3820	1932	5752
Benelux	12	82	630,6	980	460	1440
Islas Británicas						
Escandinavia	6	35	213,4	370	148	518
Europa Central	31	321	1559,4	6266	429	6695
Países Balcánicos	21	148	655,4	2603	131	2734
Europa Oriental y Países Bálticos	84	687	3277,4	11738	140	11878
TOTAL	236	1761	10197	27871	4108	31979

Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

ANEJO 7: Redes tranviarias europeas de tipo moderno por países agrupados

País	Redes	Líneas	Kilómetros	Vehículos
España y Portugal	20	37	317,4	368
Francia	22	41	412,6	825
Italia	6	8	51,9	76
Suiza y Austria	2	2	25,3	132
Alemania	4	7	171,8	68
Benelux	2	3	48	77
Islas Británicas	7	15	169,9	179
Escandinavia	1	1	9,8	12
Europa Central				
Países Balcánicos	3	7	77,4	268
Europa Oriental y Países Bálticos				
TOTAL	67	121	1284,1	2005

Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

ANEJO 8: Redes tranviarias europeas de tipo turístico por países agrupados

País	Redes	Líneas	Kilómetros	Vehículos
España y Portugal	6	12	56	121
Francia				
Italia	4	4	15,9	21
Suiza y Austria	3	3	5,8	20
Alemania	2	2	13,9	18
Benelux	1	1	3,2	15
Islas Británicas	4	4	23,8	98
Escandinavia	2	2	12,9	27
Europa Central				
Países Balcánicos	2	2	4,2	12
Europa Oriental y Países Bálticos				
TOTAL	24	30	135,7	332

Fuente: elaboración propia a partir de datos de [15]

