

La bicicleta pública como parte del transporte multimodal en el área metropolitana de Madrid

The public bicycle as part of the multimodal transport in Madrid metropolitan area

DOI: [10.20868/tf.2022.20.5140](https://doi.org/10.20868/tf.2022.20.5140)

Beatriz Martínez Rico (autora) [▲]

Avance de tesis doctoral: 20.04.2023

Director: Francisco José Lamíquiz Daudén

Resumen

Hoy en día la tendencia de la movilidad sostenible orienta la ciudad hacia el urbanismo de proximidad, promoviendo los viajes a pie y en bicicleta. Los investigadores han puesto el foco en el centro de las ciudades; sin embargo, la extensión de las grandes metrópolis va más allá de su centro y se crean pequeños centros periféricos que hacen que los tiempos y las distancias en estas ciudades dispersas se multipliquen. El reto está, por tanto, en conseguir la proximidad en las ciudades en su conjunto, y no únicamente en sus centros. En este contexto juega un papel fundamental el transporte multimodal, es decir, la combinación de varios modos de transporte en un único viaje. En este artículo se demuestra el potencial de la bicicleta pública dentro del mismo. Como casos de estudio se toman cinco municipios del área metropolitana de Madrid que cuentan con sistemas de bicicletas públicas, para poder extrapolar conclusiones y ayudar a la toma de decisiones de posibles políticas e infraestructuras a promover y desarrollar.

Palabras clave

Movilidad, multimodalidad, bicicleta pública, periferia, dispersión urbana, ciudad de proximidad.

Abstract

Nowadays, the tendency in terms of sustainable mobility orients the city towards urban proximity, promoting walking and cycling. Researchers have focused on the city centres; however, the extension of the large metropolises is much greater than just their centre and small peripheral centres are created, which makes the times and distances in these dispersed cities multiply. The challenge therefore is to achieve proximity in the cities as a whole, not only in their centres. In this context, multimodal transport, so the combination of several transport modes in a single trip, plays a fundamental role. This article demonstrates the potential of the public bicycle within it. The case studies are five municipalities in Madrid metropolitan area that have public bicycle systems, in order to be able to extrapolate the conclusions and help decision-making, to evaluate the possible policies and infrastructures to promote and develop.

Keywords

Mobility, multimodality, public bicycle, periphery, urban sprawl, proximity city.

▲ **Beatriz Martínez Rico** es alumna de doctorado del Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid.
bmartinezrico.archi@gmail.com

1. Introducción. Interés y oportunidad

Este artículo se enmarca en el contexto de una tesis doctoral titulada *"El despliegue de la bicicleta pública en áreas metropolitanas: Abordando el desafío del urbanismo de proximidad en la ciudad dispersa"*. Las bicicletas públicas surgieron en Ámsterdam a finales de los años 60 como una forma de protesta contra el creciente tráfico en las calles. Con el tiempo, se priorizó la seguridad, y en 2005 el sistema de anclaje de bicicletas públicas Vélo V de Lyon se convirtió en un modelo para otras ciudades. En España, Barcelona fue pionera al introducir su sistema Bicing en 2007 (Anaya, Douch y Castro, 2021). Hoy en día, la mayoría de las ciudades europeas cuentan con estos sistemas, y el número de publicaciones sobre el tema, en el centro de las ciudades, e incluso en áreas rurales (Yu et al., 2023), ha aumentado. En el caso de ciudades como Madrid, su verdadera entidad se extiende más allá de su núcleo central, abarcando un área metropolitana que alberga a seis millones de habitantes, apenas explorada en cuanto a la movilidad ciclista.

El objetivo principal de esta investigación es determinar si los sistemas de bicicletas públicas deben ser considerados como parte integral del transporte multimodal y analizar el papel que desempeñan en este contexto. Esta dimensión multimodal de los sistemas de bicicletas públicas es la combinación de diversos modos de transporte, entre ellos de la bicicleta, en un solo viaje (Olafsson, Nielsen y Carstensen, 2016). El artículo aborda primero el marco teórico, donde se revisa la literatura relacionada con el tema, y luego se enfoca en el análisis de la multimodalidad de los sistemas de bicicletas públicas en cinco municipios del área metropolitana de Madrid que han implementado estos sistemas. Estos municipios son Boadilla del Monte, Majadahonda, Leganés, Getafe y Rivas-Vaciamadrid. En la segunda parte, se introducen estos cinco casos de estudio, se describe la metodología del análisis, se presentan y analizan los resultados, y se culmina con las conclusiones.

2. Revisión bibliográfica: Bicicleta pública y multimodalidad

"Lo más importante es integrar la bicicleta como un auténtico medio de movilidad, dentro de la oferta de transporte público, consiguiendo así un objetivo hoy en día ineludible si de transporte sostenible hablamos" (López y Monzón, 2014). La multimodalidad ha sido una preocupación estratégica en la planificación del transporte durante décadas (Olafsson, Nielsen y Carstensen, 2016). Es crucial facilitar la conexión, no solo entre el centro y la periferia, sino también entre las áreas periféricas, rompiendo así el aislamiento al que conduce el modelo de dispersión urbana (Pozueta, Lamíquiz y Porto, 2009:100). En consecuencia, la implementación de sistemas de bicicletas públicas cerca de las estaciones y en áreas periféricas urbanas representa una oportunidad (Ma, Liu y Erdogan, 2015).

La bicicleta debe integrarse de manera coherente y gradual en el conjunto de los medios de transporte y en el esquema de generación de necesidades de desplazamiento urbano (López y Monzón, 2014; Pucher y Buehler, 2008). En la actualidad, la mayoría de los desplazamientos en bicicleta forman parte de viajes multimodales, en los cuales se integran con el transporte público, especialmente cuando las distancias son largas. No obstante, los indicadores y las políticas de infraestructura continúan siendo esencialmente unimodales, tratando cada modo por separado (Olafsson, Nielsen y Carstensen, 2016).

El objetivo de combinar la bicicleta y el transporte colectivo es fortalecerse mutuamente, sin competir en el mercado, ya que ubicar estaciones de bicicletas cerca de las estaciones de transporte público beneficia a ambos modos (Ma, Liu y Erdogan, 2015). Para la bicicleta, la conexión con el transporte colectivo permite cubrir distancias fuera de su alcance, mientras que, para el transporte colectivo, la bicicleta es un instrumento para ampliar su radio de cobertura (Revisión y actualización del Plan Director de Movilidad Ciclista de 2008, Ayuntamiento de Madrid, 2016). Además, es importante destacar la multimodalidad como un medio para lograr estilos de vida menos dependientes del automóvil (Olafsson, Nielsen y Carstensen, 2016; Pucher y Buehler, 2017). *"Es fuera de los automóviles, cuando se producen las relaciones más directas e intensas de las personas con el entorno físico y social"* (Pozueta, Lamíquiz y Porto, 2009:11). Además del transporte público, la alianza de la bicicleta con los peatones y sus objetivos comunes es fundamental.

La principal ventaja en comparación con las bicicletas privadas es su conveniencia, ya que facilitan el uso de diferentes modos de transporte en los viajes de ida y vuelta, permitiendo incluso viajes unidireccionales (Anaya, Douch y Castro, 2021; Kabra, Belavina y Girotra, 2018), lo que aumenta la accesibilidad al transporte público y proporciona la tan necesaria conexión de última milla. El problema de la primera milla y la última milla se refiere a la brecha de conexión entre el hogar/lugar de trabajo y la estación de transporte público (Ma, Liu y Erdogan, 2015). Por otro lado, los sistemas de bicicletas públicas superan algunas de las barreras del uso de la bicicleta, como el robo y el costo de adquisición y mantenimiento (Kabra, Belavina y Girotra, 2018).

Sin embargo, el mayor inconveniente de los sistemas de bicicletas públicas es su alto costo de implementación (Anaya, Douch y Castro, 2021). No obstante, desde una perspectiva de efectividad económica, si la mayoría de los desplazamientos en una zona son cortos, invertir en sistemas de bicicletas públicas compensa, ya que son más económicos en comparación con las líneas de autobuses o ferrocarriles (Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas, CROW, 2011). Otro desafío es el factor físico, especialmente en ciudades con pendientes pronunciadas como Madrid. Por esta razón, algunos sistemas de bicicletas públicas han introducido bicicletas eléctricas, lo que permite que incluso personas que nunca han montado en bicicleta comiencen a usarlas (Pucher y Buehler, 2008; Pucher y Buehler, 2017). *"El motor eléctrico es el instrumento de la perfecta igualdad, la única forma indiscutible de discriminación positiva"* (Augé, 2008:86).

En este contexto, las *Tecnologías de la Información y Comunicación* (TIC) ofrecen numerosas ventajas, como la capacidad de evaluar en tiempo real el tiempo de viaje con diferentes modos y sus combinaciones, la posibilidad de localizar estacionamientos de bicicletas y verificar su disponibilidad a través del teléfono móvil, las conexiones intermodales en las paradas de transporte público, y los nuevos teléfonos móviles que funcionan como tarjetas inteligentes, entre otros. En lo que respecta a las tarjetas para su uso, existe la posibilidad de que sirvan para varios propósitos, como el acceso al transporte público o el estacionamiento (López y Monzón, 2014).

En cuanto a las políticas emergentes, muchas tienen como objetivo promover el ciclismo hasta los puntos de conexión con el transporte público y los sistemas de bicicletas públicas (Parkes, Marsden, Shaheen y Cohen, 2013; Rietveld, 2000). Ejemplos de estas políticas incluyen la disponibilidad de bicicletas en empresas para sus empleados, descuentos fiscales, la integración con el transporte público y la introducción de sistemas de bicicletas públicas en el sistema de transporte, con la opción de ofrecer la primera hora gratuita para fomentar los viajes cortos y el transporte multimodal (López y Monzón, 2014; Muñoz, Monzón y Lois, 2013).

Además, se recomienda enfocar los esfuerzos en incrementar el uso sistemático de la bicicleta, especialmente en los desplazamientos al trabajo y a los lugares de estudio. En este tipo de experiencias es donde los usuarios incorporan nueva información a sus intenciones y comportamientos (Rondinella, Fernández-Heredia y Monzón, 2010). Programas específicos, como el *Día de la Bicicleta al Trabajo*, deberían ser implementados y respaldados por diversas administraciones y organizaciones (Muñoz, López y Monzón, 2014). Esto sucede en ciudades referentes en cuanto a la cultura ciclista, donde se fomenta también la ubicación de estacionamientos para bicicletas junto a las estaciones de transporte público, especialmente las de tren (Pucher y Buehler, 2008; Duran, Chaniotakis y Antoniou, 2019).

3. Metodología y casos de estudio

Cinco municipios del área metropolitana de Madrid como casos de estudio

Este artículo se enfoca en el área metropolitana de Madrid, un contexto poco explorado en términos de movilidad ciclista, pero que cuenta con la implementación de varios sistemas de bicicletas públicas, por lo que su estudio supone una oportunidad. Además, sirve como ejemplo significativo de una gran área metropolitana con municipios que presentan diversos niveles socioeconómicos y operadores de transporte público dentro del contexto de Madrid, lo que enriquece el análisis. En particular, la investigación se dedica al estudio detallado de cinco municipios: Boadilla del Monte, Majadahonda, Leganés, Getafe y Rivas-Vaciamadrid (Figura 1).

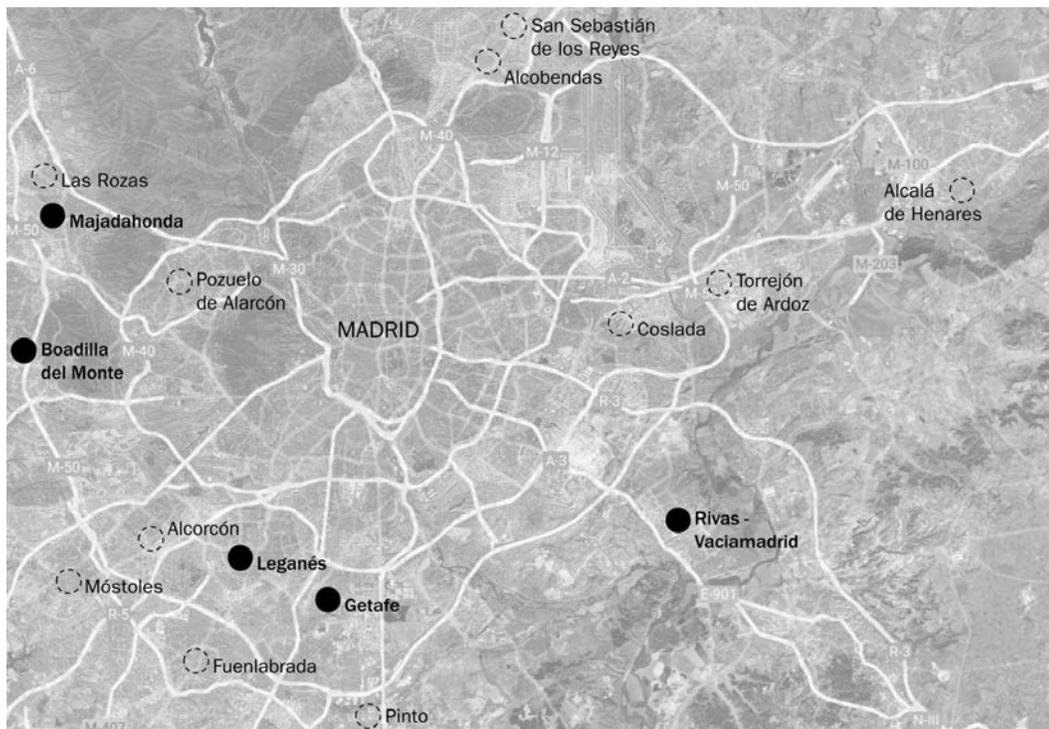


Figura 1. Los cinco municipios de Madrid con sistemas de bicicletas públicas.

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se proporciona una breve descripción de las características socioeconómicas y urbanísticas de los cinco municipios. Además, se presentan los datos esenciales necesarios para el análisis posterior de sus sistemas de bicicletas públicas y estaciones de transporte público. Los mapas que acompañan esta descripción en las páginas siguientes, generados mediante *Sistemas de Información Geográfica* (SIG), agrupan los municipios en función de su ubicación, población, y similitudes socioeconómicas y urbanísticas. Estos grupos incluyen a Boadilla del Monte y Majadahonda en primer lugar (Figura 2), Leganés y Getafe en segundo lugar (Figura 3), y Rivas-Vaciamadrid en tercer lugar (Figura 4).

- **Boadilla del Monte:** Con una población de 62.627 habitantes (INE, 2022), se caracteriza por su elevado nivel socioeconómico y la predominancia de viviendas unifamiliares y urbanizaciones. Es principalmente residencial y concentra áreas comerciales y de ocio junto a la avenida principal. El sistema de bicicletas públicas, conocido como *BiBO*, abarca el casco urbano y la zona de El Olivar de Mirabal, pero áreas exclusivas como Las Lomas, al norte del municipio, carecen de este sistema, donde predomina el uso del vehículo privado. *BiBO* está en funcionamiento desde 2018 y registró 37.719 viajes OD en 2019. Dispone de 10 estaciones de bicicletas públicas (todas eléctricas) y 7 de Metro Ligero.
- **Majadahonda:** Este municipio cuenta con un alto nivel socioeconómico y una población de 72.179 habitantes (INE, 2022). Su casco urbano se diferencia por un nivel de renta más bajo y una mayor diversidad de usos, con viviendas, comercios y servicios, especialmente en la Gran Vía. Por otro lado, la zona del Carralero se caracteriza por una alta concentración de viviendas unifamiliares de lujo y grandes superficies comerciales. El sistema de bicicletas públicas de Majadahonda, '*Majadahonda en bici*', operó desde 2011 hasta julio de 2017, con 18 estaciones de bicicletas públicas convencionales, registrando 19.148 viajes OD en 2016. Majadahonda cuenta con una estación de Cercanías.
- **Leganés:** Con una población de 186.660 habitantes (INE, 2022) presenta diversidad socioeconómica, inclinándose hacia un nivel medio. El municipio combina zonas residenciales (mayoritariamente de pisos en altura), comerciales e industriales, con áreas periféricas mayoritariamente residenciales y un nivel de renta superior a su centro. En 2019, Leganés registró solamente 5.661 viajes OD con su sistema de bicicletas públicas *EnBici*, el primero en la Comunidad de Madrid, en funcionamiento desde 2010. Ofrece 15 estaciones de bicicletas públicas (eléctricas y convencionales), 3 de Cercanías y 7 de MetroSur.
- **Getafe:** Con 183.219 habitantes (INE 2022), comparte con Leganés una mezcla de niveles socioeconómicos y diversidad de usos urbanos. A pesar de ello, algunos barrios, como el Sector 3, son principalmente residenciales. El sistema de bicicletas públicas de Getafe registró 31.035 viajes OD en 2019, operando bajo el nombre de *GBici* desde 2012. Dispone de 18 estaciones de bicicletas convencionales, 3 de Cercanías y 7 de MetroSur.
- **Rivas-Vaciamadrid:** Este municipio, con una población de 96.690 habitantes (INE, 2022), ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas y muestra una diversidad de niveles socioeconómicos. Rivas combina áreas residenciales con zonas comerciales y espacios verdes. El barrio más antiguo se encuentra al noroeste, mientras que el sudeste, con zonas como Rivas Futura, ha experimentado un desarrollo más reciente y planificado, con una mayor concentración de urbanizaciones y espacios públicos modernos. El sistema de bicicletas públicas de Rivas, *BicinRivas*, funciona desde 2011 y registró 3.761 viajes OD en 2019. Tras expandirse en 2022 con 22 estaciones nuevas, alcanzó 84.263 viajes ese año. Actualmente, cuenta con 33 estaciones de bicicletas públicas (eléctricas y convencionales) y 3 estaciones de Metro (línea 9).

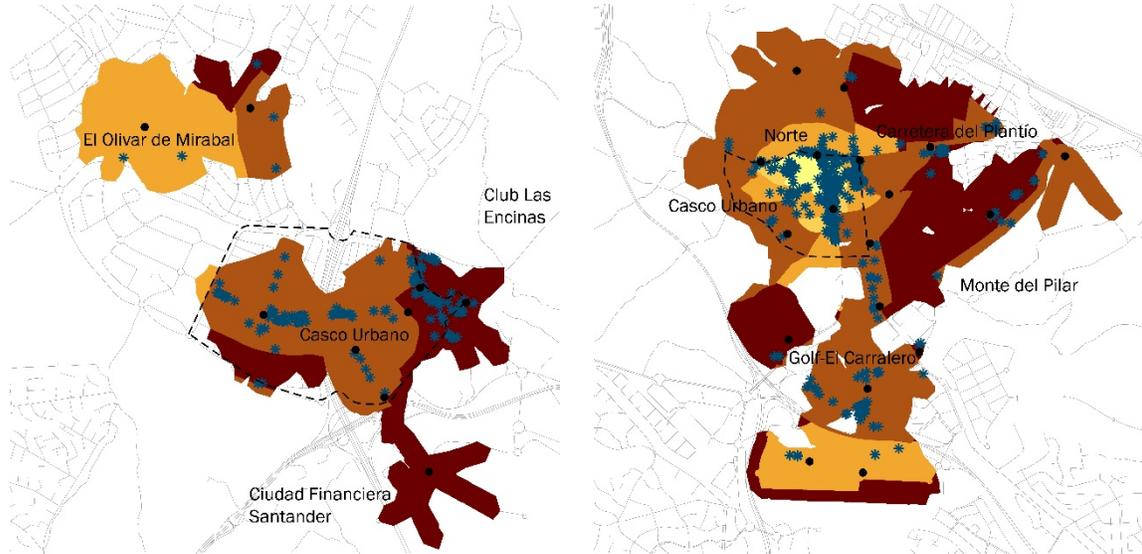


Figura 2. Boadilla del Monte (a la izquierda) y Majadahonda (a la derecha). Nivel de renta y puntos de interés en áreas de cobertura a 10 minutos a pie de las estaciones de bicicletas públicas.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Open Street Maps y elaboración propia.

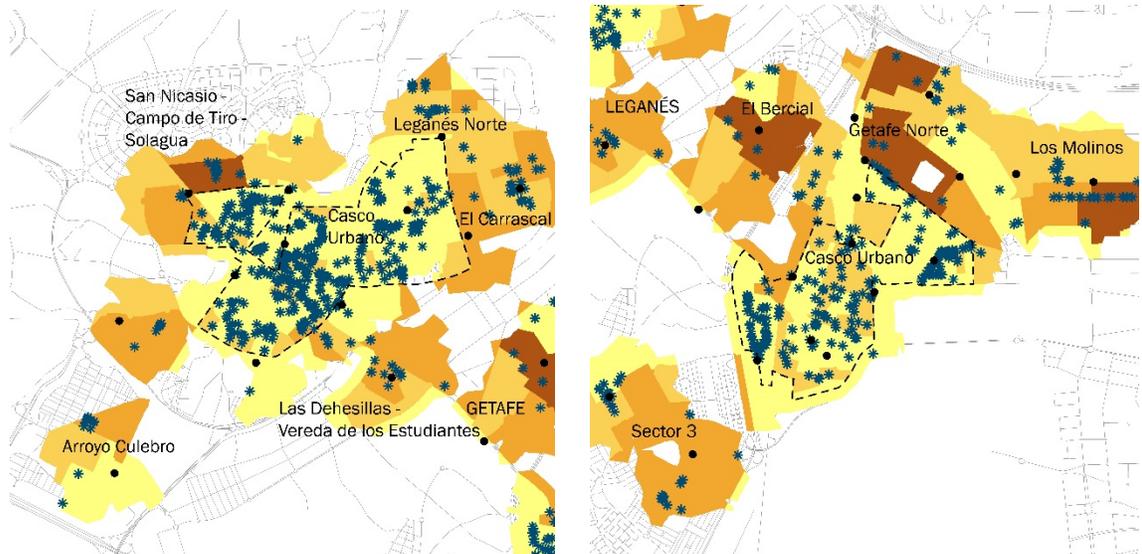


Figura 3. Leganés (a la izquierda) y Getafe (a la derecha). Nivel de renta y puntos de interés en áreas de cobertura a 10 minutos a pie de las estaciones de bicicletas públicas.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Open Street Maps y elaboración propia.

LEYENDA

- Estación de bicicletas públicas
- * POIs: Puntos de interés (hostelería, comercio, parques, alimentación, universidad)
- - - Casco Urbano

Renta media por hogar:	
	20.000 - 32.000 €
	32.000 - 42.000 €
	42.000 - 55.000 €
	55.000 - 74.000 €
	74.000 - 90.000 €

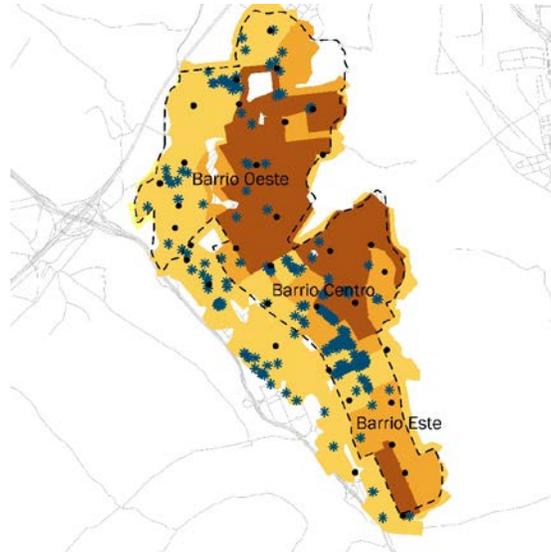


Figura 4. Rivas-Vaciamadrid. Nivel de renta y puntos de interés en áreas de cobertura a 10 minutos a pie de las estaciones de bicicletas públicas.

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Open Street Maps y elaboración propia.

LEYENDA	
● Estación de bicicletas públicas	Renta media por hogar:
* POIs: Puntos de interés (hostelería, comercio, parques, alimentación, universidad)	20.000 - 32.000 €
- - - Casco Urbano	32.000 - 42.000 €
	42.000 - 55.000 €
	55.000 - 74.000 €
	74.000 - 90.000 €

Método y objetivos específicos

En grandes urbes como Madrid, la mayoría de las políticas relacionadas con la movilidad sostenible se enfocan en la zona central, conocida en el caso de Madrid como Almendra Central, sin considerar la ciudad en su conjunto. Sin embargo, según los datos de la *Encuesta Domiciliaria de Movilidad de 2018*, se revela que una parte significativa de los desplazamientos proviene de áreas fuera de la M-30, es decir, fuera de la Almendra Central. Concretamente, el 33,9% de los desplazamientos ocurre entre la Corona Metropolitana, y un 47,5% atraviesa esta área. Además, el 48% de estos viajes se realizan en automóvil, una cifra considerablemente mayor que en el centro de la ciudad, donde el 20% se realiza en coche.

De manera similar, la red de ciclovías se encuentra más densamente desarrollada en el interior de la M-30, lo cual se justifica por la mayor concentración de actividades urbanas, puntos de interés y densidad de población que en la periferia. No obstante, es crucial reconocer la importancia de expandir esta red hacia el área metropolitana y explorar sus posibilidades en el contexto del transporte multimodal, objetivo principal de esta investigación. En cuanto a los objetivos específicos de este estudio, se centran en llevar a cabo una comparativa de los diferentes municipios en términos de su entorno urbano próximo y sus sistemas de bicicletas públicas, así como en determinar el papel de estos sistemas en el transporte multimodal.

En cuanto al proceso de selección de casos de estudio, se han aplicado criterios específicos que garantizan una representatividad adecuada de la diversidad de situaciones en el área metropolitana. Esto incluye consideraciones demográficas, socioeconómicas y urbanísticas. En colaboración con los respectivos ayuntamientos de los cinco municipios analizados, se han recopilado los datos anuales más recientes sobre los viajes de origen y destino desde cada estación de bicicletas públicas. Estos datos presentan desafíos debido a su variedad en cuanto a formato y nivel de detalle, por lo que han requerido un proceso de tratamiento y elaboración antes de poder llevar a cabo el análisis. Las fechas de los datos varían: 2019 para Boadilla del Monte, Leganés y Getafe, 2022 para Rivas-Vaciamadrid (para tener en cuenta su reciente expansión de estaciones de bicicletas públicas, de 11 a 33), y 2016 para Majadahonda, el último año antes de su cierre. Estos municipios se seleccionaron no solo por su interés en el contexto del transporte multimodal, sino también para facilitar la obtención y comparación de datos.

Posteriormente y utilizando *Sistemas de Información Geográfica (SIG)*, se realizan análisis cruzados de los porcentajes de viajes de origen y destino por estación de bicicletas públicas dentro de cada municipio con la presencia de nodos de transporte, como trenes de Cercanías, Metro y Metro Ligerero, en la proximidad a estas estaciones. Las paradas de autobuses interurbanos no se consideran debido a la falta de resultados concluyentes sobre su combinación con el uso de bicicletas en el transporte multimodal. Se asume que las personas eligen uno de estos modos de transporte. Finalmente, los resultados se representan en mapas para cada municipio estudiado, se realiza una comparativa y se identifican los valores atípicos, que en este contexto son aquellas estaciones de bicicletas públicas con un alto uso dentro del municipio pero que no se encuentran cerca de una estación de transporte público. En estos casos, se lleva a cabo un análisis de las variables urbanas que podrían influir en estos resultados. Posteriormente, se discuten los resultados y se extraen las conclusiones de la investigación. Por último, y dada la importancia de la escalabilidad en el contexto de la movilidad urbana, se ha diseñado la metodología con la capacidad de ser aplicada en otras áreas metropolitanas, lo que facilitaría futuras comparaciones y análisis interurbanos.

4. Resultados

En las páginas siguientes se presentan los resultados del análisis, que se dividen en dos secciones principales. En la primera sección, se utilizan mapas para ilustrar el porcentaje de uso de las estaciones de bicicletas públicas en cada municipio, así como su ubicación en relación con las estaciones de tren Cercanías, Metro o Metro Ligerero. En la segunda sección, se utiliza un gráfico para comparar el nivel de uso de todas las estaciones de bicicletas públicas en los cinco casos de estudio en función de su proximidad a una estación de transporte público.



Figura 5. Boadilla del Monte (a la izquierda) y Majadahonda (a la derecha). Relación entre el porcentaje de uso de bicicletas públicas por estación y la ubicación de estaciones de transporte público.

Fuente: Ayuntamientos de Boadilla del Monte y Majadahonda, Instituto de Estadística de la CAM y elaboración propia.



Figura 6. Leganés (a la izquierda) y Getafe (a la derecha). Relación entre el porcentaje de uso de bicicletas públicas por estación y la ubicación de estaciones de transporte público.

Fuente: Ayuntamientos de Leganés y Getafe, Instituto de Estadística de la CAM y elaboración propia.

LEYENDA

-  Estación de Cercanías
-  Estación de Metro
-  Estación de Metro Ligero
- - - Casco Urbano

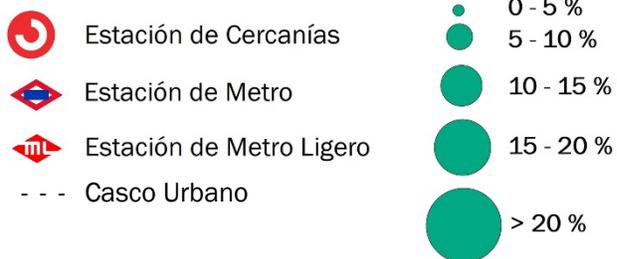
-  0 - 5 %
-  5 - 10 %
-  10 - 15 %
-  15 - 20 %
-  > 20 %

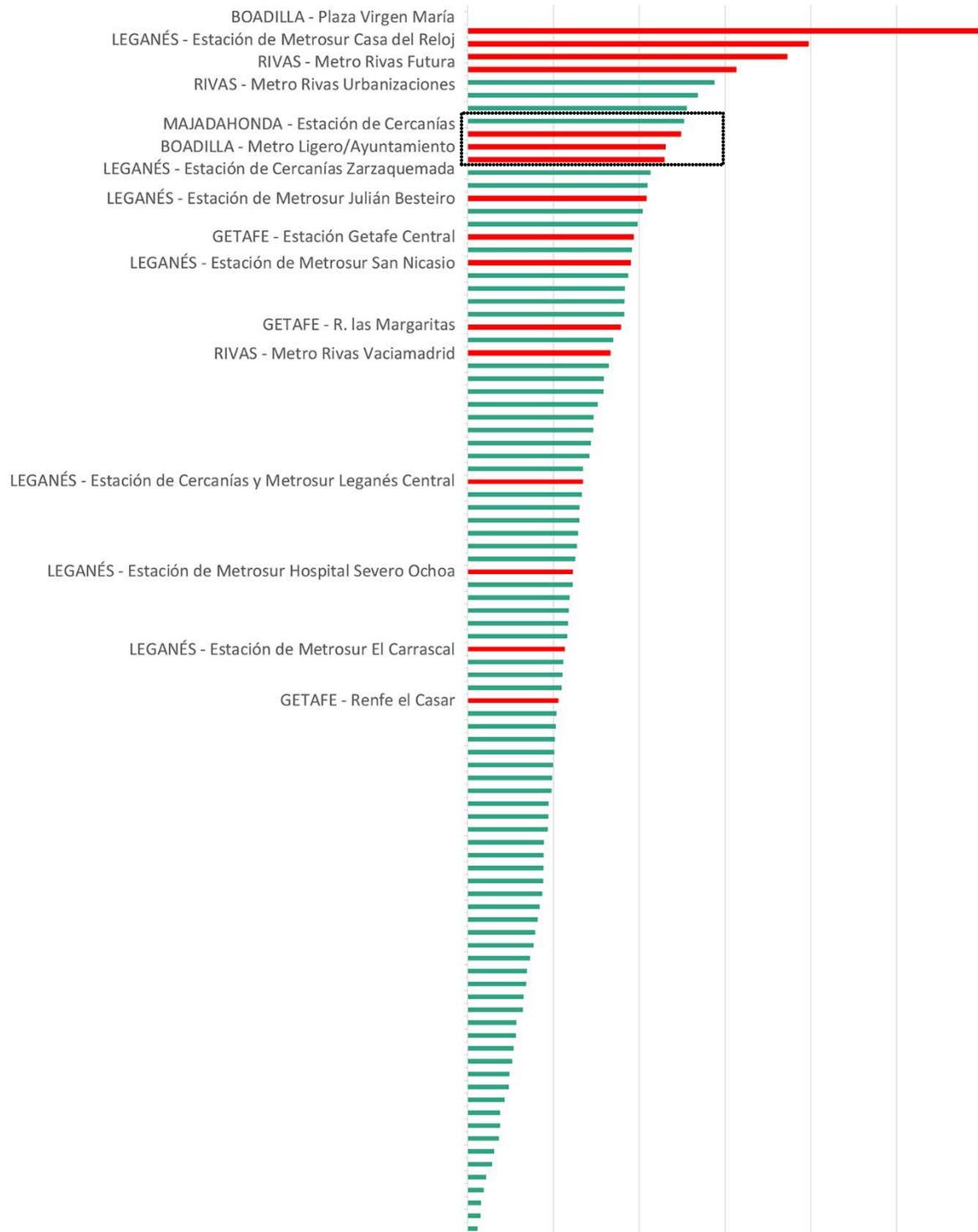


Figura 7. Rivas-Vaciamadrid. Relación entre el porcentaje de uso de bicicletas públicas por estación y la ubicación de estaciones de transporte público.

Fuente: Ayuntamiento de Rivas-Vaciamadrid, Instituto de Estadística de la CAM y elaboración propia.

LEYENDA





Estación de bicicletas públicas junto a una estación de transporte público
 Estación de bicicletas públicas que no se encuentra junto a una estación de transporte público
 Outliers o valores atípicos

Figura 8. Comparativa del porcentaje de uso de bicicletas públicas entre estaciones de los 5 municipios.
 Fuente: Elaboración propia.

Como se aprecia en los mapas, en el municipio de Boadilla del Monte (Figura 5) dos de las estaciones de Metro Ligero coinciden con dos estaciones de bicicletas públicas, y una de ellas registra un uso particularmente elevado, debido a su vez a la alta concentración de actividades o puntos de interés (Figura 2). Por otro lado, en Majadahonda (Figura 5), gran parte de los desplazamientos en bicicleta se realizan tomando la estación de tren como punto de origen o destino, y se confirma que forman parte de viajes multimodales, debido a la ubicación periférica y a la escasa actividad y densidad de la zona de la estación en relación con el casco urbano (Figura 2).

En los municipios de Leganés y Getafe (Figura 6), se ha ubicado una estación de bicicletas públicas junto a cada una de las estaciones de Cercanías. Además, en Leganés, las estaciones de MetroSur también están ubicadas en las inmediaciones de las estaciones de bicicletas públicas, mientras que en Getafe esto ocurre únicamente cuando la estación de MetroSur coincide con una de Cercanías. Al tener una mayor oferta de transporte público, algunas de estas estaciones concentran la mayoría de los usos de bicicleta pública.

Finalmente, en el caso de Rivas-Vaciamadrid (Figura 7), cada una de las tres estaciones de Metro se encuentra junto a una estación de bicicletas públicas, teniendo dos de ellas los niveles de uso más altos del municipio, que son Rivas Futura y Rivas Urbanizaciones, que se encuentran, además, en áreas comerciales (Figura 4). Sin embargo, la estación de Rivas Vaciamadrid, ubicada en una zona de baja densidad y poca actividad, no es tan utilizada por los usuarios de bicicletas públicas. Esto indica la fuerte influencia de su relación con las estaciones de transporte público, pero también con estas otras variables.

5. Discusión de los resultados

El gráfico (Figura 8) compara el nivel de uso, medido en porcentaje, entre las estaciones de bicicletas públicas de los municipios estudiados en relación con su proximidad a las estaciones de Metro, Metro Ligero y tren Cercanías. Se observa que el 63% de las estaciones de bicicletas públicas ubicadas junto a una estación de transporte público se encuentran entre las 19 estaciones con mayor porcentaje de uso, y el 75% se encuentra entre las 26 primeras, de un total de 94 estaciones. Esto subraya la importancia de estos sistemas en el transporte multimodal, indicando que un alto porcentaje de su uso se debe a viajes multimodales.

Adicionalmente, en el mismo gráfico (Figura 8) se han identificado cuatro estaciones de bicicletas públicas con valores atípicos, ya que registran un alto porcentaje de uso, pero no están ubicadas junto a estaciones de transporte público. Estas estaciones son el Auditorio Municipal de Boadilla, el Barrio La Luna en Rivas, la residencia de estudiantes en Getafe y la Plaza de Colón en Majadahonda. En el caso de la estación del Auditorio Municipal en Boadilla, esto se explica al tratarse de una estación muy céntrica y cercana a las calles más activas y comerciales (Figura 2). En el caso del Barrio de La Luna en Rivas, situado en el norte del municipio, presenta una concentración de actividades y puntos de interés (Figura 4), además de ubicarse en una de las zonas con mayor densidad de ciclovías del municipio. Respecto a la residencia de estudiantes en Getafe, se encuentra precisamente en la zona universitaria junto a la universidad Carlos III, teniendo en cuenta que en torno a las universidades es donde se suele producir un mayor número de viajes (Romanillos, 2019). Finalmente, la Plaza Colón en Majadahonda, se encuentra en la zona de mayor densidad residencial del municipio, con una mayor concentración de actividades al situarse al final de la Gran Vía de Majadahonda (Figura 2), y contar, además, con uno de los dos carriles bici principales y continuos del municipio.

Además, cuatro de las estaciones de bicicletas públicas ubicadas junto a una estación de transporte público tienen un menor porcentaje de uso de lo esperado según los resultados, y tres de ellas se encuentran en el municipio de Leganés. Sin embargo, la estación con el menor nivel de uso pertenece a Getafe, y esta es Renfe el Casar, la cual está ubicada junto al barrio Los Molinos, que es de construcción reciente y, por lo tanto, tiene una menor actividad (Figura 3), lo que explica su menor uso en comparación con las estaciones de Getafe Central y Renfe las Margaritas, también en Getafe. Leganés, por su parte, cuenta con un alto número de estaciones de bicicletas públicas que coinciden con las estaciones de transporte público (7 de las 16), lo que representa el 44% del total. Esto explica que cuatro de sus estaciones atraigan un mayor número de viajes, mientras que las demás tienen un uso más limitado.

6. Conclusiones

Los resultados obtenidos en el análisis evidencian el potencial de la bicicleta pública dentro del transporte multimodal en grandes ciudades policéntricas, como es el caso de Madrid. Se demuestra que los sistemas de bicicletas públicas deben tener un hueco en el transporte urbano, ya que la mayoría de los desplazamientos en bicicleta pública comienzan o terminan junto a una estación de transporte público. Esto indica que gran parte de estos desplazamientos están incluidos en viajes multimodales, integrándose con el transporte público.

Además, según la *Encuesta Domiciliaria de Movilidad 2018* del Consorcio Regional de Transportes de Madrid, la mayoría de los viajes al lugar de trabajo superan los 30 minutos, por lo que el transporte multimodal y la bicicleta pública, como parte de este, brindan una oportunidad, especialmente en las periferias metropolitanas. Sin embargo, y dentro de la tesis doctoral que se tiene entre manos, sería de interés conseguir datos que corroboren que estos viajes multimodales se deben en gran parte a los desplazamientos al trabajo y, en los casos en que no sea así, identificar su función en cuanto a la multimodalidad.

Se deben mencionar algunas de las carencias de este estudio de cara a líneas de investigación futuras, reconociendo el nivel de validez de los datos y los casos escogidos, al haberse elegido cinco municipios de una única ciudad y al haber trabajado con datos de fuentes diversas. En primer lugar, queda por explorar más en detalle la diferencia en cuanto a los niveles de uso entre unas estaciones y otras teniendo en cuenta, además de su relación y combinación con el transporte público, otras variables mencionadas en el artículo, pero sin explorar en detalle, como son la densidad de población, la mezcla de usos, el acceso a oportunidades, el nivel de renta, y la continuidad y calidad de la infraestructura ciclista, entre otras. Además, existen distintas culturas de uso de la bicicleta que se deberán afinar más en futuras investigaciones: viajes por trabajo, por ocio, etc. Por otro lado, otras investigaciones podrían analizar el papel de la bicicleta pública en el transporte multimodal en las áreas metropolitanas de otras ciudades y poder así contrastar resultados.

Por último, cabe destacar el interés de la transmisión del conocimiento sobre temas tan relevantes como la multimodalidad y los modos activos, y de construir puentes entre el mundo académico, los urbanistas y las administraciones, con la finalidad de ayudar a la toma de decisiones sobre políticas e infraestructuras a promover y desarrollar. *“La representación e imaginación de las formas en que el ciclismo interactúa con otros modos de transporte y depende de ellos, debería proporcionar una nueva y valiosa base para el desarrollo de políticas que promuevan el ciclismo y la movilidad sostenible”* (Olafsson, Nielsen y Carstensen, 2016).

Referencias

- Anaya, E., Douch, J., y Castro, A. (2021). The death and life of bike-sharing schemes in Spain: 2003-2018. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 149, 227-236. doi:10.1016/j.tra.2021.03.028
- Augé, M. (2009). *Elogio de la bicicleta* (A. Bixio, Trad.). Paris: Payot. (Obra original publicada en 2008)
- Duran, D., Chaniotakis, E., y Antoniou, C. (2019). Built Environment Factors Affecting Bike Sharing Ridership: Data-Driven Approach for Multiple Cities. *Transportation Research Record*, 2673(12), 55-68. doi:10.1177/0361198119849908
- Encuesta Domiciliaria de Movilidad (2018). Consorcio Regional de Transportes de Madrid. Recuperado de <https://www.crtm.es/conocenos/planificacion-estudios-y-proyectos/encuesta-domiciliaria/edm2018.aspx>
- Faghieh-Imani, A., Hampshire, R., Marla, L., y Eluru, N. (2017). An empirical analysis of bike sharing usage and rebalancing: Evidence from Barcelona and Seville. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 97, 177-191. doi:10.1016/j.tra.2016.12.007
- Kabra, A., Belavina, E., y Girotra, K. (2018). Bike-Share Systems: Accessibility and Availability. *Chicago Booth Research Paper No. 15-04*. doi:10.287/mnsc.2019.3407
- Lois, D., Moriano, J. A., y Rondinella, G. (2015). Cycle commuting intention: A model based on theory of planned behaviour and social identity. *Transportation Research Part F*, 32, 101-113. doi:10.1016/j.trf.2015.05.003
- López, M. E., y Monzón, A. (2014). Sistema de bicicleta pública: vehículos inteligentes para ciudades sostenibles. *Carreteras* (n. 194), 80-88. Recuperado de <https://oa.upm.es/30532/>
- Ma, T., Liu, C., y Erdogan, S. (2015). Bicycle Sharing and Public Transit: Does Capital Bikeshare Affect Metrorail Ridership in Washington, D.C.? *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2534, 1-9. doi:10.3141/2534-01
- Manual de Diseño para el Tráfico de Bicicletas (2011). CROW. Recuperado de https://www.academia.edu/28868256/Manual_Dise%C3%B1o_Tr%C3%A1fico_Bicicletas_CROW_
- Mardones, N., Luque, J., y Aseguinolaza, I. (2020). La ciudad del cuarto de hora, ¿una solución sostenible para la ciudad postCOVID-19? *Ciudad Y Territorio Estudios Territoriales*, 52(205), 653-664. doi:10.37230/CyTET.2020.205.13.1
- Muñoz, B., López, E., y Monzón, A. (2014, 11-13 de junio). Transition to a cyclable city: policies and variables affecting cycling commuting. Trabajo presentado en el XVIII Congreso Panamericano de Ingeniería de Tránsito, Transporte y Logística, Santander, Cantabria.
- Muñoz, B., Monzon, A., y Lois, D. (2013). Cycling Habits and Other Psychological Variables Affecting Commuting by Bicycle in Madrid, Spain. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2382, 1-9. doi:10.3141/2382-01
- Olafsson, A. S., Nielsen, T. S., y Carstensen, T. A. (2016). Cycling in multimodal transport behaviours: Exploring modality styles in the Danish population. *Journal of Transport Geography*, 52, 123- 130. doi:10.1016/j.jtrangeo.2016.03.010

Parkes, S. D., Marsden, G., Shaheen, S. A., y Cohen, A. P. (2013). Understanding the diffusion of public bikesharing systems: evidence from Europe and North America. *Journal of Transport Geography*, 31, 94–103. doi:10.1016/j.jtrangeo.2013.06.003

Pozueta, J., Lamíquiz, F. J., y Porto, M. (2009). *La ciudad paseable: Recomendaciones para la consolidación de los peatones en el planeamiento, el diseño urbano y la arquitectura*. Madrid.

Pucher, J., y Buehler, R. (2008). Making Cycling Irresistible: Lessons from The Netherlands, Denmark and Germany. *Transport Reviews*, 28(4), 495–528. doi:10.1080/01441640701806612

Pucher, J., y Buehler, R. (2017). Cycling towards a more sustainable transport future. *Transport Reviews*, 37(6), 689–694. doi:10.1080/01441647.2017.1340234

Revisión y actualización del Plan Director de Movilidad Ciclista (2016). Ayuntamiento de Madrid. Recuperado de

https://www.madrid.es/UnidadesDescentralizadas/UDCMovilidadTransportes/BICI/OficinaBici/Plan_Director_Movilidad_Ciclista/PDMC2008_Revisión_y_actualización_1.pdf

Rietveld, P. (2000). The accessibility of railway stations: the role of the bicycle in The Netherlands. *Transportation Research Part D*, 5, 2–6. doi:10.1016/S1361-9209(99)00019-X

Romanillos, G. (2019). *La huella digital de la ciudad ciclista: visualización y análisis de rutas ciclistas GPS* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid.

Rondinella, G., Fernández-Heredia, A., y Monzón, A. (2010, 7-9 de julio). Nuevo enfoque en el análisis de los factores que condicionan el uso de la bicicleta como modo de transporte urbano. Trabajo presentado en el IX Congreso de Ingeniería del Transporte, Madrid.

Wegener, M., y Fuerst, F. (2004). Land-use transport interaction: state of the art. *SSRN Electron. J.* doi:10.2139/ssrn.1434678.

Yu, Z., Li, P., Schwanen, T., Zhao, P., Zhao, Z. (2023). Role of rural built environment in travel mode choice: Evidence from China. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 117, 103649. doi: 10.1016/j.trd.2023.103649

