

*Escuela Técnica Superior de
Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA*

Servicio de bicicletas compartidas en Santander: Cobertura del servicio y características de uso

Trabajo realizado por:

Álvaro López Parra

Dirigido por:

Luigi dell'Olio

Andrés Rodríguez Gutiérrez

Titulación:

Grado en Ingeniería Civil

Santander, julio de 2025

TRABAJO FIN DE GRADO

Resumen

Las ciudades de todo el mundo se están replanteando la movilidad urbana debido a la creciente preocupación por la contaminación, la congestión y el cambio climático. En este contexto, los sistemas de bicicletas compartidas ofrecen una alternativa práctica y sostenible para los viajes cortos, ayudando a reducir el uso del automóvil y fomentando el uso de la bicicleta entre un grupo más amplio de personas. En Santander, en 2008 se introdujo el primer sistema de bicicletas compartidas, TUSBIC. La implementación del nuevo sistema de bicicletas compartidas TUEBICI totalmente eléctrico en 2024 marcó un paso importante hacia una movilidad más ecológica, accesible y adaptada a las condiciones montañosas de la ciudad.

Este TFG analiza el rendimiento del nuevo sistema en comparación con el antiguo, utilizando datos de uso y otras fuentes abiertas y públicas disponibles. Mediante la aplicación del análisis de accesibilidad espacial y el análisis estadístico temporal, con este TFG se busca determinar: (1) cuál es la calidad del servicio de TUEBICI en las diferentes zonas de la ciudad; (2) cómo ha evolucionado el uso a lo largo del tiempo; y (3) qué factores pueden impulsar estas tendencias. En último término, el objetivo final es proporcionar información que ayude a mejorar el sistema y a sustentar la planificación futura. Para ello, este documento comienza con una revisión de la literatura existente sobre ciclismo y bicicletas compartidas, seguida de una descripción de los datos y métodos empleados. Finalmente, tras revisar el objetivo por falta de acceso a datos de uso del sistema actual, la parte principal del estudio presenta los resultados de los análisis de accesibilidad de TUEBICI y de uso de TUSBIC. La sección final ofrece recomendaciones para mejorar los servicios de TUEBICI.

Abstract

Cities around the world are rethinking urban mobility due to growing concerns about pollution, congestion and climate change. In this context, bike-sharing systems offer a practical and sustainable alternative for short trips, helping to reduce car use and encouraging cycling among a wider group of people. In Santander, the first bike sharing system, TUSBIC, was introduced in 2008. The implementation of the new all-electric TUEBICI bike-sharing system in 2024 marked an important step towards a greener, more accessible mobility adapted to the mountainous conditions of the city.

This Final Degree Project analyzes the performance of the new system compared to the old one, using usage data and other open and publicly available sources. By applying spatial accessibility analysis and temporal statistical analysis, this thesis seeks to determine: (1) what is the quality of TUEBICI service in different areas of the city; (2) how has usage evolved over time; and (3) what factors may be driving these trends. Ultimately, the goal is to provide information that will help improve the system and inform future planning. To this end, this paper begins with a review of the existing literature on cycling and bike sharing, followed by a description of the data and methods employed. Finally, after reviewing the objective due to lack of access to current system usage data, the main part of the study presents the results of the TUEBICI accessibility and TUSBIC usage analyses. The final section offers recommendations for improving TUEBICI services.

Índice

Resumen	2
Abstract	2
Introducción	6
Revisión de la literatura	8
¿Por qué el ciclismo y el uso de bicicletas compartidas?.....	8
El ciclismo en España	10
El ciclismo en Santander	12
Visión general de los sistemas de bicicletas compartidas.....	12
Revisión de la investigación sobre el análisis de datos de bicicletas compartidas.....	14
Factores clave que influyen en el uso de bicicletas compartidas.....	16
Metodología	17
Fuentes de datos	18
Formatos de datos	19
Métodos analíticos	20
Análisis y resultados	21
Área de estudio: Santander	21
Sistemas de bicicletas compartidas en Santander.....	24
Accesibilidad de la estación.....	27
Accesibilidad de instalaciones y servicios clave.....	28
Población que vive cerca de las estaciones de bicicletas compartidas.....	30
Acceso a las estaciones (infraestructura ciclista y ubicación de las estaciones)	33
Características de uso	35
Discusión y recomendaciones	40
Referencias bibliográficas	45
Anexos	49
Anexo A	49
Anexo B	51
Anexo C	54
Anexo D.....	55

Listado de figuras:

Figura 1. Estadísticas sobre el uso de la bicicleta en España considerando a toda la población entre 14 y 70 años	10
Figura 2. Evolución del uso de la bicicleta en España entre 2008 y 2024 (Elaboración propia a partir de datos obtenidos del Barómetro de Bicicleta en España (GESOP, 2024)).	11
Figura 3. Información adicional sobre cómo se percibe el ciclismo (fuente: GESOP, 2024).....	11
Figura 4. Sistemas de bicicletas compartidas en España (captura del mapa mundial de bicicletas compartidas de Meddin).....	13
Figura 5. Sistemas de bicicletas compartidas en el mundo (captura del mapa mundial de bicicletas compartidas de Meddin).....	14
Figura 6. Esquema general del análisis	17
Figura 7. Mapa de densidad poblacional de Santander.....	22
Figura 8. Mapa topográfico de Santander.	22
Figura 9. Ubicación de las estaciones de los sistemas mencionados	26
Figura 10. Alzado de las estaciones de la TUEBICI.	26
Figura 11. Estaciones TUEBICI y sus zonas de captación de 5 minutos (isócronas)	28
Figura 12. Ubicación de las estaciones de TUEBICI y los puntos de interés más importantes de la ciudad.	29
Figura 13. Porcentaje de la población que vive a menos de 5 minutos de distancia a pie de las estaciones de bicicletas compartidas.....	31
Figura 14. Número de solapamientos de las isócronas de 5 minutos de caminata.	32
Figura 15. Ubicación de las estaciones de TUEBICI y de la red ciclista de Santander.....	33
Figura 16. Acceso a la estación de Puertochico.....	34
Figura 17. Acceso a la estación de la Plaza del Ayuntamiento. La línea roja representa las barreras (muro y plantas), y el punto verde la ubicación de la estación	34
Figura 18. Número de alquileres diarios (promedio móvil de 7 días).....	35
Figura 19. Número de alquileres diarios por bicicleta (rotaciones diarias, promedio móvil de 7 días). La línea roja representa la regresión lineal	36
Figura 20. Número de alquileres diarios en cada año (promedio móvil de 7 días).....	37
Figura 21. Número de alquileres diarios por bicicleta en cada año (rotaciones diarias, promedio móvil de 7 días)	37
Figura 22. Evolución mensual de temperatura y precipitación.....	39
Figura 23. Número de turistas al mes, las barras rojas marcan los meses de verano.	39
Figura 24. Mapa resumen de recomendaciones de ubicaciones donde incluir estaciones del servicio de bicicleta compartida	42

Listado de tablas:

Tabla 1. La ocupación del espacio público y la contaminación de los diferentes modos de transporte (adaptado de El Banco Mundial, 2020).....	9
Tabla 2. Cuartiles de la duración de los alquileres presentados por Bordagaray et al. (2014)	15
Tabla 3. Factores exógenos y endógenos de los esquemas de bicicletas compartidas (traducido de Munkácsy, 2017).....	16
Tabla 4. Ejemplo que ilustra dos formatos de datos estandarizados comunes: CSV y JSON	20
Tabla 5. Reparto modal de Santander	24
Tabla 6. Comparativa de las principales características de los 2 sistemas de bicicletas compartidas ..	25
Tabla 7. Servicios de Santander con acceso a una estación de bicicletas compartidas en 5 minutos. .	29
Tabla 8. Número de solapamientos de las isócronas y su área total.....	32
Tabla 9. Número total de alquileres por año	36
Tabla 10. Análisis DAFO sobre las principales características de la TUEBICI.....	40

Introducción

En el contexto actual de crisis climática y creciente urbanización, las iniciativas de planificación urbana se enfrentan a un doble desafío: reducir su huella ambiental y mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Estos desafíos exigen acciones como la mitigación y adaptación al cambio climático con el objetivo de lograr la reducción de emisiones a través de vehículos más sostenibles y limpios, energía, división modal y gestión de la demanda de transporte. Además, muchas ciudades se enfrentan a problemas de habitabilidad debido a diversos factores, entre ellos la presencia dominante y las consecuencias negativas del tráfico motorizado en las zonas urbanas. Dichos efectos negativos son la contaminación acústica y atmosférica, los problemas de seguridad, la ocupación y el dominio del espacio público (carreteras y aparcamientos). Ante esta necesidad de cambio, varias políticas y acciones han tenido como objetivo abordar estos desafíos a nivel europeo y nacional. Para ello, una de las estrategias de sostenibilidad más usadas y eficaces son los sistemas de bicicletas compartidas, que aparecen como herramienta clave en el cambio de los hábitos de transporte, permitiendo reducir emisiones contaminantes y ampliar zonas destinadas a otros usos para los ciudadanos. Los sistemas de bicicletas compartidas, conocidos internacionalmente como *bike sharing*, ofrecen una alternativa de transporte no contaminante, flexible y accesible. Este sistema se integra a la perfección con otros modos de transporte público y facilita trayectos cortos de manera eficiente, disminuyendo la dependencia de otros tipos de transporte privados, contribuyendo así a descongestionar el tráfico, reducir la contaminación acústica y promover la actividad física. Además, más allá de sus beneficios ambientales y personales, las bicicletas compartidas también tienen un impacto social y económico positivo. En este sentido, su implementación representa un ejemplo claro de cómo la innovación y la sostenibilidad pueden ir de la mano en la construcción de ciudades más inclusivas. En Santander se implantó el primer sistema de bicicletas compartidas (TUSBIC) en 2008. En 2024, se introdujo TUEBICI, un nuevo sistema totalmente eléctrico. Esto marcó un paso significativo hacia la mejora de la movilidad sostenible en la ciudad, especialmente dado su terreno montañoso.

En concreto, en este TFG se explora el comportamiento del nuevo sistema en comparación con el anterior, a partir de los datos de uso y los datos obtenidos de las plataformas de datos abiertos. Analizar el uso de bicicletas compartidas y el rendimiento del sistema de forma objetiva y fundada en datos es esencial de cara a la formulación de políticas basadas en la evidencia, asegurando que las mejoras del sistema respondan, de manera efectiva, a las necesidades reales de los usuarios y a los objetivos de movilidad urbana. Por lo tanto, este TFG tiene como objetivos principales comprender las tendencias de uso, evaluar la accesibilidad y proporcionar información de utilidad que pueda respaldar futuras mejoras. Estos objetivos se abordan utilizando una combinación de análisis espacial y análisis estadístico temporal, y se alinean con las prácticas comunes encontradas en la investigación internacional y española sobre el uso compartido de bicicletas. Para ello, el enfoque principal del trabajo será conocer la eficacia con la que las ubicaciones actuales de las estaciones sirven a la ciudad, tanto en términos de proximidad a destinos clave como de accesibilidad para los residentes en diferentes vecindarios. Además, mediante el análisis de los datos de uso de TUSBIC, también se presentan los cambios en los patrones de uso. Los resultados del análisis incluyen información sobre el uso y los posibles factores que influyen en el uso a lo largo del tiempo. Las conclusiones incluyen recomendaciones prácticas para mejorar los servicios de TUEBICI.

De acuerdo con estos objetivos, este documento se estructura de la siguiente manera:

- Una **revisión bibliográfica** que ofrece una visión general sobre la importancia del ciclismo y las bicicletas compartidas en la era de la crisis climática, incluyendo una descripción de las

tendencias de uso en España y Santander. De manera complementaria, en esta revisión de la literatura se abordan los sistemas de bicicletas compartidas desde una perspectiva de evolución tecnológica que incluye una visión tanto internacional como española de dichos sistemas. También se revisaron artículos científicos con objetivos similares a los de este trabajo para recopilar metodologías, fuentes de datos y herramientas relevantes. Por último, se analizan los principales factores que influyen en el uso de bicicletas compartidas.

- Siguiendo al apartado de la revisión de la literatura, el apartado de **metodología** incluye información sobre las fuentes de datos y los formatos de datos utilizados en este TFG, así como una introducción sobre los métodos analíticos utilizados.
- A estas secciones les sigue el apartado de **análisis y resultados**. En primer lugar, se presenta el área de estudio de Santander, incluyendo las características de los dos sistemas de bicicletas compartidas. A continuación, se presentan los resultados del análisis de accesibilidad y las características de uso.
- El TFG finaliza con una **discusión** de los resultados, incluyendo recomendaciones sobre cómo se podrían mejorar los servicios de TUEBICI para atraer a más usuarios. También se presentan las limitaciones, así como posibles líneas de investigación futuras.

Revisión de la literatura

El objetivo de la revisión bibliográfica es ofrecer una visión general sobre el ciclismo y el uso compartido de bicicletas en España y en Santander. Dicha descripción se ofrece a partir de la lectura de la literatura relevante, incluyendo artículos y estudios con objetivos similares al de este TFG.

Concretamente, el contenido de la revisión bibliográfica se presenta en el siguiente orden:

- ¿Por qué el ciclismo y el uso de bicicletas compartidas?: se presenta aquí el papel del ciclismo y el uso compartido de bicicletas en la transición sostenible de la movilidad urbana, debatiendo el marco político y algunos beneficios del ciclismo y el uso compartido de bicicletas.
- Ciclismo en España: se refleja en este punto una visión general de los hábitos de uso de la bicicleta en España, exponiendo el marco político pertinente.
- Ciclismo en Santander: igual que el tema anterior, pero sobre los hábitos de uso de la bicicleta y sobre documentos políticos relevantes en el contexto local.
- Visión general de los sistemas de bicicletas compartidas: se presenta una visión general de la tecnología y de los sistemas españoles.
- Revisión de la investigación sobre el análisis de datos sobre bicicletas compartidas: se exploran en este apartado estudios con objetivos similares, examinando las metodologías aplicadas.
- Factores clave que influyen en el uso compartido de bicicletas: para terminar la revisión de la literatura, se presenta una visión general de los factores que afectan al uso de bicicletas compartidas.

¿Por qué el ciclismo y el uso de bicicletas compartidas?

La Unión Europea se ha comprometido a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en al menos un 55% para 2030 en comparación con los niveles de 1990. Este objetivo forma parte del Pacto Verde Europeo y está en consonancia con el objetivo del Acuerdo de París de limitar el calentamiento global muy por debajo de los 2°C con respecto a los niveles preindustriales. Estos objetivos forman parte de un objetivo más amplio de lograr la neutralidad climática para 2050 (Comisión e Innovación, 2021; Acuerdo de París, 2016). El sector del transporte es responsable de aproximadamente una cuarta parte de las emisiones a escala de la UE. La Estrategia de Movilidad Sostenible e Inteligente de la UE tiene como objetivo lograr una reducción del 90 % de las emisiones relacionadas con el sector del transporte para 2050. La estrategia define las áreas clave que deben abordarse para alcanzar los objetivos de reducción de emisiones. En cuanto al contexto de la movilidad urbana, para 2030, 100 ciudades de Europa deberían ser climáticamente neutras (Comisión Europea, 2021). España implementó estos compromisos a través de la *Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030* y el *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021–2030*, en el que se esbozan medidas para descarbonizar la movilidad, incluida la electrificación, el fomento del transporte público y la movilidad activa (MITECO, 2020; MITMA, 2021a)

En este sentido, parece que soluciones de movilidad activa y micromovilidad compartida pueden ser estrategias efectivas para lograr los objetivos mencionados, ya que ofrecen diversos beneficios individuales, ambientales, económicos, sociales y de salud. Por ejemplo, los modos de movilidad activa, incluido el ciclismo, son modos de cero emisiones, por lo que pueden contribuir a la reducción de emisiones (Küster et al., 2024). Además, el ciclismo apenas genera ruido y se presenta como un modo seguro, teniendo en cuenta el número o la gravedad de los accidentes que puede causar un vehículo ligero y de baja velocidad en comparación con los vehículos motorizados pesados.

Por último, pero no menos importante, el ciclismo regular se asocia con importantes beneficios para la salud. El estilo de vida moderno y sedentario requiere una actividad física regular que se puede llevar a cabo en bicicleta a diario. Este hábito puede mitigar diversas enfermedades, como las cardiovasculares o la diabetes, por lo que el ciclismo regular puede dar lugar a una vida más larga y saludable (Nieuwenhuijsen, s.f.; Oja et al., 2011). También hay que tener en cuenta los beneficios económicos del ciclismo, ya que los sectores de la fabricación de bicicletas y el turismo contribuyen significativamente a la economía europea. Para las personas que montan en bicicleta regularmente, el ciclismo puede resultar en ahorros de transporte debido a los bajos costes de uso de la bicicleta (tanto de compra como de mantenimiento). Además, las personas que se desplazan en bicicleta pueden ahorrar una cantidad significativa de tiempo al evitar las congestiones. Dado que las bicicletas requieren mucho menos espacio urbano, el ciclismo ayuda a reducir la congestión del tráfico y permite la redistribución del espacio urbano previamente ocupado por el tráfico motorizado (ECF, 2018). Se presenta en la Tabla 1 una comparación de la ocupación del espacio público y las emisiones de los diferentes modos de transporte en Lima.

Tabla 1. La ocupación del espacio público y la contaminación de los diferentes modos de transporte (adaptado Propuesta y recomendaciones para la formulación de una estrategia para la Bicicleta en Lima Metropolitana de El Banco Mundial, 2020).

	Caminante	Ciclismo	Coche privado	Autobús
Capacidad (nº de personas/hora en un carril de 3 metros de ancho)	9000	7500	600-1600	4000-8000
Emisiones de CO2 (g/km por pasajero)	0	21	271	101

Reconociendo los beneficios del ciclismo, tanto la legislación de la UE como la nacional tienen como objetivo promover y fomentar su crecimiento. La Declaración Europea sobre el Ciclismo representa un gran paso adelante en el avance del ciclismo en toda Europa (Eurocities, 2025; Declaración Europea sobre el Ciclismo, 2024). Dicha declaración hace hincapié en prioridades clave como ampliar la recopilación de datos sobre el ciclismo, mejorar la infraestructura ciclista y ofrecer una mayor seguridad para los ciclistas. Además de estas prioridades generales, también hay objetivos específicos relacionados con el uso compartido de bicicletas. Deben apoyarse los sistemas de bicicletas compartidas como solución para el acceso de primera y última milla a los servicios de transporte público. A nivel nacional, la "Estrategia Estatal por la Bicicleta" (MITMA, 2021b) implementa objetivos similares. Esta estrategia reconoce que la movilidad activa es clave para la transición sostenible de la movilidad urbana, y asume que el ciclismo desempeña un papel clave en dicha transición; además, propone acciones destinadas a desarrollar y expandir el uso compartido de bicicletas en las ciudades españolas, entendiendo el uso compartido de bicicletas como estrategia clave para integrar mejor el transporte público y el ciclismo (incluyendo el transporte público integrado y la venta de billetes para bicicletas compartidas).

En definitiva, el uso compartido de bicicletas desempeña un papel clave en el aumento de la cuota modal de la movilidad activa al ofrecer una opción de transporte accesible, flexible y asequible para una amplia gama de usuarios, incluidos aquellos que no poseen una bicicleta o aún no la utilizan. A menudo visto como una "puerta de entrada" al ciclismo, el uso compartido de bicicletas puede alentar a más personas a andar en bicicleta regularmente al reducir las barreras de entrada e integrarse sin problemas con otros modos de transporte sin la necesidad de poseer una bicicleta (Roig-Costa et al., 2025).

El ciclismo en España

El barómetro de la Bicicleta en España se ha llevado a cabo periódicamente desde 2008 (GESOP, 2024) y es una de las principales fuentes que proporciona información sobre el comportamiento del ciclista en nuestro país. El documento no solo se centra en el uso, sino que también incluye datos sobre las características de los usuarios y de las infraestructuras y sobre el papel de la bicicleta en las ciudades y las políticas. Según el último informe, casi la mitad de la población de España utiliza la bicicleta con cierta frecuencia. Alrededor del 25% de la población utiliza la bicicleta entre semana, casi el 10% la utiliza ocasionalmente para ir al trabajo o a la escuela, y un poco más del 3% la utiliza para los desplazamientos diarios (ver Figura 1).

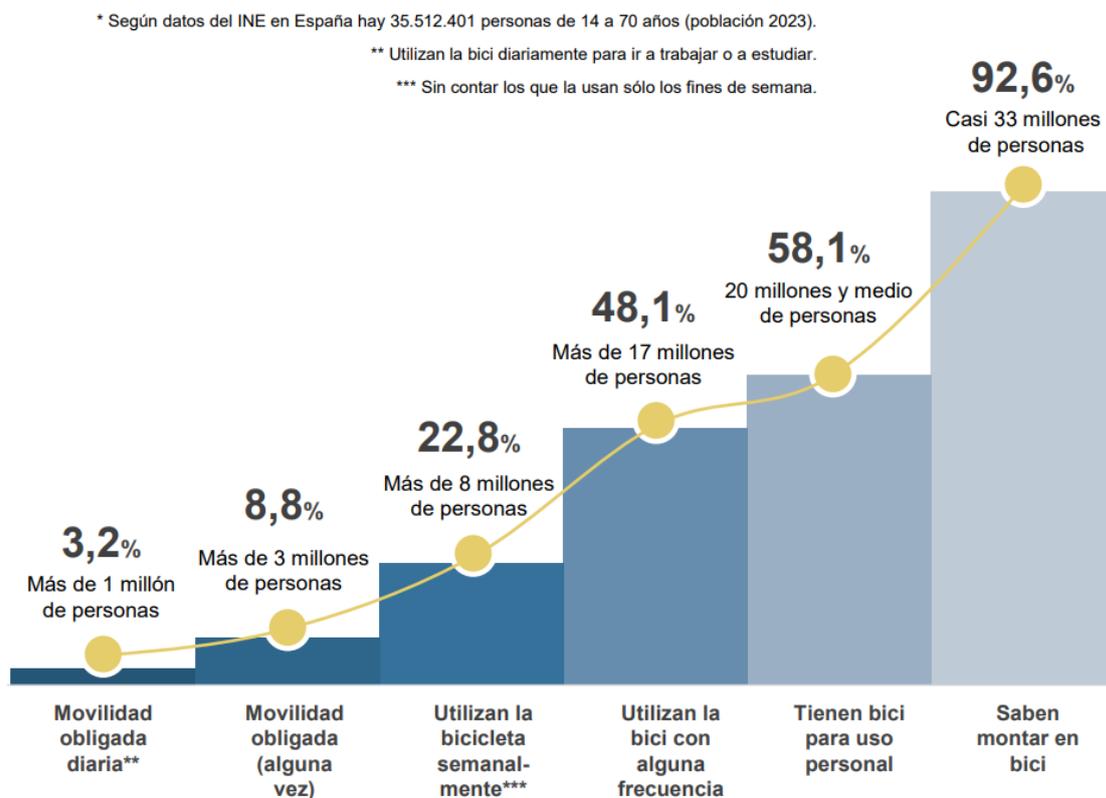


Figura 1. Estadísticas sobre el uso de la bicicleta en España considerando a toda la población entre 14 y 70 años (fuente: Barómetro de la Bicicleta en España (GESOP, 2024)).

Teniendo en cuenta las principales conclusiones del informe (GESOP, 2024), la mayoría de la población de España está de acuerdo en que se debe fomentar el uso de la bicicleta, lo que es prometedor para la difusión del ciclismo cotidiano y para el crecimiento del uso de la bicicleta compartida. La electrificación también va en aumento y, ciudades con una topografía como Santander, pueden beneficiarse de esta tendencia. La actitud hacia el uso compartido de bicicletas en general es positiva, lo que también es prometedor. En concreto, desde 2008, el número de ciclistas regulares ha ido en aumento; sin embargo, los niveles de ciclismo disminuyeron tras el pico de la pandemia de COVID-19 (ver Figura 2). Según los supuestos del informe, los factores del trabajo a distancia, las bajas tarifas del transporte público y la difusión de los patinetes eléctricos podrían haber contribuido al descenso.

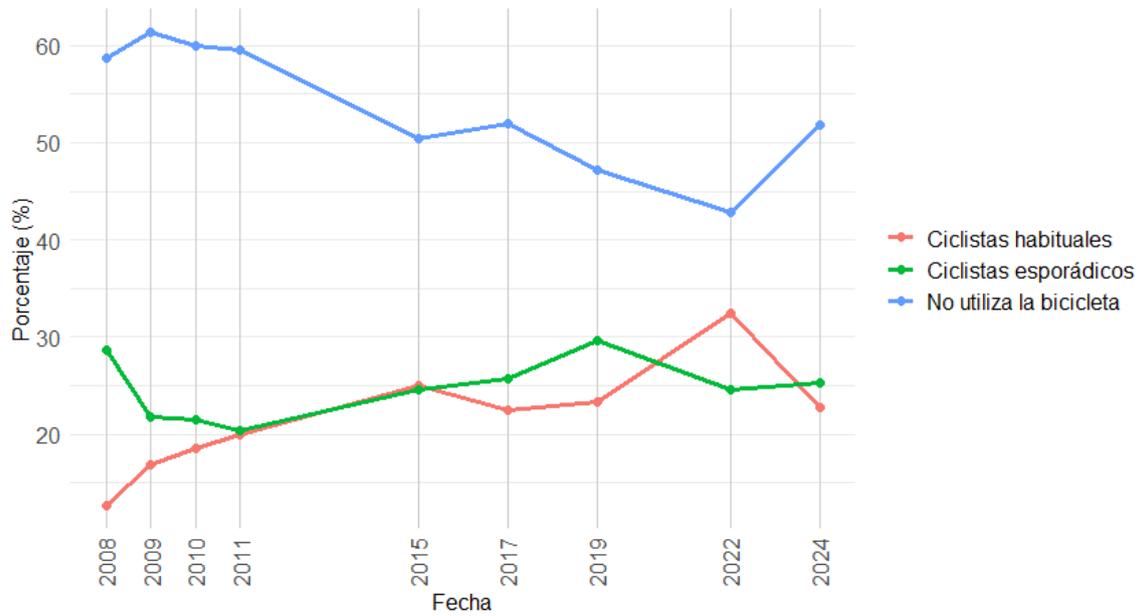


Figura 2. Evolución del uso de la bicicleta en España entre 2008 y 2024 (Elaboración propia a partir de datos obtenidos del Barómetro de Bicicleta en España (GESOP, 2024)).

En la Figura 3 se presenta, además, información adicional sobre las percepciones públicas del ciclismo. Comparando las respuestas de 2008 y 2024, la percepción de la bicicleta como medio de transporte casi se ha duplicado. Los encuestados entre los propietarios de bicicletas, tanto tradicionales como eléctricas, utilizan las bicicletas eléctricas principalmente para el ocio, aunque el uso de bicicletas eléctricas para los desplazamientos va en aumento.

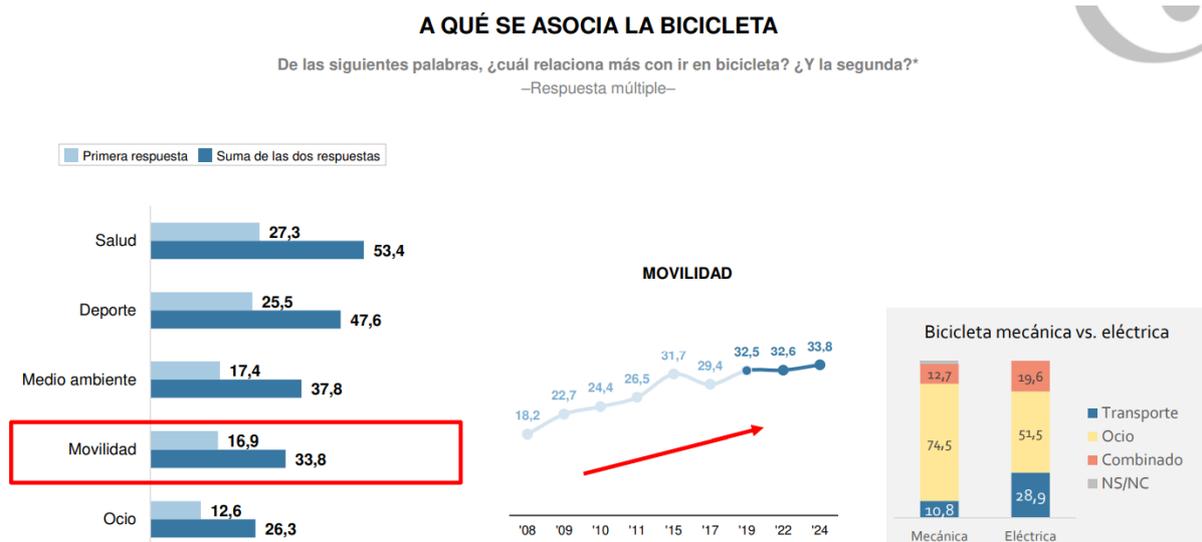


Figura 3. Información adicional sobre cómo se percibe el ciclismo (fuente: GESOP, 2024).

El ciclismo en Santander

La estrategia de "Estrategia Territorial Integrada Sostenible Santander 2030" ofrece una visión general sobre el ciclismo en Santander (ETIS Santander 2030, 2025). Se concluye que el uso de la bicicleta está aumentando gradualmente en Santander; sin embargo, el uso de la bicicleta sigue siendo muy bajo (alrededor del 1% de todos los movimientos). Según el "Plan De Movilidad Ciclista Santander", el cual se desarrolló en 2015 (PMCS, 2015), la red ciclista actual tiene una longitud total de 32 km y se han realizado mejoras en el estacionamiento de bicicletas, con 600 puntos registrados en 2020 y 7 estacionamientos seguros y monitoreados adicionales, cada uno con capacidad para 10-20 bicicletas. No obstante, esta infraestructura sigue siendo inadecuada en comparación con otras ciudades españolas y, en Santander, el uso de la bicicleta es principalmente recreativo en lugar de una opción diaria para los desplazamientos regulares. En general, la mala infraestructura, la financiación limitada y la falta de concienciación sobre el ciclismo como alternativa viable a los coches privados obstaculizan el progreso. No obstante, la estrategia territorial encuentra en el uso compartido de bicicletas una opción viable para promover el uso de la bicicleta, por tanto, sugiere la expansión y mejora general del servicio.

Visión general de los sistemas de bicicletas compartidas

Basándonos en la definición de Wikipedia (2025) "los sistemas de bicicletas compartidas, también conocidos como sistemas de bicicletas públicas, ponen a disposición de un grupo de usuarios una serie de bicicletas para que sean utilizadas temporalmente como medio de transporte. Normalmente estos sistemas son gestionados por un estamento público y permiten recoger una bicicleta y devolverla en un punto diferente, para que el usuario solo necesite tener la bicicleta en su posesión durante el desplazamiento." Los sistemas de bicicletas compartidas están diseñados para ofrecer una alternativa conveniente, rentable y ecológica para la movilidad urbana, lo que ayuda a reducir la congestión del tráfico y las emisiones.

En general, la literatura distingue cuatro generaciones de bicicletas compartidas. El concepto comenzó en la década de 1960 con la primera generación de bicicletas compartidas, que presentaban bicicletas gratuitas y desbloqueadas colocadas en espacios públicos. Uno de estos sistemas fue el "Plan de la Bicicleta Blanca" introducido en Ámsterdam. Sin embargo, estos eran propensos a robos y vandalismo. La segunda generación introdujo sistemas de depósito de monedas y estaciones de acoplamiento designadas, lo que mejoró el control sobre las bicicletas, pero aún carecía de seguridad y el robo seguía siendo un problema clave. La tercera generación marcó una importante actualización tecnológica en la década de 1990. Estos sistemas integraban tarjetas inteligentes, rastreo GPS y sistemas de acoplamiento automatizados, que mejoraron significativamente la confiabilidad y la eficiencia operativa, y el control sobre los sistemas. Los sistemas de cuarta generación de hoy en día a menudo cuentan con bicicletas sin anclaje/estación (dockless) y bicicletas eléctricas, y generalmente se puede acceder a ellos a través de aplicaciones móviles. Las últimas tecnologías aplicadas en el uso compartido de bicicletas ofrecen una mayor flexibilidad, una mejor redistribución, seguimiento de la ubicación en tiempo real y una integración perfecta con otros modos de transporte.

Según el Mapa Mundial de Bicicletas Compartidas de Meddin¹, hay 2041 sistemas de bicicletas compartidas en funcionamiento en todo el mundo. La cifra de España fue de 37 en 2024 (RedBici, 2024). Según los datos obtenidos de la plataforma, los principales operadores son JCDecaux, NextBike, Donkey Republic, Lime o Dott. Estos operadores a menudo colaboran con los gobiernos locales y las agencias de transporte para integrar el uso compartido de bicicletas en redes de movilidad más amplias. Alrededor del 60% de los sistemas mundiales de bicicletas compartidas están equipados con bicicletas manuales normales, mientras que alrededor del 25% de los sistemas funcionan únicamente con bicicletas eléctricas asistidas. El resto de los sistemas son mixtos, utilizando tanto bicicletas manuales como eléctricas (The Meddin Bike-sharing World Map team, 2021).

España cuenta con 37 sistemas de bicicletas compartidas operativos, que varían significativamente en tamaño y tecnología. Las más grandes se encuentran en Barcelona y Madrid, cada una con aproximadamente 7.000 bicicletas. Le siguen Sevilla y Valencia con unas 2.500 bicicletas. Otras tres ciudades operan sistemas con más de 1,000 bicicletas, mientras que los programas restantes sirven a municipios más pequeños con unos pocos cientos de bicicletas cada uno. De los 37 sistemas, 21 incluyen bicicletas eléctricas; 8 de ellas son totalmente eléctricas, mientras que las otras cuentan con flotas mixtas que combinan bicicletas manuales estándar y bicicletas eléctricas tipo pedelec (RedBici, 2024).

Para las representaciones cartográficas de los sistemas de bicicletas compartidas en España y en todo el mundo, véanse las Figuras 4 y 5.

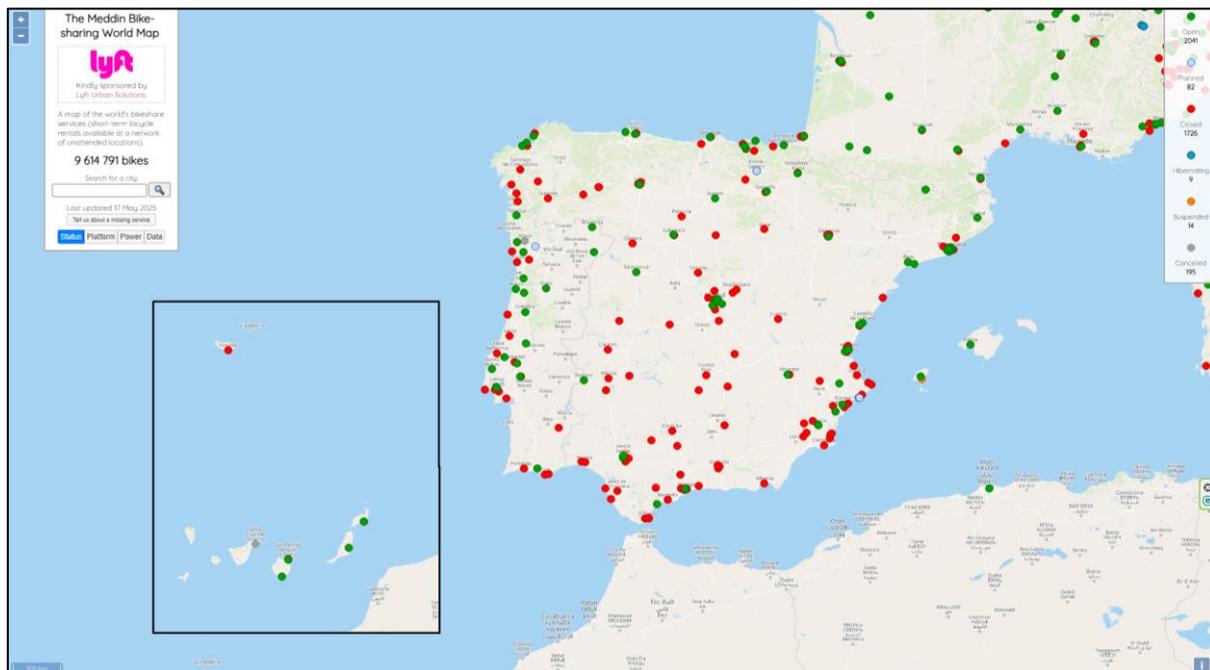


Figura 4. Sistemas de bicicletas compartidas en España (captura del mapa mundial de bicicletas compartidas de Meddin).
Leyenda: rojo – cerrado, verde – abierto, azul – planeado, gris – cancelado.

¹ <https://bikesharingworldmap.com/> (último acceso: 17 de mayo de 2025).

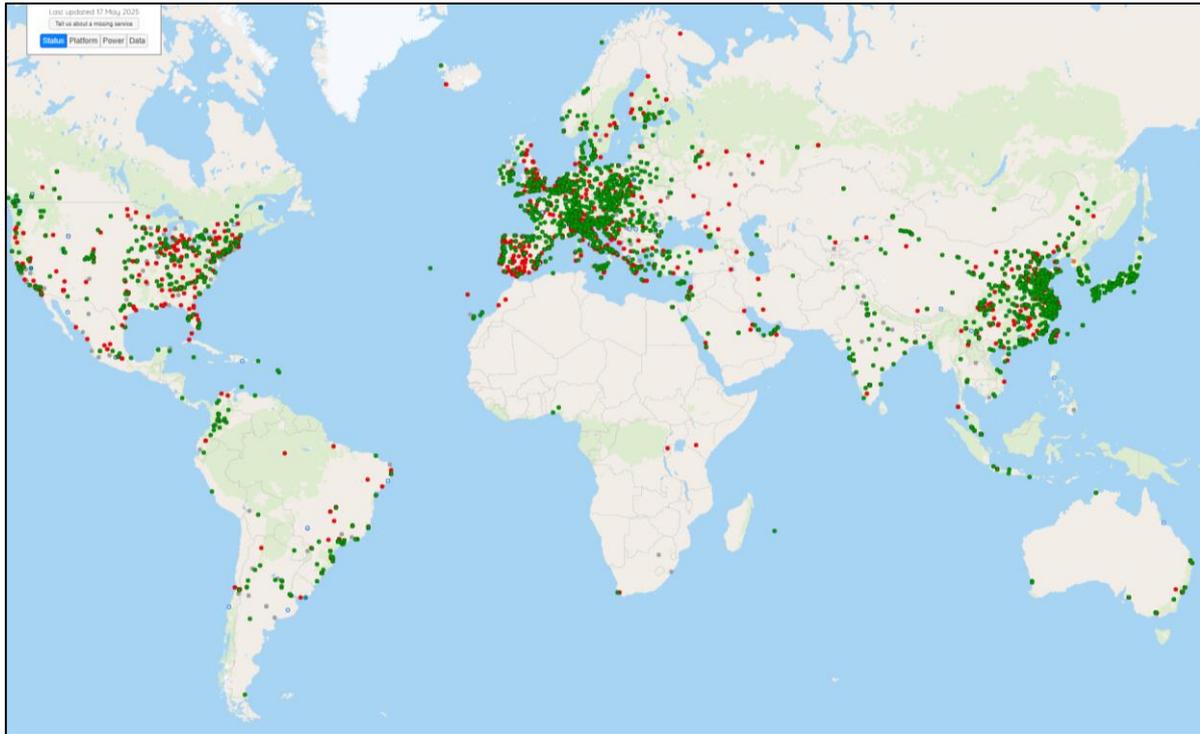


Figura 5. Sistemas de bicicletas compartidas en el mundo (captura del mapa mundial de bicicletas compartidas de Meddin).
Legenda: rojo – cerrado, verde – abierto, azul – planeado, gris – cancelado.

Revisión de la investigación sobre el análisis de datos de bicicletas compartidas

Se revisaron ejemplos nacionales e internacionales para comprender qué fuentes de datos, métodos y herramientas se utilizaron para responder preguntas de investigación similares a las de este TFG.

En cuanto a los estudios que analizan el uso, Sanmiguel-Rodríguez (2019) analizó el uso del sistema de bicicletas compartidas de VaiBike en Vilagarcía de Arousa centrándose en aspectos de edad, recorridos y duración. Los datos utilizados en el estudio han sido facilitados y autorizados por el Ayuntamiento de Vilagarcía de Arousa. Este estudio empleó estadística descriptiva (media, desviación estándar, error estándar) y análisis inferencial utilizando la prueba t para comparar la edad por sexo y uso. La tesis doctoral de Seifert (2023) analizó los patrones de uso del sistema de bicicletas compartidas de Valencia utilizando diversos métodos avanzados. Otra tesis doctoral se centra en los perfiles de los usuarios y los atributos de adopción de los sistemas de bicicletas compartidas, examinando las características de BiciMAD en Madrid (Munkácsy, 2017). La tesis de Verenzuela Gómez (2023) examina cómo la infraestructura ciclista urbana afecta al uso de la bicicleta como medio de transporte en Barcelona aplicando la analítica de *big data*.

Además, también se revisaron estudios centrados en el sistema de bicicletas compartidas de Santander. Ibeas et al. (2011) propusieron una metodología para promover la participación pública en el proceso de planificación y la probaron en Santander. El artículo incluye un análisis DAFO sobre el uso de la bicicleta en Santander a partir de los resultados de las entrevistas realizadas a grupos focales. Bordagaray et al. (2015) presentaron una metodología para modelar la calidad del servicio de los sistemas de bicicletas compartidas basada en percepciones de los usuarios y la aplicaron en Santander.

En otro estudio, Bordagaray et al. (2014) presentaron una metodología sobre cómo utilizar los datos de las tarjetas inteligentes de bicicletas compartidas para detectar patrones de viaje. La metodología se probó en Santander, utilizando datos de TUSBIC. La muestra de datos incluyó 26.290 registros, recopilados entre el 1 de julio y el 31 de agosto de 2011, que incluyen información sobre las estaciones de recogida y entrega de bicicletas, marcas de tiempo de inicio y fin de los viajes, tipo de abono del usuario. Durante el periodo examinado, que coincidió con la temporada turística, el 24% de los viajes fueron circulares (con inicio y fin en la misma estación), y el resto de los viajes fueron de ida (diferentes estaciones de inicio y finalización). En cuanto a la duración de los viajes, los autores aportan información sobre los cuartiles de duración de los alquileres que se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Cuartiles de la duración de los alquileres presentados por Bordagaray et al. (2014).

	Viajes circulares	Viajes de ida
Cuartil 1	05 minutos	10 minutos
Mediana	37 minutos	18 minutos
Cuartil 3	67 minutos	33 minutos

Romero et al. (2015) presentaron una metodología para modelar un sistema de transporte urbano, integrando el uso compartido de bicicletas en una red multimodal, incorporando perfiles de elevación de rutas. El modelo se implementó en Santander. dell'Olio, Ibeas y Moura (2011) propusieron una metodología para estimar la demanda potencial de uso de la bicicleta y la disposición de los futuros usuarios a pagar. Además, los autores desarrollaron un modelo de ubicación para determinar las ubicaciones óptimas para las estaciones de bicicletas compartidas. La metodología presentada se probó en Torrelavega. En un estudio reciente, Rodríguez et al. (2024) publicaron los resultados de una encuesta sobre la disposición a pagar por el uso compartido de bicicletas en Santander.

Por último, se revisaron los estudios que aplican el análisis de accesibilidad en el contexto del uso de bicicletas compartidas. Geurs y Wee (2004) definieron la accesibilidad como "la medida en que el uso de la tierra y los sistemas de transporte permiten a (grupos de) individuos llegar a actividades o destinos por medio de una (combinación de) modo(s) de transporte". Los autores presentan varias métricas de accesibilidad para cuantificar la accesibilidad que se utilizan en la literatura relacionada con el uso compartido de bicicletas. Mahajan y Sánchez-Vaquerizo (2024) introdujeron el "Índice de Accesibilidad a los Servicios de Bicicletas Compartidas" (BSAI) y compararon 40 sistemas de bicicletas compartidas en todo el mundo. Los datos sobre la ubicación de las estaciones se obtuvieron de los sitios web del gobierno de la ciudad y utilizaron una biblioteca de Python, pybikes. Los datos poblacionales se obtuvieron de la Capa Global de Asentamientos Humanos (GHSL). Bosch-Checa et al.(2025) evaluaron la accesibilidad a los servicios de movilidad urbana en Valencia. Los autores obtuvieron datos sobre las ubicaciones de los servicios del Punto de Acceso Nacional de datos del transporte², de la plataforma de datos abiertos de Valencia, y datos de población del INE. Se calcularon las áreas de cobertura de 5 minutos a pie alrededor de las estaciones de bicicletas compartidas y paradas de transporte público, y luego se calculó la población que vive a menos de 5 minutos, utilizando QGIS. La accesibilidad de las bicicletas compartidas a menudo se examina teniendo en cuenta los aspectos de equidad. Por ejemplo, Giuffrida et al. (2023) presentan un índice compuesto para evaluar tanto el acceso de los usuarios al servicio como la accesibilidad de los destinos en función de la disponibilidad de bicicletas y la cobertura del servicio en Dublín. El estudio de Jin y Sui (2024) presenta una evaluación sobre la equidad en el uso compartido de bicicletas en 73 ciudades de EEUU.

² <https://nap.transportes.gob.es/> (último acceso: 13 de junio de 2025).

Factores clave que influyen en el uso de bicicletas compartidas

En el estudio sobre la calidad de los servicios de bicicletas compartidas de Santander de Bordagaray et al. (2015) se consideraron factores que influyen en el uso de bicicletas compartidas, como el tiempo de acceso a las estaciones, el coste de uso, la distribución de las estaciones de acoplamiento, el pago, la integración con el transporte público, la seguridad, la calidad de la infraestructura ciclista, la calidad de las bicicletas y la disponibilidad de información. Se puede encontrar información adicional en la tesis doctoral de Bordagaray sobre la calidad de los sistemas de limpieza de bicicletas (Bordagaray, 2015). Munkácsy (2017) presenta un resumen sobre los factores que afectan al uso compartido de bicicletas, estos se resumen en la Tabla 3. Además, como resume Munkácsy, el ciclismo a menudo se ve obstaculizado por una combinación de barreras personales, sociales, de seguridad y de infraestructura. Estos incluyen falta de habilidades o confianza, cultura centrada en el automóvil, preocupaciones de seguridad e infraestructura o conectividad deficientes con otros modos de transporte.

Tabla 3. Factores exógenos y endógenos de los esquemas de bicicletas compartidas (traducido de Munkácsy, 2017).

FACTORES EXÓGENOS	FACTORES ENDÓGENOS (SENSIBLES A LAS POLÍTICAS)				
	Diseño físico y servicio		Modelo de negocio		
	Componentes	Servicios	Proveedores de servicios y contratos	Costes y financiación	
<ul style="list-style-type: none"> • Tamaño de la ciudad • Clima • Comportamiento de movilidad • Densidad de población • Seguridad y protección • Factores demográficos • Factores económicos • Factores geográficos y topología • Infraestructura existente • Situación financiera • Situación política 	Bicicletas (diseño robusto y único, talla única para todos, espacio publicitario)	Tamaño y densidad (nº de bicis, puntos de acople, etc.)	Operadores (gobierno o autoridad local, grupos sin ánimo de lucro, universidad, agencia de transporte, compañías de publicidad, proveedor de mobiliario urbano, empresa de bicis compartidas)	Costos de capital (infraestructura, implementación)	
		Registro (una vez, diario, semanal, mensual, anual)		Costes de funcionamiento	
		Estaciones de acoplamiento (baja tecnología, alta tecnología, espacio publicitario)	Información (páginas web, apps, mapas, terminales)	Contratos (propiedad, responsabilidad, duración del contrato)	Fuentes de financiación operativa (tarifas, publicidad en infraestructura)
		Tecnología de acceso (tarjeta, RFID, código, llave, personal a cargo)	Disponibilidad (24h o limitado, estacional)		Subsidios (subvenciones directas, publicidad, contratos, patrocinios, control de aparcamiento o tasas de congestión)
	Software (monitoreo, redistribución, mantenimiento, facturación, procesos de usuario)	Integración del transporte público (integración de la información, integración física, acceso y costes)			

Adaptado de Büttner et al. (2011)

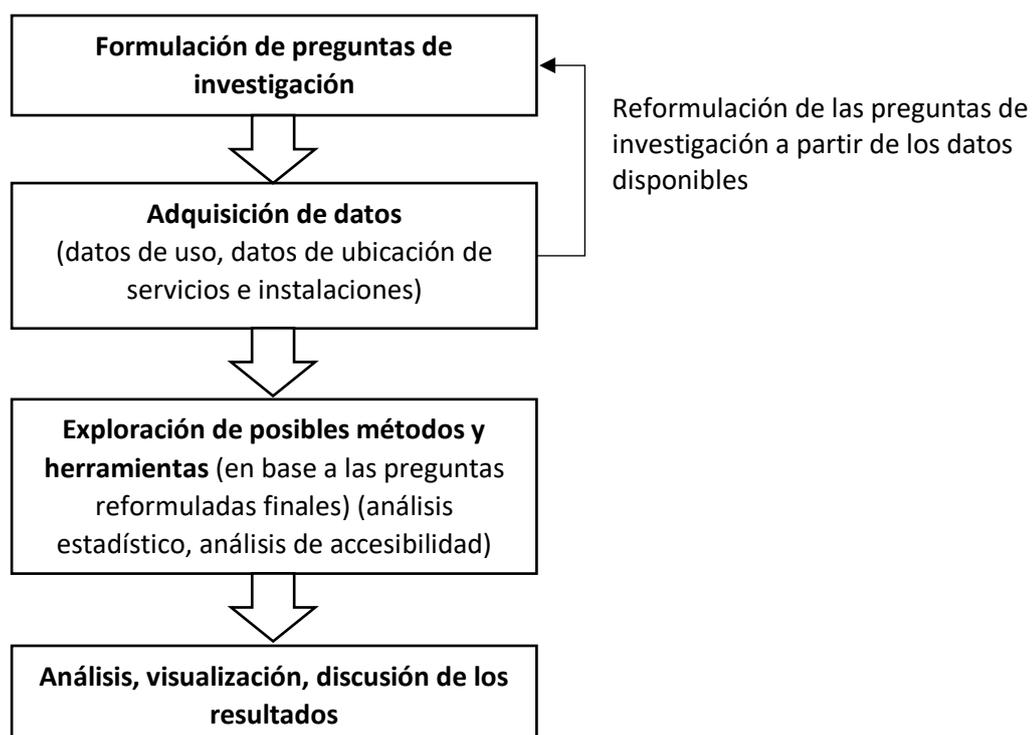
Metodología

En esta sección, se expone la metodología aplicada y las fuentes de datos, incluyendo una breve explicación de los formatos de datos. Los objetivos principales de este TFG son: (1) comparar las características de TUSBIC y TUEBICI para comprender cómo han cambiado los servicios y el uso tras la introducción del nuevo sistema; así como evaluar la calidad de servicio de las ubicaciones de las estaciones de TUEBICI en Santander, y (2) evaluar las características de uso en función de los datos de uso obtenidos. Se eligieron métodos apropiados para responder a las siguientes preguntas más específicas teniendo en cuenta las normas internacionales de planificación de bicicletas compartidas:

1. ¿A qué porcentaje de los servicios clave se puede acceder en bicicleta compartida en Santander? ¿Qué diferencias se pueden observar entre los distintos barrios de la ciudad?
2. ¿Qué porcentaje de la población tiene acceso a estaciones de bicicletas compartidas en Santander? ¿Qué diferencias se pueden observar entre los distintos barrios de la ciudad?
3. ¿Cuáles son las principales características del uso en base a los datos que se pueden obtener?
4. ¿Cuáles podrían ser los principales factores que afectan el uso de bicicletas compartidas?
5. ¿Qué medidas podrían mejorar los servicios de bicicletas compartidas en Santander para atraer a más usuarios y aumentar su uso?

Estas preguntas de investigación se definieron en base a la disponibilidad de datos. El objetivo original era comparar las características de uso de los dos sistemas de bicicletas compartidas de Santander para comprender cómo afectaban los servicios mejorados al uso. Sin embargo, no se disponía de datos de uso para TUEBICI, solo para TUSBIC, por lo que se reformuló este objetivo y se prestó más atención al análisis de accesibilidad. El concepto original habría incluido un análisis espacio-temporal más exhaustivo sobre el uso, pero esto tampoco fue factible debido a la limitada disponibilidad de datos. Estos aspectos se presentan en el apartado de fuentes de datos utilizadas para este TFG. En la Figura 6 se muestra el esquema general de la elaboración del TFG y cómo se formularon las preguntas de investigación en un proceso basado en los datos disponibles.

Figura 6. Esquema general del análisis



Fuentes de datos

Las principales fuentes de datos utilizadas en este TFG incluyen datos de uso de TUSBIC. Lo ideal sería que también se hubieran incluido los datos de TUEBICI; Sin embargo, los esfuerzos por adquirir estos datos fueron finalmente infructuosos. Los datos de TUSBIC incluyen el número total diario de alquileres entre el 31 de enero de 2012 y el 31 de diciembre de 2022. Los datos de uso no contienen ninguna información espacial sobre los viajes (como orígenes, destinos o cualquier agregación espacial). El [Anexo A](#) incluye un resumen de los alquileres mensuales y los totales anuales.

Para complementar los datos sobre TUSBIC, en este TFG se han utilizado varias plataformas de datos abiertos que son las siguientes (para ejemplos de conjuntos de datos y estructuras de datos véase el [Anexo B](#)):

- Visualizador Web de Cartografía del Gobierno de Cantabria³ [1]: una plataforma general y polivalente de datos abiertos para consultar datos geográficos, topográficos y urbanísticos en Cantabria. Los datos sobre la infraestructura (por ejemplo, la red ciclista) se obtuvieron de esta plataforma. Los datos se obtuvieron a través del servidor WFS de la plataforma⁴.
- El INE (Instituto Nacional de Estadística) proporciona diversos servicios y datos relevantes que se utilizaron para la elaboración de este TFG que son los siguientes [2]:
 - Datos de población (datos de población georreferenciados para secciones censales)⁵
 - Datos turísticos (número de turistas que visitan Santander)⁶
- Datos de la estación JCDecaux Bike (ubicación de las estaciones del sistema anterior) [3]:
 - Las ubicaciones de las estaciones se obtuvieron de la plataforma de intercambio de datos de OpenDataSoft. Aunque el sistema de bicicletas compartidas de JCDecaux en Santander ya no está operativo, los datos sobre la ubicación de las estaciones siguen estando disponibles, marcados con el estado del sistema "cerrado"⁷.
 - Para comparar y verificar la fuente de datos presentada anteriormente, se utilizó un estudio de Kaggle⁸.
- Datos de la estación Nextbike (ubicaciones de las estaciones del sistema actual) [4]:
 - Nextbike proporciona diferentes puntos finales GBFS abiertos (APIs) para sus sistemas. Se obtuvo el ID de ciudad de Santander para el punto de conexión general (914) y se realizó una llamada API específica para filtrar los datos relevantes de la ciudad⁹.
- Datos meteorológicos (para el análisis de estacionalidad) [5]: se utilizaron los publicados por Meteocantabria¹⁰.
- Datos de uso de bicicletas compartidas (JCDecaux) [6]: los datos de uso diario del sistema operado por JCDecaux se recibieron desde la dirección de este TFG.

³ <https://www.territoriodecantabria.es/cartografia-sig> (último acceso: 2 de junio de 2025)

⁴ <https://www.territoriodecantabria.es/cartografia-sig/servicios-wfs-iiig> (último acceso: 2 de junio de 2025)

⁵ Se utilizaron las siguientes tablas: https://ine.es/jaxiT3/Datos.htm?t=69146#_tabs-tabla y https://www.ine.es/ss/Satellite?L=es_ES&c=Page&cid=1259952026632&p=1259952026632&pagename=ProductosYServicios%2FPYSLayout (último acceso: 2 de junio de 2025)

⁶ Se utilizaron las siguientes tablas: https://www.ine.es/dyngs/INEbase/es/categoria.htm?c=Estadistica_P&cid=1254735576863 y <https://www.ine.es/jaxiT3/Tabla.htm?t=2078> (último acceso: 2 de junio de 2025)

⁷ https://public.opendatasoft.com/explore/dataset/jcdecaux_bike_data/information/?location=12,43.47647,-3.81311&basemap=jawg.light (último acceso: 2 de junio de 2025)

⁸ <https://www.kaggle.com/code/microtang/analyzing-sharing-bike-data-in-santander/notebook> (último acceso: 2 de junio de 2025)

⁹ <https://api.nextbike.net/maps/nextbike-live.json?city=914> (último acceso: 2 de junio de 2025)

¹⁰ <https://www.meteocantabria.es/meteocantabria/historico/filtrar> (último acceso: 2 de junio de 2025)

- GTFS [7]: (Especificación General de Fuentes de Tránsito)¹¹ es la fuente de donde se obtuvieron las ubicaciones de las paradas de transporte público. La base de datos GTFS se obtuvo del Punto de Acceso Nacional Español donde se cargan los datos sobre el transporte público para facilitar el intercambio de datos sobre el transporte de pasajeros dentro de la Unión Europea¹².

Formatos de datos

Se accedió a varias API para obtener datos. "Una API (del inglés, *Application Programming Interface*, en español, Interfaz de Programación de Aplicaciones) es una pieza de código que permite a dos aplicaciones comunicarse entre sí para compartir información y funcionalidades¹³." En este TFG, las APIs se utilizan para obtener datos en los formatos de datos típicos que se utilizan para este tipo de análisis (ver estos formatos de datos a continuación). En este TFG se utilizan varios formatos de datos abiertos y estándar, que también deben ser introducidos. Estos formatos son fácilmente accesibles, funcionan en diferentes plataformas y herramientas de software, lo que permite una interoperabilidad y colaboración fluidas entre sistemas y organizaciones. Los formatos de datos más importantes utilizados son los siguientes:

- CSV: "Los archivos CSV (del inglés comma-separated values) son un tipo de documento en formato abierto sencillo para representar datos en forma de tabla; las columnas se separan por comas (o punto y coma si la coma es el separador decimal) y las filas por saltos de línea."¹⁴
- JSON: "JSON (acrónimo de JavaScript Object Notation, 'notación de objeto de JavaScript') es un formato de texto sencillo para el intercambio de datos... debido a su amplia adopción se considera un formato independiente del lenguaje."¹⁵
- GeoJSON: "GeoJSON es un formato estándar abierto diseñado para representar elementos geográficos sencillos, junto con sus atributos no espaciales, basado en JavaScript Object Notation. Se usa mucho en aplicaciones de cartografía en entornos web al permitir el intercambio de datos de manera rápida, ligera y sencilla."¹⁶
- Shapefile: "El formato ESRI Shapefile (SHP) es un formato de archivo informático propietario de datos espaciales desarrollado por la compañía ESRI ... pero actualmente se ha convertido en formato estándar de facto para el intercambio de información geográfica entre Sistemas de Información Geográfica. ... Un shapefile es un formato vectorial de almacenamiento digital donde se guarda la localización de los elementos geográficos y sus atributos asociados."¹⁷
- GBFS: "GBFS es un estándar de datos abiertos que facilita el descubrimiento y el uso de los modos de movilidad compartida. Un feed GBFS está compuesto por una serie de archivos JSON. Cada archivo representa un aspecto particular de un sistema de movilidad: el estado de los vehículos y/o estaciones, reglas geográficas, precios, etc."¹⁸ En este TFG solo se obtuvo información sobre la ubicación de las estaciones utilizando este formato de datos.

¹¹ Formato de datos estandarizado que proporciona una estructura para que los operadores de transporte público puedan definir sus servicios (rutas, paradas, horarios, tarifas, etc.). Fuente de definición: <https://www.wikiwand.com/es/articles/GTFS> (último acceso: 12 de junio de 2025)

¹² <https://nap.transportes.gob.es/Files/Detail/1391> (último acceso: 12 de junio de 2025)

¹³ Fuente: <https://www.wikiwand.com/es/articles/API> (último acceso: 12 de junio de 2025)

¹⁴ Fuente de definición: [https://www.wikiwand.com/es/articles/Valores separados por comas](https://www.wikiwand.com/es/articles/Valores_separados_por_comas) (último acceso: 12 de junio de 2025)

¹⁵ Fuente de definición: <https://www.wikiwand.com/es/articles/JSON> (último acceso: 12 de junio de 2025)

¹⁶ Fuente de definición: <https://www.wikiwand.com/es/articles/GeoJSON> (último acceso: 12 de junio de 2025)

¹⁷ Fuente de definición: <https://www.wikiwand.com/es/articles/Shapefile> (último acceso: 12 de junio de 2025)

¹⁸ Fuente de las definiciones y para más información sobre GBFS: <https://gbfs.org/es/documentation/> (último acceso: 12 de junio de 2025)

En la Tabla 4 se muestra un ejemplo de datos en formatos legibles por humanos de CSV y JSON que describen el número de alquileres diarios y la tasa de rotación para el uso compartido de bicicletas.

Tabla 4. Ejemplo que ilustra dos formatos de datos estandarizados comunes: CSV y JSON (Elaboración propia).

Tabla de datos			Formato CSV	Formato JSON
Fecha	Alquileres	Rotación	"fecha; alquileres; rotacion	"{"
31/01/2012	98	0.52973	31.01.2012; 98; 0.52972973	{
01/02/2012	30	0.164835	01.02.2012; 30; 0.164835165	"fecha": "31.01.2012",
02/02/2012	73	0.401099	02.02.2012; 73; 0.401098901"	"alquileres": 98,
				"rotacion": 0.52972973
				},
				{
				"fecha": "01.02.2012",
				"alquileres": 30,
				"rotacion": 0.164835165
				},
				{
				"fecha": "02.02.2012",
				"alquileres": 73,
				"rotacion": 0.401098901
				}
]"

Métodos analíticos

Los métodos y herramientas analíticas se eligieron en función de los objetivos y preguntas de investigación introducidos, así como de los datos obtenidos.

Para el análisis de las características de uso, se aplicó un análisis estadístico temporal simple (análisis de tendencias). Dado que solo están disponibles los datos de uso temporal, no se puede realizar ningún análisis adicional. Para el análisis y la visualización se utilizó R, un lenguaje de programación desarrollado para el cálculo estadístico y la visualización de datos. R es una herramienta capaz para este tipo de análisis, y es más flexible y adecuada para análisis más complejos que Microsoft Excel, que también se utiliza ampliamente para fines similares. Se utilizó la última versión de R, v.4.4.3¹⁹, en el entorno de desarrollo integrado de RStudio²⁰. Los paquetes utilizados para el análisis y la visualización incluyen ggplot2 (visualización), zoo (manejo de datos de series temporales), lubridate (para manejar fechas y horas), dplyr (manipulación de datos), viridis (paletas de colores para gráficos), tidyr (remodelación de datos)²¹.

Para responder a las preguntas relacionadas con la accesibilidad, se utilizó un enfoque simple de análisis de accesibilidad. Éste permite evaluar la facilidad con la que las personas pueden llegar a diferentes tipos de destinos o servicios en función de una red de transporte, las opciones de transporte y la ubicación de los servicios determinados (Grupo PTV, 2025). En el contexto del uso de bicicletas compartidas, el uso de isócronas (área de captación) para el análisis de accesibilidad de las estaciones es una práctica común aplicada por varios investigadores (Mahajan y Argota Sánchez-Vaquerizo, 2024; Zuluaga et al., 2021).

¹⁹ Para la última versión: <https://www.r-project.org/> (último acceso: 11 de junio de 2025).

²⁰ Para la última versión: <https://www.wikiwand.com/es/articles/RStudio> (último acceso: 11 de junio de 2025).

²¹ Para más información sobre los paquetes: https://cran.r-project.org/web/packages/available_packages_by_name.html (último acceso: 11 de junio de 2025).

Tras revisar las herramientas relevantes, QGIS (v.3.22.5), un software SIG gratuito ampliamente utilizado, se eligió para realizar el análisis y la visualización de datos espaciales²². Después de revisar las herramientas QGIS relevantes para el análisis de accesibilidad (Graser, 2019), se utilizó una herramienta de enrutamiento, Openrouteservice. Otras herramientas eran más complicadas de usar (el servidor local debe instalarse y configurarse en lugar de acceder a un servidor en línea remoto con un complemento de QGIS²³, tal ejemplo es OpenTripPlanner) o no son gratuitas y se debe pagar una tarifa de uso para usar el servicio (por ejemplo, TravelTime²⁴). Openrouteservice es desarrollado y mantenido por el Instituto de Tecnología de Geoinformación de Heidelberg (HeiGIT) de la Universidad de Heidelberg. Entre las diversas funciones, la herramienta ofrece un servicio isócrono que calcula un polígono que representa el área alcanzable alrededor de una ubicación determinada dentro de un tiempo o distancia determinados, basándose en los datos de la red de calles de OpenStreetMap.²⁵ Esta herramienta fue elegida porque ofrece un complemento para QGIS²⁶ y es una herramienta abierta y gratuita (con limitaciones de uso). Después de obtener una clave API del sitio web de Openrouteservice e instalar el complemento QGIS, se puede realizar la generación de isócronas. Basándose en los datos de la red de calles de OpenStreetMap, la herramienta calcula las isócronas a partir de una capa de puntos (donde los puntos son los centros de las isócronas). Las isócronas se pueden configurar en función del modo de transporte (conducir, caminar, andar en bicicleta, etc.) y en función de la distancia máxima o el tiempo de viaje. La salida del cálculo es una capa de polígono donde cada polígono representa una isócrona.²⁷ Las isócronas generadas por Openrouteservice se validaron con algunas indicaciones iniciales utilizando diferentes ubicaciones y tiempos de caminata en Santander. Las isócronas se compararon con los tiempos de caminata calculados por Google Maps. Sobre la base de esta comparación, las isócronas son precisas y se pueden utilizar para el análisis.

Análisis y resultados

En este apartado se detalla el análisis de resultados. En primer lugar, se presenta el área de estudio, Santander; posteriormente, los dos sistemas de bicicletas compartidas de Santander, TUSBIC y TUEBICI; finalmente se realiza un análisis de accesibilidad sobre la accesibilidad de las estaciones de TUEBICI y un análisis de uso sobre los datos de TUSBIC.

Área de estudio: Santander

El área de estudio es Santander, una ciudad costera que tiene una población aproximada de 174.000 habitantes. En la Figura 7 se representa el mapa de densidad poblacional de Santander. La ciudad tiene un clima oceánico suave, caracterizado por temperaturas medias que oscilan entre los 13,7 °C en enero y los 24,5 °C en agosto, y recibe unos 1.150 mm de precipitación al año (Wikipedia, 2025b). Este clima hace de Santander un destino atractivo para practicar ciclismo durante todo el año.

²² Para la última versión: <https://qgis.org/> (último acceso: 11 de junio de 2025).

²³ Véase este ejemplo: <https://towardsdatascience.com/visualization-of-travel-times-with-otp-and-qgis-3947d3698042/> (último acceso: 12 de junio de 2025).

²⁴ <https://traveltime.com/> (último acceso: 12 de junio de 2025).

²⁵ Fuente y para más información sobre la herramienta: <https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Openrouteservice> (último acceso: 12 de junio de 2025)

²⁶ ORS: <https://plugins.qgis.org/plugins/ORStools/#plugin-details> (último acceso: 12 de junio de 2025)

²⁷ Un tutorial sobre las herramientas ORS:

https://www.qgistutorials.com/es/docs/3/service_area_analysis.html (último acceso: 12 de junio de 2025).

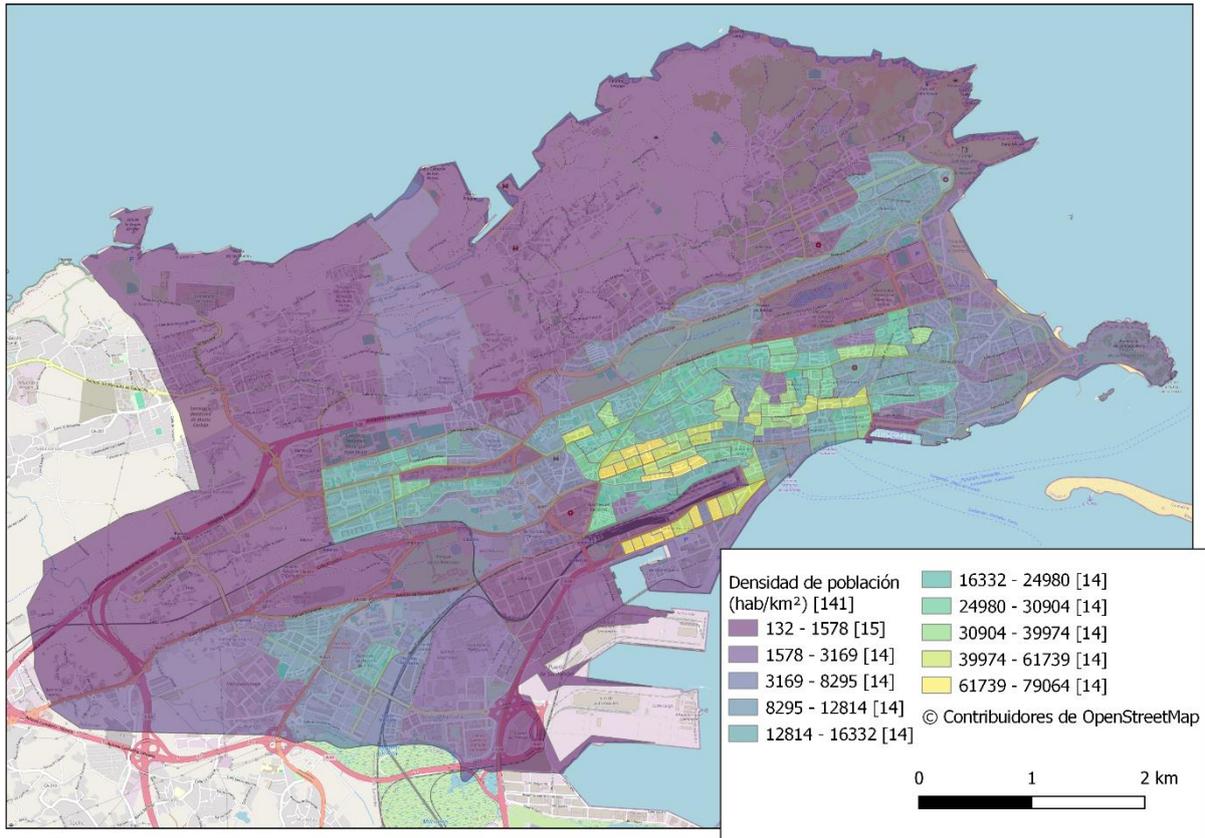


Figura 7. Mapa de densidad poblacional de Santander. (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos mencionadas).

Sin embargo, la topografía montañosa de Santander presenta importantes desafíos para la movilidad activa, que la ciudad aborda mediante la introducción del sistema de bicicletas eléctricas compartidas (TUEBICI), y con una extensa red de escaleras mecánicas y ascensores eléctricos para facilitar el caminar a todas las edades y capacidades (ver Figura 8).

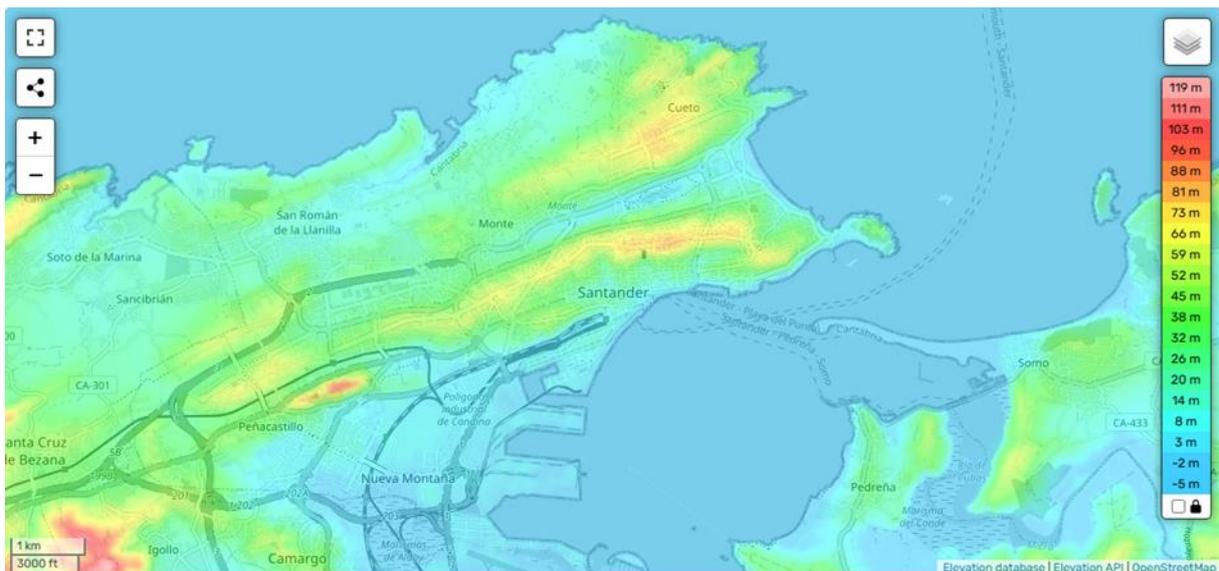


Figura 8. Mapa topográfico de Santander (captura de de topographic-map.com; último acceso: 10 de junio de 2025).

Se han revisado tres documentos principales que juegan un papel importante en la configuración de la movilidad urbana en Santander. Estos documentos son el "Plan de Movilidad Ciclista Santander"²⁸ de 2016, el "Plan de Movilidad Sostenible"²⁹ de 2010 y la "Estrategia Territorial Integrada Sostenible - ETIS Santander 2030"³⁰ aprobada en 2025.

En primer lugar, se presenta el documento estratégico de "La Estrategia Territorial Integrada Sostenible - ETIS Santander 2030". Este documento define una hoja de ruta hasta 2030 para el desarrollo integral de la ciudad abordando los desafíos económicos, sociales, ambientales y urbanos a través de acciones coordinadas, participación ciudadana y alineación con las agendas globales, europeas y nacionales relevantes. La estrategia destaca la necesidad de reducir el uso del automóvil privado en la ciudad mediante la promoción de alternativas como los sistemas de estacionamiento y transporte, la mejora del transporte público y la movilidad activa, especialmente a través de la mejora de la infraestructura ciclista y los servicios de bicicletas compartidas. El documento ofrece una visión y una valoración general del estado actual del ciclismo en la ciudad. Tal y como concluye el documento, aunque el uso de la bicicleta en Santander está creciendo lentamente, sigue siendo muy bajo (en torno al 1%). A pesar de las recientes ampliaciones de la red ciclista que actualmente es de 32 km, y de la mejora de los aparcamientos, la infraestructura sigue siendo insuficiente en comparación con otras ciudades españolas. El servicio de bicicletas compartidas también carece de cobertura. Además, existe una conciencia pública limitada sobre el ciclismo como una opción de transporte diario, y su uso se considera en gran medida recreativo en lugar de una alternativa viable a los vehículos motorizados. El plan de acción, cuyas intervenciones están previstas que se ejecuten en los próximos 3-4 años con un presupuesto estimado de 2 millones de euros, incluye las siguientes medidas en tema de ciclismo:

- Ampliación de la red ciclista:
 - Carril bici en la vía S-20, entre la calle Alcalde Vega Lamera y Avda. Los Castros nº 112
 - Carril bici entre la Avda. Los Castros y Cuatro Caminos a través de Camilo Alonso Vega
 - Carril bici Alisal
 - Carril bici y acera peatonal Túnel de la Marga
- Suministro de bicicletas eléctricas
- Aparcamiento de bicicletas
- Integración con el transporte público
- Educación, promoción y mejora de la calidad

El Plan de Movilidad Ciclista Santander se divide en dos partes principales: la primera parte evalúa el estado actual de la movilidad ciclista, incluyendo la infraestructura, el uso, la demanda, el aparcamiento de bicicletas y el uso compartido de bicicletas; En la segunda parte se presenta una propuesta integral con directrices técnicas y normativas, una red ciclista, mejoras en el estacionamiento y el uso compartido de bicicletas, y acciones promocionales. Su objetivo general es promover el uso de la bicicleta como medio de transporte habitual en la ciudad y reducir el uso del automóvil privado. El plan define los siguientes objetivos:

- "Planificar redes funcionales, seguras y eficaces para la movilidad ciclista dentro de la ciudad de Santander que incorporen las vías ciclistas existentes, cerrando y conectando, en su caso, con las nuevas vías ciclistas planteadas.
- Fomentar la intermodalidad entre el transporte público, la bicicleta y los medios mecánicos (rampas, escaleras, etc.).
- Facilitar el acceso en bicicleta a los centros de actividad.

²⁸ https://www.cantabriaconbici.org/wp-content/PMCS_MEMORIA.pdf (último acceso: 13 de junio de 2025).

²⁹ <https://www.santander.es/content/plan-movilidad-sostenible> (último acceso: 13 de junio de 2025).

³⁰ https://www.santander.es/system/files/noticias/anexos/2025/02/250211_etis_santander_2030.pdf (último acceso: 13 de junio de 2025).

- Planificar políticas de aparcamiento seguro para bicicletas.
- Planificar políticas en relación con la bicicleta pública (TUSBIC).
- Proponer estrategias relativas al fomento del uso de la bicicleta.
- Redactar un borrador para la ordenanza de regulación del uso de la bicicleta.”

El documento, además, incluye datos sobre el reparto modal de Santander (ver Tabla 5).

Tabla 5. Reparto modal de Santander.

Modo	2009	2011	2012	2013
Andando	41,9%	42,8%	50,6%	52,4%
Coche/Moto	50,3%	49,6%	41,4%	39,2%
TUS (Transporte Público)	7,3%	6,8%	7,2%	7,4%
Bicicleta	0,3%	0,5%	0,6%	0,7%
Otros	0,1%	0,2%	0,2%	0,2%

Por su parte, el Plan de Movilidad Urbana Sostenible de Santander se publicó en 2010 y presenta un análisis de los patrones y condiciones de movilidad de ese momento. El PMUS propone medidas destinadas a mejorar la movilidad general, reducir el uso del vehículo privado, mejorar el transporte público, promover los desplazamientos a pie y en bicicleta, aliviar las congestiones en el centro de la ciudad, facilitar los viajes intermodales, mejorar la seguridad vial y garantizar la accesibilidad universal. En cuanto a los objetivos del PMUS en materia de movilidad activa, se abordan los siguientes temas: accesibilidad, peatonalización, calmado de tráfico y caminos escolares, transporte vertical. Hay una sección dedicada al ciclismo. Los planes para mejorar las condiciones ciclistas abarcan la ampliación de la red ciclista, el sistema de bicicletas compartidas y las instalaciones de estacionamiento para bicicletas. El PMUS también presenta una futura red ciclista. Muchos de los elementos ya se han realizado y hay algunas secciones que aún están pendientes de desarrollar.

Sistemas de bicicletas compartidas en Santander

El primer sistema de bicicletas compartidas de Santander, TUSBIC, se inauguró en 2008 y, en 2024 el sistema fue sustituido por TUEBICI. La principal diferencia entre TUSBIC y TUEBICI en Santander radica en el tipo de bicicletas y su sistema de operación. TUSBIC, el sistema anterior (obsoleto) ofrecía bicicletas mecánicas convencionales, mientras que TUEBICI, el sistema actual, utiliza bicicletas eléctricas y permite el registro, alquiler y devolución a través de aplicación móvil. Las características de los dos sistemas de bicicletas compartidas se resumen y comparan en la Tabla 6.

Mientras que TUSBIC operaba con 17 estaciones, TUEBICI tiene 38 estaciones. Aunque el número de estaciones se duplicó con creces, el número de enganches solo aumentó un 34 %. Las antiguas bicicletas manuales se actualizaron a eléctricas. Las nuevas estaciones (ver Figura 9) cubren barrios que antes permanecían sin servicio como La Pereda, Monte, Cueto, El Alisal, Peñacastillo, Nueva Montaña, Castilla Hermida, Alto Miranda, Tetuán o el Paseo de Altamira (antiguo Paseo del General Dávila). Dado que TUEBICI está equipado solo con bicicletas eléctricas, la topografía y las distancias más largas ya no representan una barrera como era el caso con las bicicletas manuales anteriores. En la Figura 10 se presenta un mapa con las elevaciones de las estaciones de TUEBICI. Las tarifas con la introducción de TUEBICI también cambiaron, pero se definieron en función de las preferencias locales (dell'Olio et al., 2023). Además, una mejora importante es que se suspendió el depósito requerido anteriormente. TUSBIC requería un depósito de 150 euros para suscripciones diarias y semanales a corto plazo. Si bien era reembolsable, pudo desalentar su uso entre usuarios ocasionales o turistas. Las bicicletas de TUEBICI no requieren depósito y se puede acceder a ellas con una aplicación.

Tabla 6. Comparativa de las principales características de los 2 sistemas de bicicletas compartidas

	TUSBIC			TUEBICI				
Años de funcionamiento	2008-2024			2024-				
Nº de estaciones	17			38 (ver Anexo C)				
Nº de enganches	370 ³¹			496				
Nº de bicicletas	200			200-220				
Nº de bicicletas por cada 10.000 habitantes ³²	11-11,5			11-12				
Tipo de bicicleta	Manual			Electric				
Área de servicio	aprox. 9 km ²			aprox. 18 km ² ; ³³				
Densidad de estaciones	1,4 estación/ km ²			2,2 station/ km ²				
Nº de estaciones por cada 10.000 habitantes	1			2,1				
Nº de bicicletas por estación	11,8			5,1-5,6				
Número de plazas por bicicleta	1,85			2,22-2,45				
Tarifa (EUR)		Diario	Semanal	Anual		Ocasional	Mensual	Anual
	Abono	1,56	7,33	25,14	Abono	-	7/mes	36/año
	0-60'	0	0	0	0-30'	1,30	0,32	0,32
	60'+	0,63/60'	0,52/60'	0,32/60'	31-60'	1,60	0,65	0,65
		Retención de 150,00 euros en concepto de fianza para abonados de corta duración (diario).			60+	1,90/30'	1/30'	1/30'
Vías de acceso	Tarjeta de abonado anual o tarjeta de crédito o débito (para acceder al abono semanal y diario)			Aplicación móvil				
Proveedor y operador de tecnología	JCDecaux			NextBike, MOVUS, Alsa				

³¹ Fuente datos: <https://www.kaggle.com/code/microtang/analyzing-sharing-bike-data-in-santander/notebook>

³² La población de la ciudad entre 2008 y 2024 disminuyó de 182.302 a 174.101 (Fuente: INE, <https://www.ine.es/up/a6wgg6erAi8>, último acceso: 10 de junio de 2025).

³³ Se calcula sobre la base de las ubicaciones de las estaciones, utilizando un área de captación de 5 minutos alrededor de cada estación y considerando el polígono circunscrito del área mínima, incluidas las áreas atendidas y no atendidas entre las estaciones.

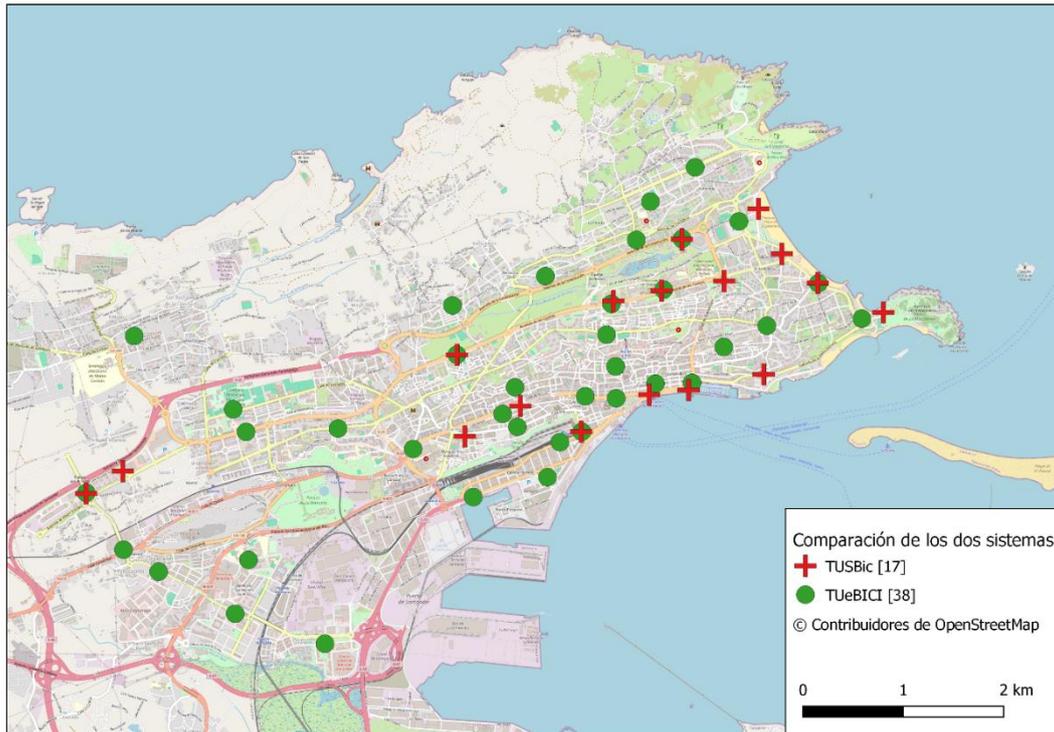


Figura 9. Ubicación de las estaciones de los sistemas mencionado.
 (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).

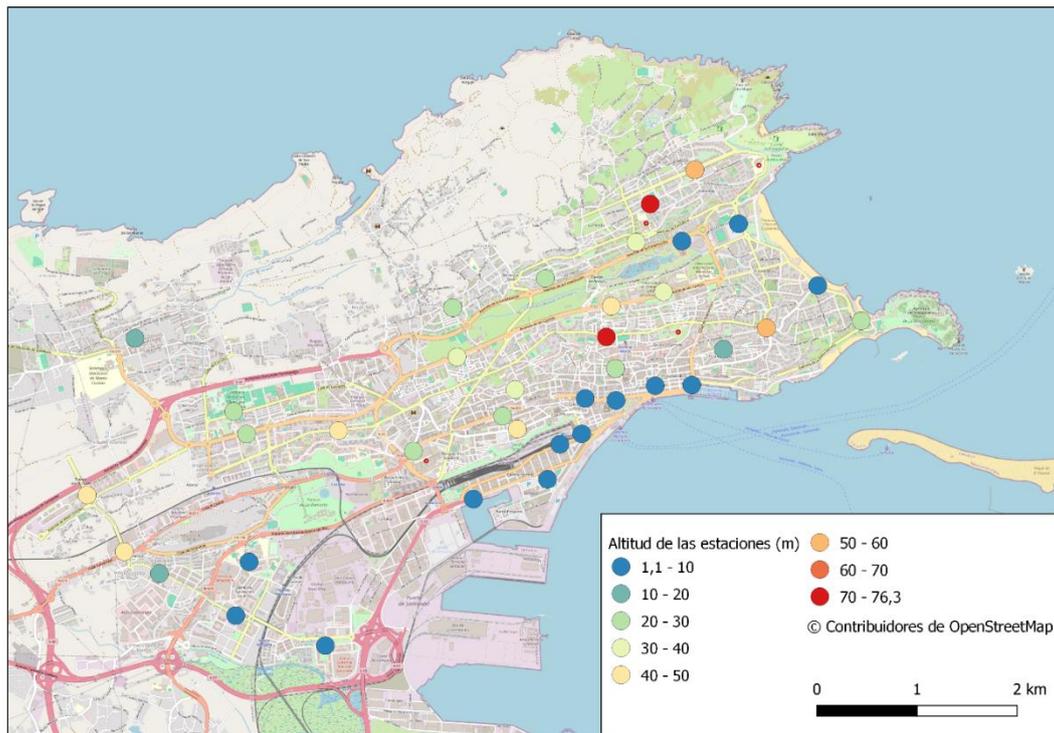


Figura 10. Alzado de las estaciones de la TUEBICI.
 (Elaboración propia a partir de datos obtenidos de las fuentes de datos comentadas)³⁴

³⁴ La elevación se calculó utilizando una herramienta gratuita en línea, GPS Visualizer. <https://www.gpsvisualizer.com/elevation> (último acceso: 10 de junio de 2025). Después de validar la altitud de algunos puntos mediante la verificación visual del mapa topográfico de Santander (OpenTopoMap), los resultados generados por GPS Visualizer parecen ser precisos.

A partir de un estudio de "Actualización de datos de bicicleta pública en España 2024" publicado por la Red de Ciudades y Territorios por la Bicicleta (RedBici, 2024), se comparan las características de TUEBICI con otros sistemas españoles. Como referencia, la media nacional española del número de bicicletas por cada 10.000 habitantes es de 21,7. Según el estudio, Santander se encuentra entre las ciudades con la cifra más baja, con 11-12 bicicletas por cada 10.000 habitantes. TUEBICI también se encuentra entre los sistemas más pequeños de España en cuanto a número de estaciones. La media nacional es de 87,9, mientras que en Santander hay 38 estaciones. La media nacional sobre el número de estaciones por cada 10.000 habitantes es de 2,2, la cifra varía entre 1 y 4 entre las ciudades españolas. Con 2,1 estaciones por cada 10.000 habitantes, la TUEBICI se sitúa en torno a la media nacional. En cuanto al número de bicicletas por estación, la media nacional es de 9,8, variando entre los extremos de 5 y 15. Sin embargo, la mayoría de los sistemas de las grandes ciudades están por encima de 10. TUEBICI es alrededor de la mitad de este valor, situándose en torno a 5,1-5,6. En cuanto a las tarifas, la media del coste de la suscripción anual es de 30,8 euros considerando todos los sistemas de bicicletas compartidas en España. Las cuotas anuales oscilan en su mayoría entre los 5 y los 50 euros, con la excepción de Madrid, donde la suscripción anual alcanza los 120 euros. La suscripción anual en el caso de TUEBICI cuesta 36 euros, mientras que la suscripción mensual cuesta 7 euros.

También se compararon las características de TUEBICI con los estándares internacionales. Es importante tener en cuenta que las normas revisadas son generalmente más aplicables a entornos urbanos más grandes y densos. Sin embargo, utilizarlos como referencia para Santander sigue siendo valioso para identificar áreas en las que TUEBICI podría mejorarse.

Las directrices de la Asociación Nacional de Funcionarios de Transporte de Ciudad (NACTO) recomiendan entre 10 y 11 bicicletas por kilómetro cuadrado (NACTO, 2016). El Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo (ITDP) recomienda entre 10 y 16 estaciones por kilómetro cuadrado (ITDP, 2018). La densidad de estaciones de TUEBICI es de alrededor de 2,2, que es mucho más baja que los valores de referencia citados. ITDP también definió un estándar para el número de bicicletas por cada 1.000 residentes que debe ser de 10 a 30 para satisfacer la demanda en ciudades grandes y densas con viajeros y turistas. La cifra para Santander es de 1,1-1,2 (considerando la población de toda la ciudad). Como destaca la directriz de ITDP, esta proporción debe ser lo suficientemente grande como para satisfacer la demanda, pero no tanto como para tener menos de cuatro usos diarios por bicicleta. Otro indicador es el número de plazas por bicicleta. Según las recomendaciones de ITDP, el estándar de la industria para sistemas medianos es 2-2,5. La cifra de TUEBICI se mantiene dentro de este rango.

Accesibilidad de la estación

En esta sección se presentan las siguientes evaluaciones:

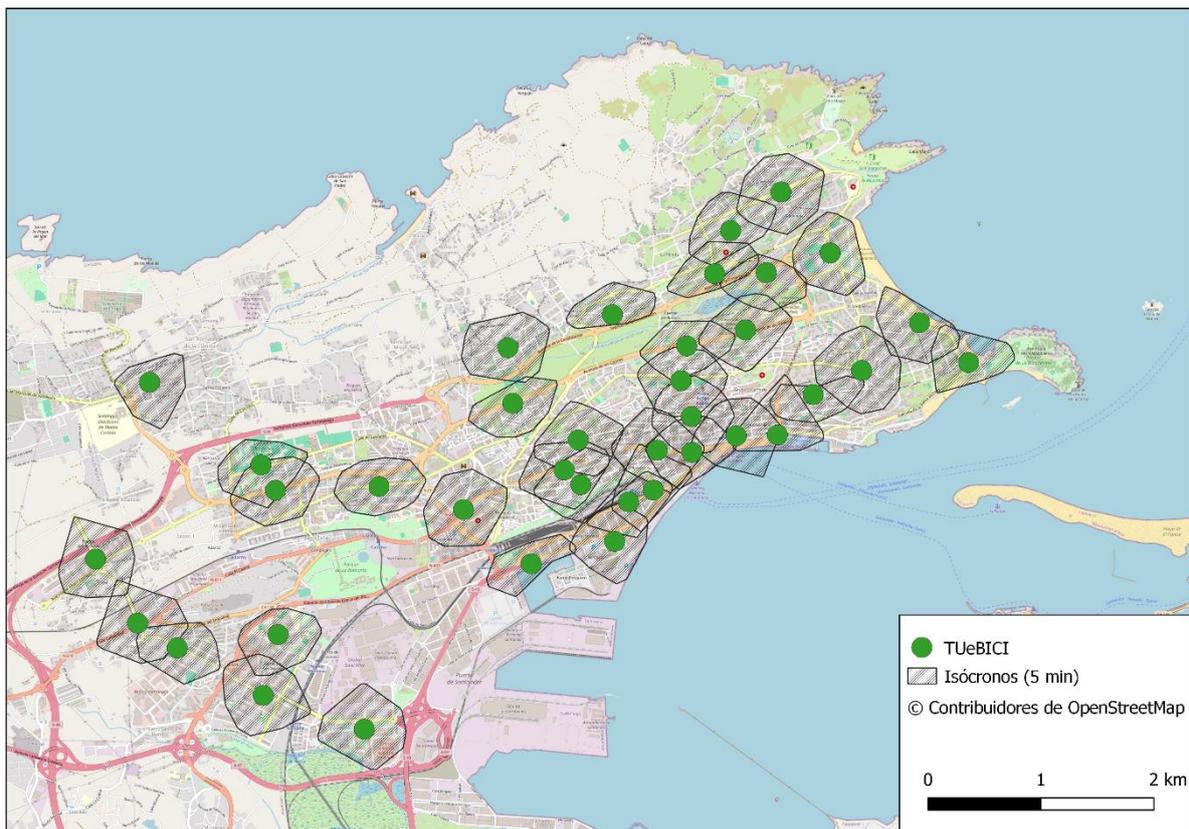
- Accesibilidad de servicios y comodidades clave: evaluación del porcentaje de destinos relevantes a menos de 5 minutos a pie de las estaciones de bicicletas compartidas en Santander.
- Población que vive cerca de estaciones de bicicletas compartidas: cálculo del porcentaje de población que vive a no más de 5 minutos de las estaciones de bicicletas compartidas en Santander.
- Acceso a las estaciones: ubicación de las estaciones y accesibilidad de las mismas teniendo en cuenta la actual red ciclista de Santander.

Accesibilidad de los principales servicios e instalaciones

Basándonos en la ubicación de los servicios, se calculó el porcentaje de servicios y comodidades urbanas clave que se encuentran alrededor de las estaciones de bicicletas compartidas a menos de 5 minutos a pie. La evaluación constó de dos etapas:

- (1) cálculo de las áreas de captación de 5 minutos a pie alrededor de las estaciones de bicicletas compartidas; y
- (2) análisis de superposición entre las capas isócrona y de servicios.

Se generaron polígonos isócronos alrededor de las estaciones de TUEBICI utilizando el mencionado plugin Openrouteservice QGIS. Se aplicaron la velocidad de marcha predeterminada (5 km/h) y los ajustes, utilizando un rango de 5 minutos. Los polígonos generados representan las áreas desde las que se puede llegar a las estaciones en un radio de 5 minutos a pie. Se eligió el valor de 5 minutos por ser un estándar recomendado por diversos manuales y guías de planificación para el uso compartido de bicicletas, entre ellos la "Guía para la Ubicación de Estaciones de Bicicletas Compartidas" de la Asociación Nacional de Funcionarios de Transporte de Ciudad (NACTO, 2016). En la Figura 11 se presenta la representación cartográfica.



*Figura 11. Estaciones TUEBICI y sus zonas de captación de 5 minutos (isócronas).
(Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).*

Después de la generación de las isócronas, los datos con las ubicaciones de los servicios se importaron a QGIS cubriendo las categorías de servicios de salud, cultura, educación, turismo, deportes y recreación. La representación cartográfica de estas ubicaciones se presenta en la Figura 12.

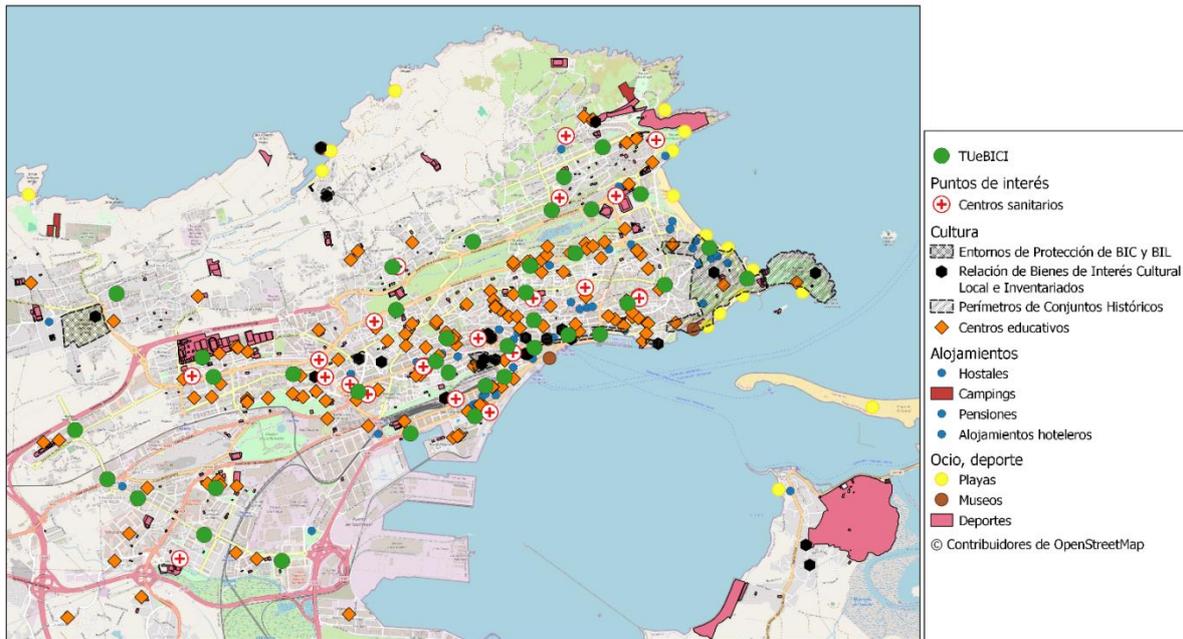


Figura 12. Ubicación de las estaciones de TUEBICI y los puntos de interés más importantes de la ciudad. (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).

En relación con los puntos de interés presentados y las isócronas generadas para cada estación de bicicletas compartidas (5 min), se puede calcular el porcentaje de servicios que tienen acceso a una estación en no más de 5 minutos. Para el análisis, se utilizó la herramienta de intersección de QGIS que extrae las características superpuestas de las dos capas. Los resultados se resumen en la Tabla 7 y su representación cartográfica está disponible en el Anexo D.

Tabla 7. Servicios de Santander con acceso a una estación de bicicletas compartidas en 5 minutos.

Tipo de servicio	Número de servicios en Santander	Nº de servicios que tienen acceso a una estación de bicicletas compartidas en 5 minutos
Centros sanitarios	24	20 (83%)
Entornos de Protección de Bienes de Interés Cultural (BIC) y Bienes de Interés Local (BIL)	8	6 (75%)
Relación de Bienes de Interés Cultural Local e Inventariados	25	18 (72.5%)
Conjuntos Históricos	3	3 (100%)
Centros educativos	129	111 (86%)
Infraestructura turística de alojamiento (hostales, pensiones, alojamientos hoteleros)	70	51 (73%)
Infraestructura turística de alojamiento (campings)	2	0 (0%)
Ocio y turismo: playas	13	6 (46%)
Ocio y turismo: museos	6	4 (67%)
Parada de autobús	456 ³⁵	330 (72%)

³⁵ Teniendo en cuenta todas las paradas del archivo GTFS.

- Mirando el mapa de accesibilidad de los centros sanitarios, podemos ver que hay cuatro centros que están más alejados de las estaciones de bicicletas compartidas (17% de todos los destinos). Estos centros se encuentran en las zonas de Sardinero, Cueto, Puerto Chico y Nueva Montaña. Sin embargo, estos centros de salud están cerca de los límites de las áreas de captación de 5 minutos (ver [Anexo D - Figura 25](#)), lo que significa que se puede acceder a los centros con una caminata de unos minutos más de 5 minutos.
- En cuanto a los destinos culturales (ver [Anexo D - Figura 26](#)), los destinos inaccesibles se encuentran en las zonas de La Maruca, Porrúa, Parque de La Magdalena y los alrededores del Palacio de Festivales (25% de todos los destinos). La Maruca es actualmente una zona sin estaciones de bicicletas compartidas, y su integración puede ser difícil ya que está aislada del resto del sistema y debido a la baja densidad de población y servicios de la zona. Sin embargo, se debe examinar la factibilidad de la ubicación de una estación alrededor del Palacio de Festivales para brindar un mejor servicio a la zona, considerando los destinos culturales y recreativos cercanos. El sistema anterior solía tener una estación en la Estación Bus San Martín.
- El 86% de todas las instituciones educativas están a menos de 5 minutos de una estación de bicicletas compartidas, lo cual es una cifra alta. Al observar el mapa (ver Anexo D – Figura 27), también se puede observar que muchos de los centros educativos están cerca de los límites de las zonas de captación peatonales. Entre las zonas mal comunicadas se encuentran la comprendida entre la calle Juan XXIII y el Parque Jesús de Monasterio, el entorno de San Martín y El Sardinero (Parque Los Pinares y CEIP Sardinero).
- El turismo es un sector importante en Santander, por lo que también se incluyeron en el análisis los alojamientos turísticos (ver [Anexo D – Figura 28](#)). En total, el 71% de todos los destinos son accesibles, las zonas menos atendidas son El Sardinero y el Camping Cabo Mayor.
- El 53% de los destinos de playas y museos se encuentran a 5 minutos a pie de las estaciones de bicicletas compartidas (ver [Anexo D – Figura 29](#)). Las zonas no atendidas incluyen la zona de La Maruca que se mencionó anteriormente, así como El Sardinero y la Playa de los Peligros. El Sardinero está en el borde de la zona de influencia de 5 minutos, pero una estación en los Jardines de Piquío también podría aumentar la accesibilidad a la playa desde la Avenida de los Castros. Como ya se ha mencionado, se debería considerar una nueva estación de bicicletas compartidas en San Martín o junto a la Playa de los Peligros, que podría brindar un mejor acceso a ésta y al Museo Marítimo del Cantábrico.
- En el caso de las paradas de transporte público, la cobertura global es del 72% (ver [Anexo D – Figura 30](#)). Además de esta cifra, otro aspecto importante es si las estaciones de bicicletas compartidas están en las proximidades de las paradas más grandes para fomentar los viajes intermodales. Para este análisis se consideraron las siguientes estaciones y paradas: Intercambiador de Valdecilla, Ayuntamiento, Las estaciones, e Intercambiador Sardinero. Todas estas estaciones principales están cubiertas por el sistema de bicicletas compartidas. Las zonas desatendidas son en su mayoría zonas periféricas como Cueto, Carbonera, Bolado o San Román de la Llanilla, así como zonas ya mencionadas anteriormente.

Población que vive cerca de las estaciones de bicicletas compartidas

También se calculó el porcentaje de población que vive a menos de 5 minutos a pie de las estaciones de bicicletas compartidas. Para este análisis se utilizó la herramienta de análisis de solapamiento de QGIS. Esta herramienta calcula las áreas superpuestas entre los elementos de dos capas de polígono. La capa de resultados incluye el área de cada una de las dos capas de polígonos y el porcentaje del área superpuesta para cada elemento de la capa de entrada. Sobre la base de esta lógica, el cálculo se puede dividir en pasos principales de la siguiente manera:

1. En primer lugar, se cargaron la capa isócrona de 5 minutos previamente calculada y la capa de población. La capa de población incluye datos de población para cada distrito censal (se supone que la población es homogénea dentro de los distritos censales por razones de simplificación).
2. A continuación, se utilizó la herramienta de análisis de superposición para calcular el porcentaje de superposición de cada distrito censal con la capa isócrona. La capa de entrada era la capa de población y la capa de salida era la capa isócrona. La capa de resultados incluía los siguientes datos para cada distrito censal: área total, área superpuesta, porcentaje del área superpuesta.
3. Como paso final, se calculó la población que vive a menos de 5 minutos de las estaciones de bicicletas compartidas para cada sección censal multiplicando los datos de población por el porcentaje de las áreas superpuestas.

Según los resultados de los cálculos presentados, el 61% de la población de Santander puede acceder a una estación de bicicletas compartidas en un radio de 5 minutos a pie. La Figura 13 ilustra los resultados visualizando el porcentaje de población que vive a menos de 5 minutos a pie de una estación de bicicletas compartidas en cada sección censal. Las áreas desatendidas se encuentran en las periferias de la ciudad, que son las áreas con las densidades de población y servicios más bajas (consulte la Figura 7 para la densidad de población y la Figura 12 para la ubicación de los servicios más importantes). Tal y como recomienda el ITDP (Instituto de Políticas para el Transporte y el Desarrollo) (ITDP, 2018), para construir una red eficaz, las ciudades deben aspirar a una distribución relativamente uniforme de las estaciones en toda el área de servicio. Esto garantiza que los usuarios puedan acceder cómodamente a las bicicletas en toda la ciudad. Sin embargo, la densidad poblacional varía en todo Santander, desde áreas periféricas de baja densidad hasta áreas urbanas construidas de alta densidad. Esta característica limita la implantación de un sistema de este tipo en Santander.

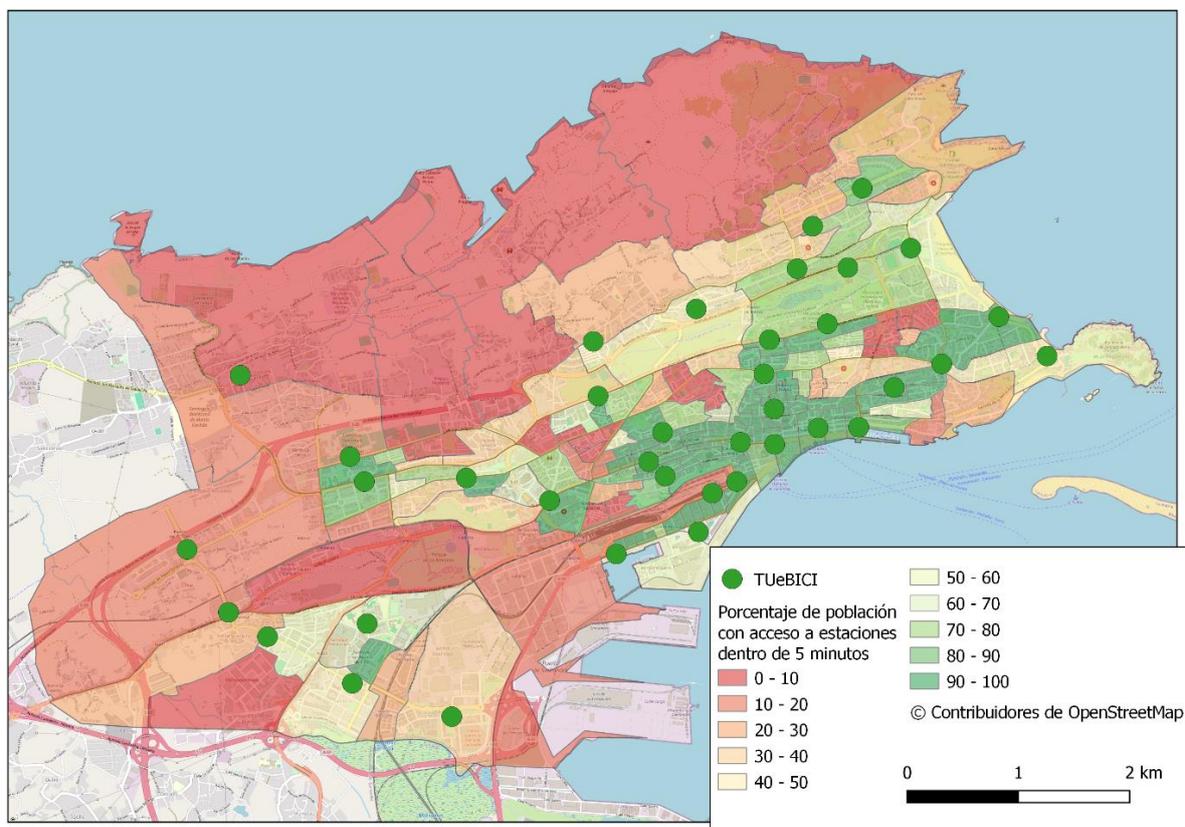


Figura 13. Porcentaje de la población que vive a menos de 5 minutos de distancia a pie de las estaciones de bicicletas compartidas. (Elaboración propia).

También se evaluó un aspecto adicional de la accesibilidad de las estaciones. La Figura 14 muestra las áreas superpuestas de las áreas de captación de 5 minutos de las estaciones de bicicletas compartidas en el área de servicio de TUEBICI.

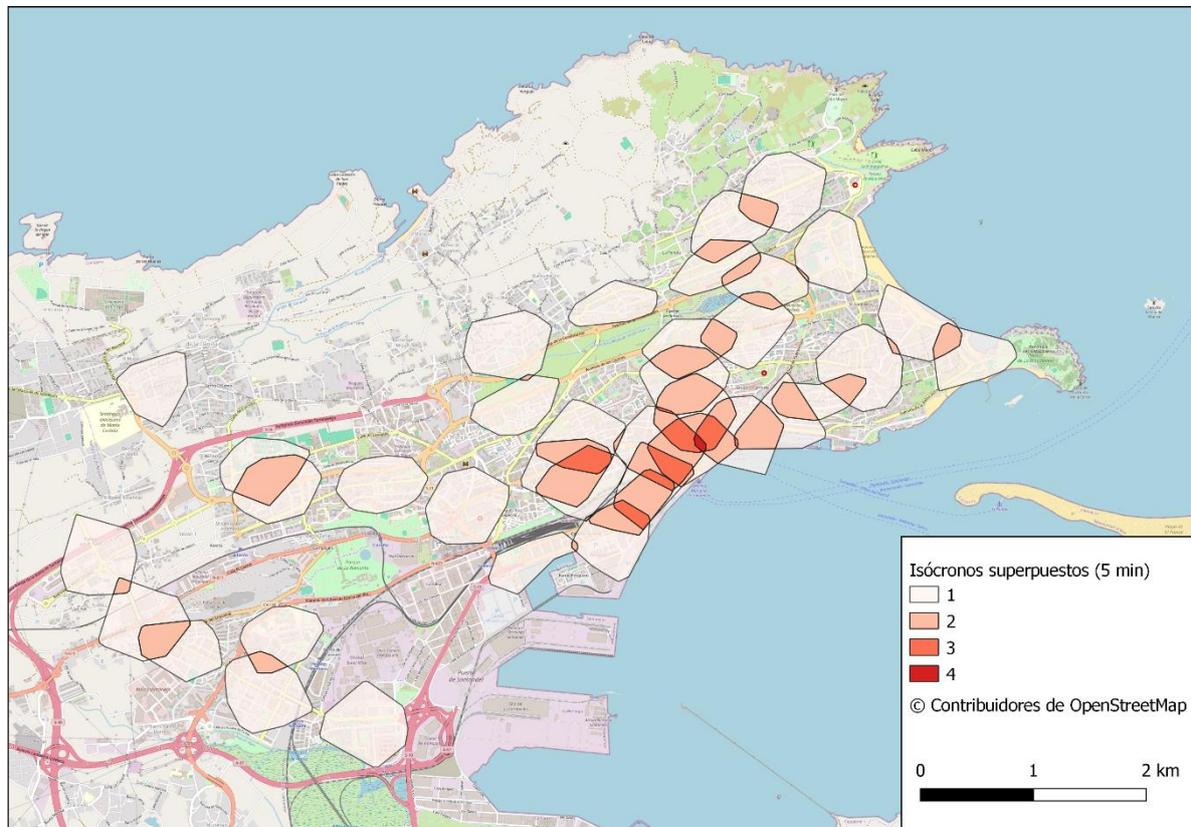


Figura 14. Número de solapamientos de las isócronas de 5 minutos de caminata. (Elaboración propia).

Además, también se calcularon las áreas superpuestas, que se resumen en la Tabla 8. Alrededor del 21% de las áreas de captación de 5 minutos a pie se superponen. Los solapamientos dobles son los más frecuentes, los superpuestos triples se sitúan en el 3,1%, mientras que los solapamientos cuádruples son insignificantes. Las áreas superpuestas cubren principalmente el centro de la ciudad de Santander.

Tabla 8. Número de solapamientos de las isócronas y su área total

Número de solapamientos	Area (km ²)	%
1 (sin solapamiento)	7,86	78,9%
2	1,79	17,9%
3	0,31	3,1%
4	0,01	0,1%
sum	9,97	100%

Acceso a las estaciones (infraestructura ciclista y ubicación de las estaciones)

Observando el mapa de ubicaciones de estaciones y de la red ciclista (ver Figura 15), podemos observar que aproximadamente la mitad de las estaciones se encuentran a lo largo de la red ciclista principal. El resto de las estaciones están situadas en su mayoría en calles donde el límite de velocidad es de 20 km/h o 30 km/h.

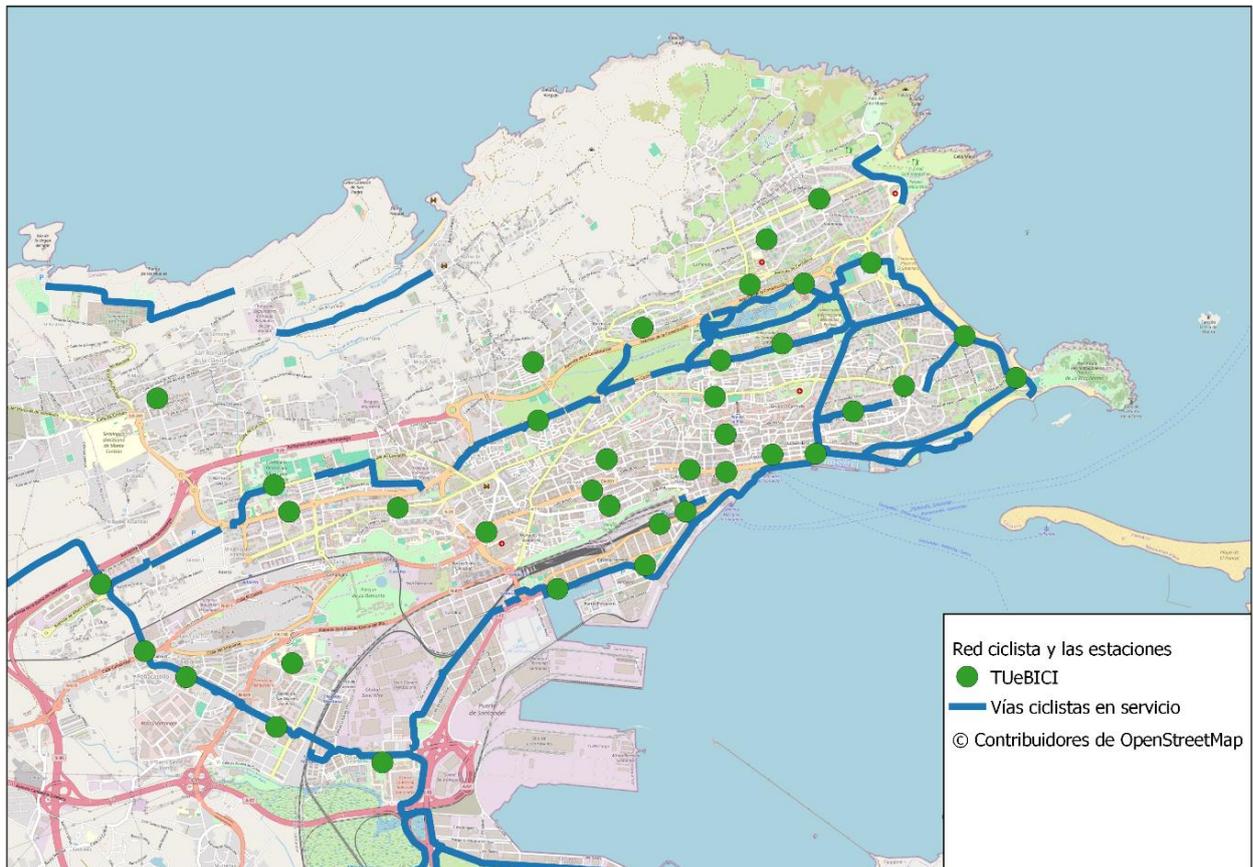


Figura 15. Ubicación de las estaciones de TUEBICI y de la red ciclista de Santander. (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).

No obstante, no siempre es fácil acceder a estas estaciones ya que, en varios casos, las estaciones se colocan en la acera, pero el bordillo no se ha bajado para proporcionar una conexión accesible entre la calle y la estación. Además, es difícil acceder a algunas estaciones desde la red ciclista. En esta línea, se presentan a continuación dos ejemplos:

- La estación de Puertochico (ver Figura 16): si bien esta estación está cerca de la red ciclista principal, carece de acceso directo a los carriles bici cercanos. Los usuarios deben circular en bicicleta por una rotonda, que es una opción poco atractiva debido a sus múltiples carriles y al tráfico pesado, o circular por la acera y cruzar la calle utilizando pasos de cebra. En general, esta rotonda suele dar lugar a largas distancias a pie para los peatones.
- La estación del ayuntamiento (ver Figura 17): esta estación se encuentra en la plaza, en un lugar poco visible, siendo también algo complicado su acceso desde las calles cercanas.

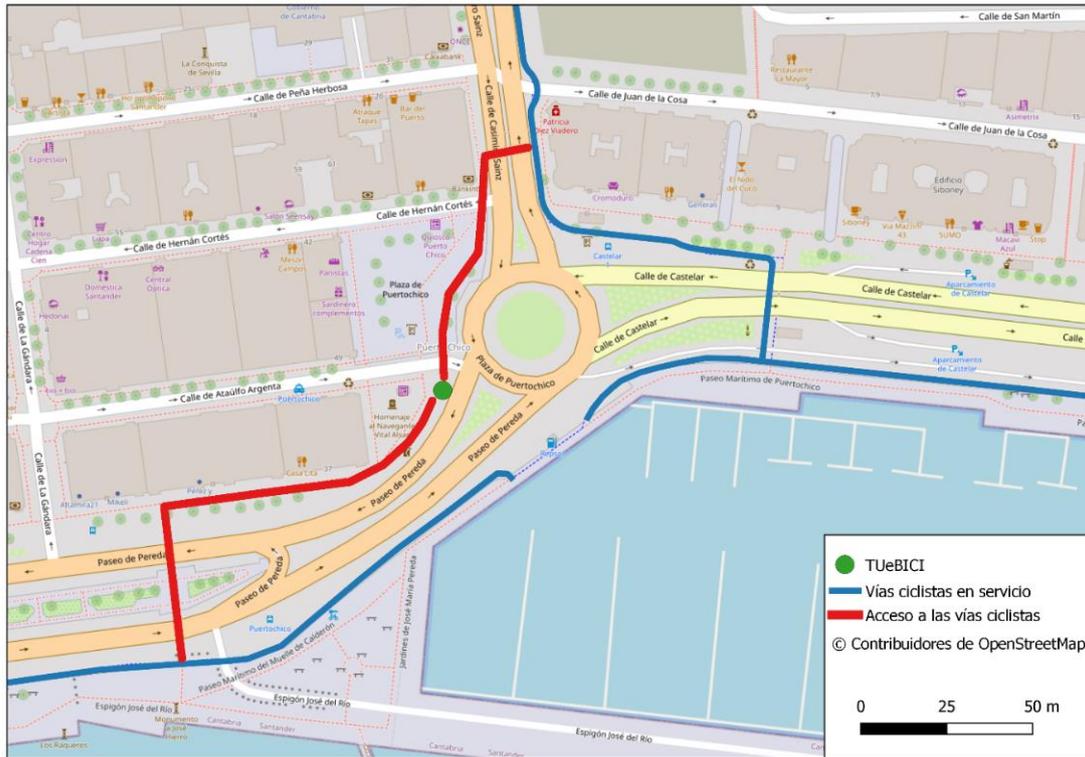


Figura 16. Acceso a la estación de Puertochico. (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).



Figura 17. Acceso a la estación de la Plaza del Ayuntamiento. La línea roja representa las barreras (muro y plantas), y el punto verde la ubicación de la estación. (Elaboración propia a partir de un mapa aéreo obtenido de Mapas Cantabria³⁶).

³⁶ <https://mapas.cantabria.es/> (último acceso: 3 de mayo de 2025).

Características de uso

Además de la accesibilidad, también se analizó el uso. Como se ha comentado en el apartado de datos, los datos de uso solo estaban disponibles para TUSBIC, conteniendo el número total diario de alquileres desde el 31 de enero de 2012 hasta el 31 de diciembre de 2022 (no se obtienen datos de uso de los primeros cuatro años). Los datos de uso carecen de detalles espaciales sobre los viajes, como sus orígenes o destinos (ver Figura 18). Además de eso, también se presenta el número de alquileres por bicicletas por día (tasa de rotación, ver Figura 19). Asimismo, la Tabla 9 muestra cómo cambió el número total anual de alquileres durante el período examinado. Por último, en el [Anexo A](#) se incluye un resumen de los alquileres mensuales y los totales anuales.

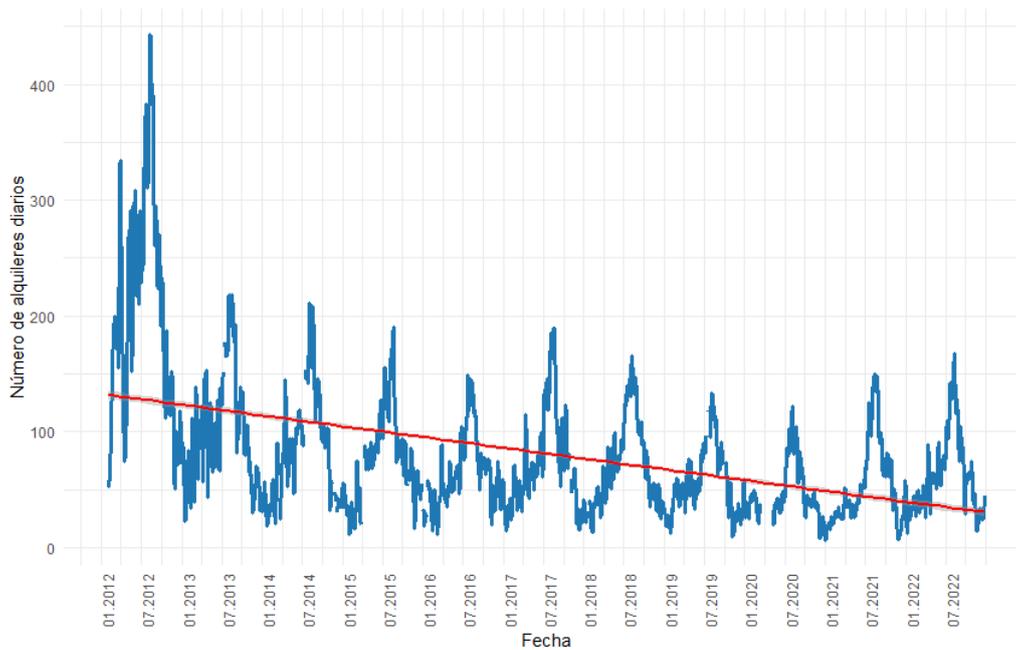


Figura 18. Número de alquileres diarios (promedio móvil de 7 días). La línea roja representa la regresión lineal. (Elaboración propia).

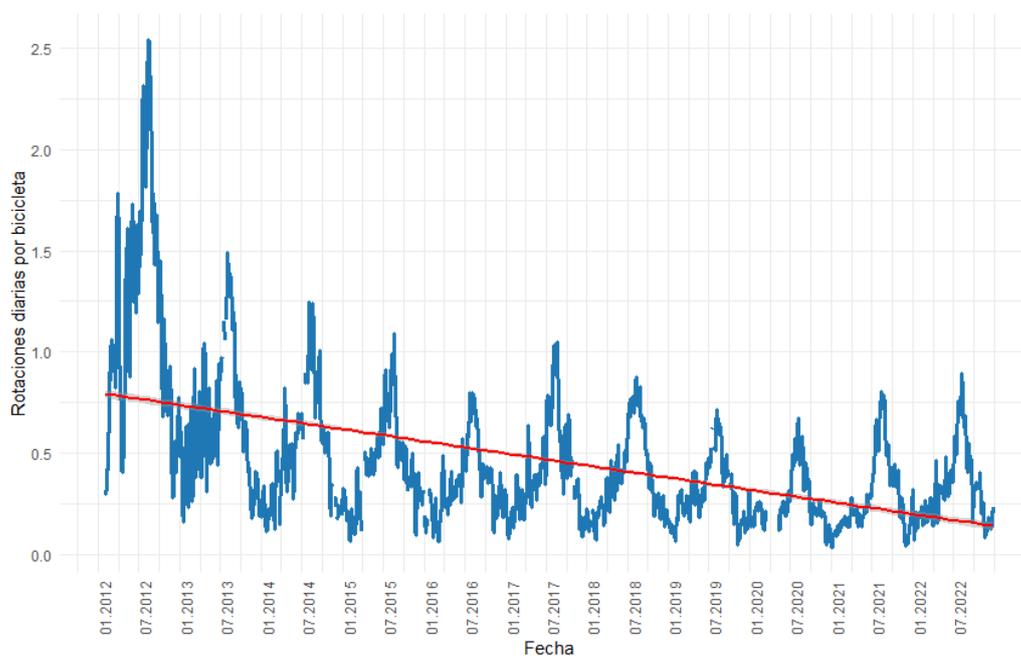


Figura 19. Número de alquileres diarios por bicicleta (rotaciones diarias, promedio móvil de 7 días). La línea roja representa la regresión lineal. (Elaboración propia).

Tabla 9. Número total de alquileres por año

Año	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Número de alquileres	69618	34541	28371	25291	22918	25800	24272	18590	14691	18785	22466
Cambios en comparación con el año anterior	-	-50,4%	-17,9%	-10,9%	-9,4%	+12,6%	-5,9%	-23,4%	-21,0%	+27,9%	+19,6%

En los siguientes párrafos, se presentan los resultados del análisis, discutiendo los factores que podrían haber afectado las tendencias observadas teniendo en cuenta también factores potenciales presentados en la revisión de la literatura.

En general, se observa una tendencia general a la baja, observándose una disminución continua en el uso. En comparación con 2012, el número de alquileres por año disminuyó un 50,4% en 2013. Después de eso, el declive continuó, aunque se desaceleró gradualmente. En 2017, hubo un aumento del 12,6% en el uso. Al ligero aumento de 2017 le siguen tres años más de descenso, con descensos superiores al 20% en 2019 y 2020. La línea de tendencia roja muestra la disminución gradual en el uso de la bicicleta a lo largo de los años (regresión lineal, ver Figura 18). El uso más bajo se puede observar en 2020 y fue seguido por un ligero aumento. Las figuras adicionales muestran la comparación anual tanto para el número mensual de alquileres (ver Figura 20) como para la tasa de rotación (ver Figura 21). Sería interesante comparar cómo evolucionó el número anual de alquileres en otras ciudades españolas durante el mismo periodo de tiempo. Sin embargo, después de una búsqueda exhaustiva en Internet, no se pudo encontrar ningún conjunto de datos completo que cubriera un período de tiempo tan largo. La búsqueda incluyó la búsqueda de Google, el portal nacional de datos abiertos³⁷, las plataformas de datos abiertos de varias ciudades españolas, artículos de investigación y otras plataformas de datos (como Kaggle³⁸). Por ejemplo, en Barcelona (Bicing), solo se dispone de datos para el periodo que comienza en 2018³⁹, y en Madrid (Bicimad) no se dispone de datos ampliamente detallados⁴⁰.

Otras observaciones relevantes incluyen un alto uso inicial (2012) que llegó a alcanzar un máximo de más de 400 alquileres por día y que fue disminuyendo gradualmente, y una evidente presencia de picos estacionales, caracterizados principalmente por una mayor demanda en verano y una menor demanda en invierno.

³⁷ Página web de datos abiertos del Gobierno de España: <https://datos.gob.es/es/> (último acceso: 1 de abril de 2025).

³⁸ Kaggle, una subsidiaria de Google LLC, es una comunidad en línea de científicos de datos y profesionales del aprendizaje automático. Kaggle permite a los usuarios encontrar y publicar conjuntos de datos, explorar y crear modelos en un entorno de ciencia de datos basado en la web; trabajar con otros científicos de datos e ingenieros de aprendizaje automático y participar en concursos para resolver desafíos de ciencia de datos (Wikipedia, 2025a).” Página web de Kaggle: <https://www.kaggle.com/> (último acceso: 1 de abril de 2025).

³⁹ Datos de Barcelona disponibles en: <https://datos.gob.es/es/catalogo/I01080193-uso-del-servicio-bicing-de-la-ciudad-de-barcelona> or <https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/data/es/dataset/us-del-servei-bicing> (último acceso: 1 de abril de 2025).

⁴⁰ Datos de Madrid disponibles en: <https://www.madrid.es/portales/munimadrid/es/Inicio/Movilidad-y-transportes/Oficina-de-la-bici/Madrid-en-bici/BiciMAD/?vgnnextfmt=default&vgnnextchannel=980526c17bf76410VgnVCM2000000c205a0aRCRD> (último acceso: 1 de abril de 2025).

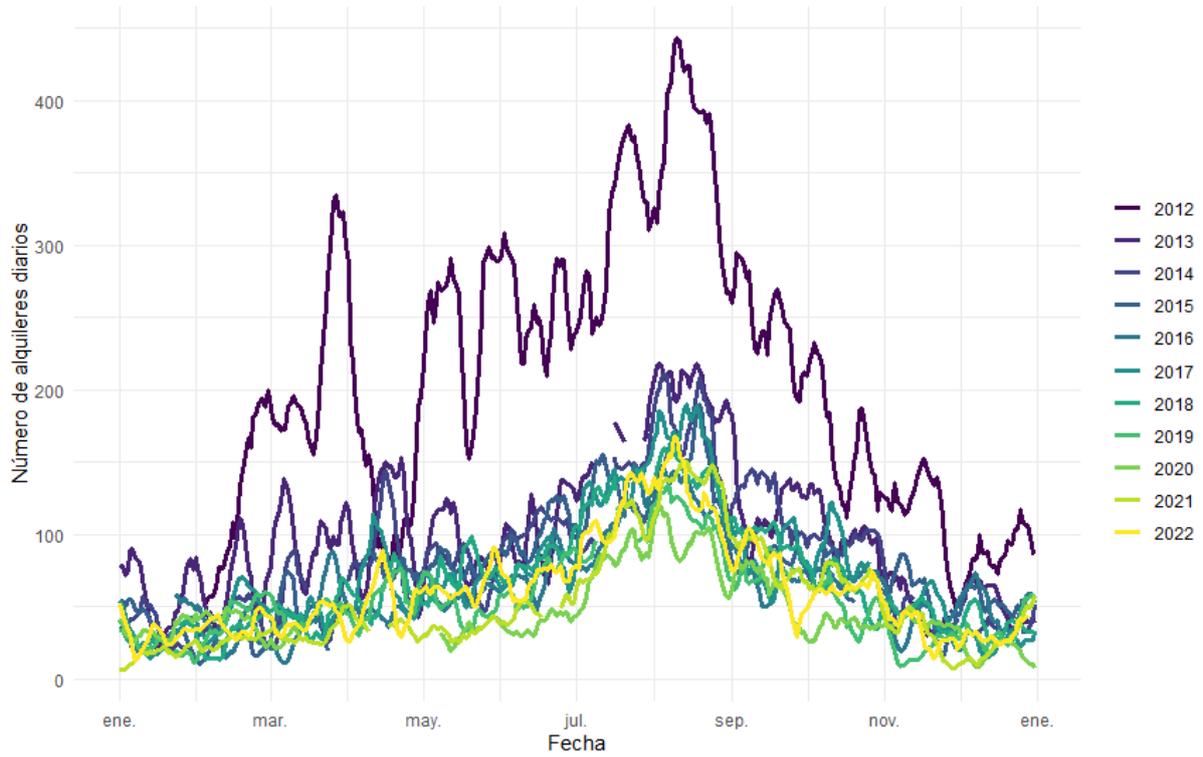


Figura 20. Número de alquileres diarios en cada año (promedio móvil de 7 días). (Elaboración propia).

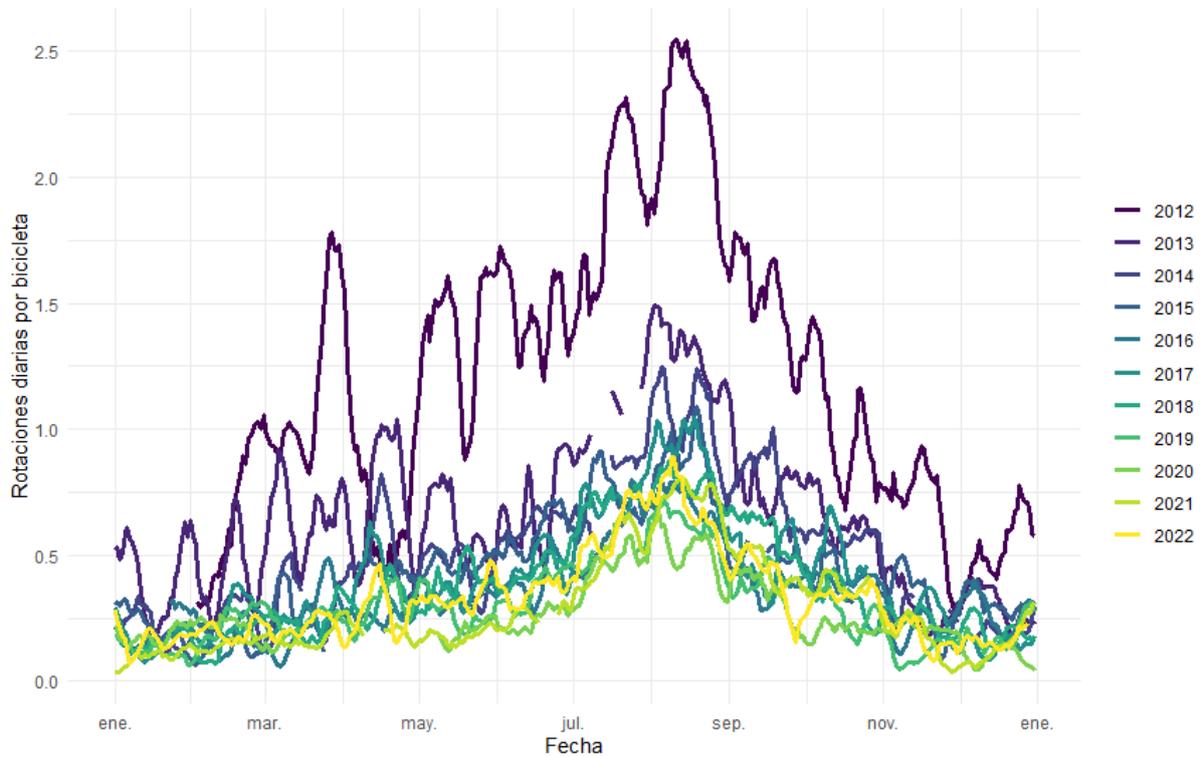


Figura 21. Número de alquileres diarios por bicicleta en cada año (rotaciones diarias, promedio móvil de 7 días). (Elaboración propia).

También se examinaron las posibles razones de las tendencias observadas, que se analizan en los siguientes puntos:

- Popularidad inicial y efecto de saturación: el aumento inicial podría haberse debido al entusiasmo público inicial por el nuevo sistema. Con el tiempo, el efecto de la novedad puede haber desaparecido, lo que disminuye su uso. Este descenso podría haber sido impulsado por los siguientes factores:
- Diseño del sistema y de la bicicleta: algunos factores potenciales que podrían haber limitado el uso incluyen la baja accesibilidad a las estaciones (bajo número de estaciones, lejos unas de otras y de los destinos), así como el diseño de la bicicleta, ya que las bicicletas podrían no haber sido adecuadas para las circunstancias locales (topografía y bicicletas pesadas y no asistidas).
- Infraestructura: otro factor puede haber sido la infraestructura ciclista que no cubre toda la ciudad o que no es lo suficientemente acogedora para todos. Los usuarios de bicicletas compartidas suelen ser ciclistas noveles, no experimentados, por lo que una infraestructura ciclista acogedora y cómoda es clave para un sistema popular (Fraser y Lock, 2011). Por ejemplo, el carril bici por la Av. de la Reina Victoria no se introdujo hasta la pandemia. Nuevos cambios en la red ciclista a lo largo del tiempo...
- Otras características del servicio: los precios o las políticas podrían haber influido en el uso, también la competencia con otras opciones de movilidad compartida o eléctrica, como patinetes eléctricos compartidos o micromovilidad eléctrica privada.
- Disminución del número de usuarios: según el Plan De Movilidad Ciclista Santander, el número de usuarios de TUSBIC alcanzó su punto máximo en 2011 y luego disminuyó. El plan presenta datos entre 2008 y 2013. Durante el mismo período, la red ciclista creció, así como el uso de la bicicleta. A medida que concluye el plan, podría haber habido un cambio del uso de bicicletas compartidas al uso de bicicletas privadas.
- El impacto de la pandemia de COVID-19: el uso más bajo visible en 2020, tendencia creciente después. El uso del sistema había ido disminuyendo gradualmente desde que se abrió el sistema, 2020 fue el año con el número mínimo de alquileres (ver Tabla 9). La pandemia de COVID-19 también tuvo un impacto significativo en el uso de bicicletas compartidas. Esta hipótesis está en línea con las tendencias discutidas por Aloí et al. (2020), que demostraron los dramáticos impactos de las medidas de confinamiento y cuarentena sobre la movilidad que se introdujeron el 15 de marzo de 2020 en España, incluido Santander, limitando todos los movimientos no esenciales. Por ejemplo, el uso del automóvil privado se redujo en un 78%, el uso del transporte público se redujo en un 90% en la ciudad. Además de las drásticas caídas en el número de viajes, la participación modal y los propósitos de los viajes también cambiaron. El uso del coche privado comenzó a dominar, mientras que los viajes relacionados con el trabajo, el estudio o el ocio casi desaparecieron. Tendencias similares se observaron en Barcelona por Cortez-Ordoñez y Tulcanaza-Prieto (2024), donde el uso de bicicletas compartidas disminuyó un 31% de 2020 a 2021 debido a la pandemia y las medidas restrictivas de movilidad relacionadas. El uso en Barcelona comenzó a estabilizarse en 2023.
- Clima y turismo: la continua tendencia a la baja sugiere que es menos probable que la correlación entre el clima y los alquileres sea causal en comparación con otros factores potenciales, ya que las condiciones climáticas no han cambiado tan significativamente como sugeriría el número de viajes durante los años examinados (ver Figura 22 para los datos meteorológicos). Sin embargo, se puede observar la estacionalidad de las condiciones climáticas, así como los impactos del turismo estacional, y lo más probable es que estos cambios estacionales tengan un efecto en la distribución mensual de los viajes a lo largo de los años examinados (ver Figura 23 para los datos turísticos). Es más probable que estas correlaciones sean causales.

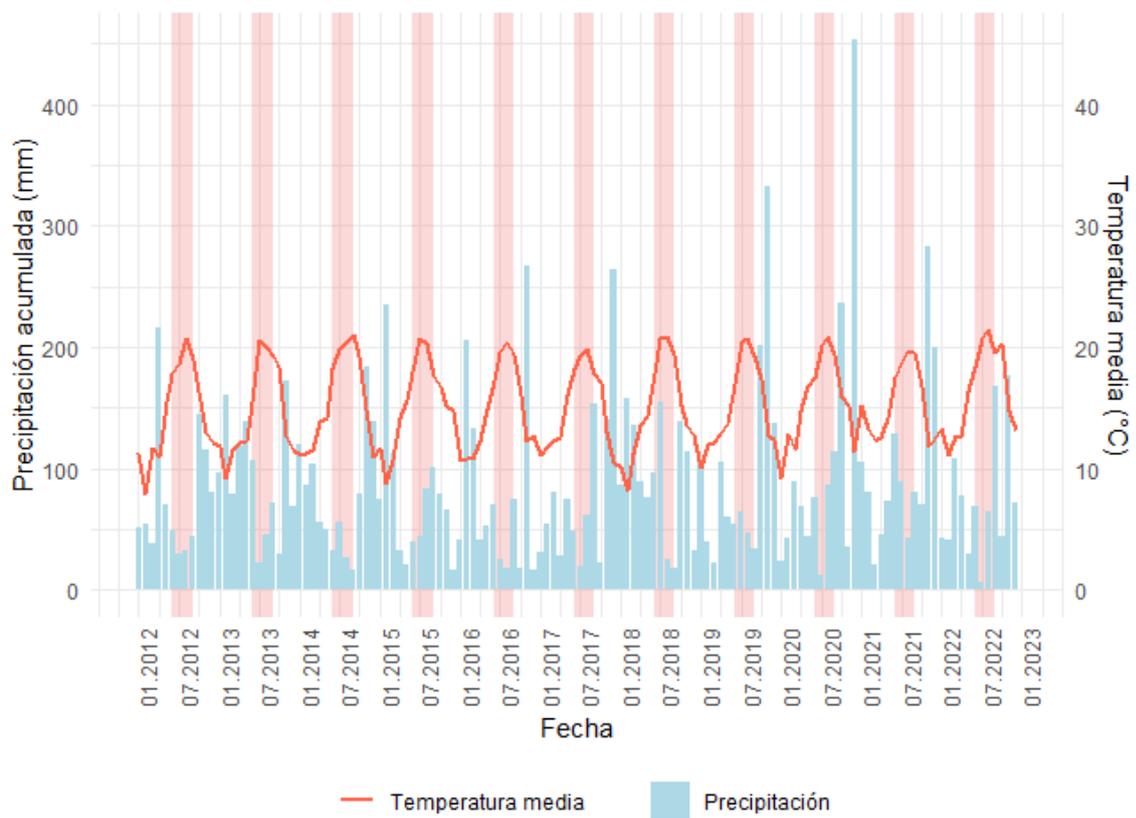


Figura 22. Evolución mensual de temperatura y precipitación. Las barras rojas marcan los meses de verano. (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).

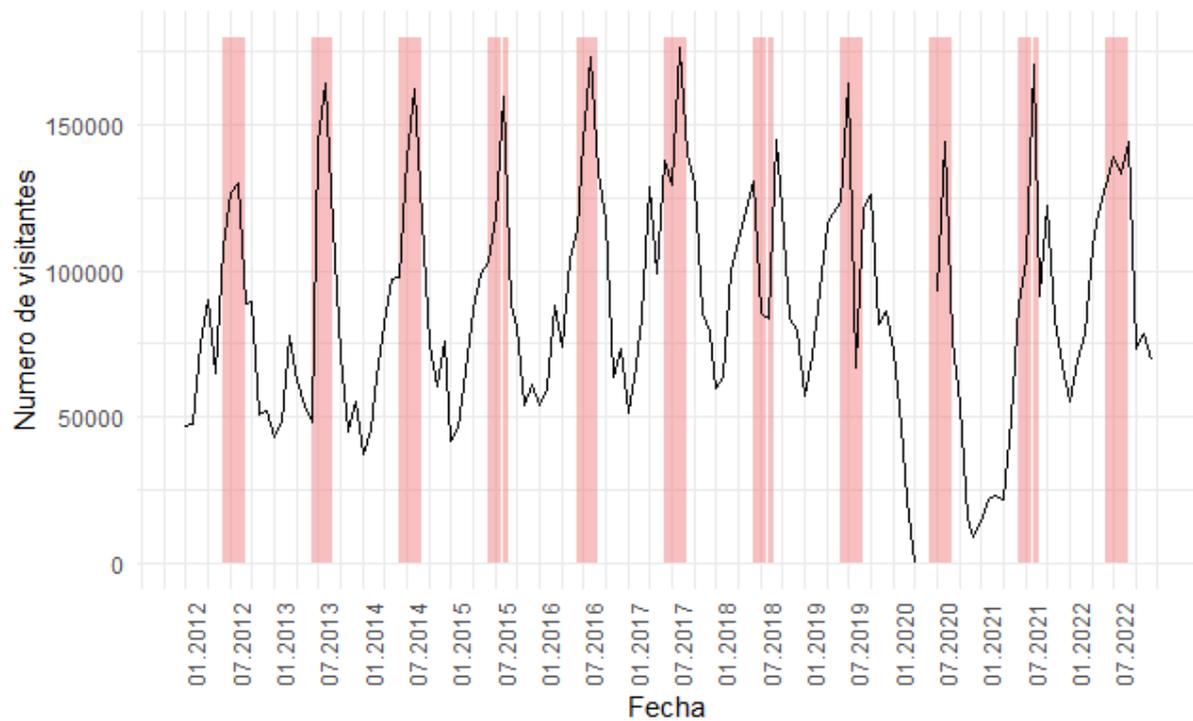


Figura 23. Número de turistas al mes, las barras rojas marcan los meses de verano. (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).

Discusión y recomendaciones

En este TFG se ha presentado un análisis sobre los sistemas de bicicletas compartidas actuales (TUEBICI) y pasados (TUSBIC) de Santander. El análisis incluyó una comparación de las características del servicio de los dos sistemas, un análisis de accesibilidad (centrándose en TUEBICI) y un análisis estadístico temporal (datos de uso de TUSBIC). Para concluir los resultados presentados, se presenta a continuación (ver Tabla 10) un análisis DAFO sobre las características principales de la TUEBICI:

Tabla 10. Análisis DAFO sobre las principales características de la TUEBICI

<p>Fortalezas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bicicletas eléctricas que eliminan las barreras topográficas y de distancia • Alta cobertura en muchos puntos de la ciudad • Aplicación conveniente, servicio de atención al cliente receptivo • Modelo de precios asequibles ajustados a las preferencias locales • Proveedor de bicicletas compartidas líder en el mercado europeo 	<p>Debilidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Áreas desatendidas (incluidas las áreas residenciales más densas con muchos destinos alrededor) • Integración con infraestructura ciclista (en algunos casos) • Mantenimiento y reequilibrio inadecuados de la bicicleta (en algunos casos) • Falta de intercambio de datos en tiempo real o acceso abierto a los datos
<p>Oportunidades:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Introducción de nuevas estaciones en áreas actualmente desatendidas • Desarrollo de infraestructuras ciclistas • Mejor integración con el transporte público (por ejemplo, sistema de información, tarifa, aplicación, MaaS⁴¹) • Más concienciación sobre el marketing y la promoción, o los incentivos (por ejemplo, beneficios fiscales para los empleadores) • Aprovechar el potencial de los datos abiertos 	<p>Amenazas:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento inadecuado, rebalanceo, vandalismo y fiabilidad (las bicicletas a menudo son vandalizadas o no funcionan correctamente) • Falta de apoyo político y financiero coherente (recortes de financiación o cambios de política que afecten a los subsidios) • Decisiones urbanísticas y de planificación de la movilidad que no son favorables a la bicicleta: no a la expansión del sistema, no al desarrollo de la red ciclista

El primer sistema de bicicletas compartidas de Santander, TUSBIC, se introdujo en 2008 y fue sustituido por TUEBICI en 2024. En general, se puede concluir que TUEBICI aportó una mejora importante en la prestación de servicios de bicicletas compartidas en Santander debido a las bicicletas eléctricas y al mayor número de estaciones que brindan una cobertura más amplia en muchas partes de la ciudad. Debido a estas mejoras, las barreras topográficas y las distancias más largas ya no representan un problema para los usuarios y, como resultado, el uso compartido de bicicletas se ha convertido en una opción más accesible para muchos en la ciudad. Una aplicación fácil de usar y un servicio de atención al cliente receptivo (centro de llamadas) contribuyen a un sistema confiable y centrado en el cliente. Además, el sistema ofrece un modelo de precios asequible que se ajusta a las preferencias locales (dell'Olio et al., 2023), lo que lo hace económicamente accesible. Respaldo por Nextbike, el proveedor líder de bicicletas compartidas en Europa, el sistema también se beneficia de una sólida experiencia operativa y soporte tecnológico.

⁴¹ Movilidad como servicio. Para obtener más información, consulte: [https://www.wikiwand.com/en/articles/Mobility as a service](https://www.wikiwand.com/en/articles/Mobility%20as%20a%20service) (último acceso: 11 de junio de 2025).

Además de las fortalezas, también se resumen las debilidades del sistema. TUEBICI es uno de los sistemas de bicicletas compartidas más pequeños de España. Debido a las características de la ciudad (tamaño, densidad poblacional y distribución de los servicios), TUEBICI no cumple con muchos de los estándares internacionales revisados sobre la implementación de bicicletas compartidas. Sin embargo, los estándares revisados a menudo se definen para ciudades más grandes y densas. Algunas áreas de Santander, incluidas las áreas residenciales densas con varios destinos, siguen desatendidas, lo que reduce la accesibilidad general. Si bien la integración con la infraestructura ciclista local es generalmente apropiada, algunas estaciones son más difíciles de acceder debido a las brechas en la red ciclista. Problemas adicionales, como el mantenimiento inadecuado de la bicicleta y la mala redistribución (estaciones vacías) ocurren de vez en cuando. La falta de acceso a los datos abiertos también obstaculiza la transparencia y las oportunidades de investigación.

Hay varias oportunidades de mejora para superar las debilidades mencionadas, siendo especialmente importante la expansión del sistema en áreas que, actualmente, están menos atendidas mediante la introducción de nuevas estaciones que podrían aumentar significativamente la accesibilidad. El 61% de la población de Santander puede acceder a una estación de bicicletas compartidas en menos de 5 minutos a pie. En comparación, en Valencia, casi el 100% de la población puede acceder a una estación de bicicletas compartidas a menos de 5 minutos a pie (Bosch-Checa et al., 2025). Aunque hay varios barrios que están bien comunicados, hay zonas en las que se podría mejorar la cobertura del servicio. Se formulan algunas recomendaciones sobre los casos en que debería examinarse la viabilidad de nuevas estaciones. Estas ubicaciones se visualizan en varias figuras y se enumeran de la siguiente manera:

- Se debe considerar una estación cerca del Palacio de Festivales o de la Playa de la Magdalena para servir mejor a la zona, dada la proximidad de destinos culturales y recreativos. El anterior sistema TUSBIC tenía una estación en la Estación Bus San Martín.
- Aunque en la zona de El Sardinero hay dos estaciones, también se podría incorporar una estación en los Jardines de Piquío, dando a acceso directo a la Avenida de los Castros, donde las instituciones educativas cercanas y las zonas residenciales podrían estar mejor atendidas.
- El Grupo El Carmelo es otra zona de Santander actualmente desatendida, lo que limita el acceso a destinos clave como el Colegio Concertado Haypo, los hoteles cercanos y el Hospital de Santa Clotilde. Si bien el acceso directo puede ser un desafío debido a las calles estrechas y empinadas, se debe examinar la mejora del servicio en su periferia. Una opción potencial podría ser colocar una estación en el Paseo de Altamira (antiguo paseo del General Dávila), que también podría servir de manera más efectiva a la zona residencial circundante.
- En el Paseo de Altamira deberían considerarse varias secciones, ya que tiene una densidad de población relativamente mayor que otras calles y podría beneficiarse de un mejor acceso, especialmente porque las bicicletas eléctricas facilitan el ciclismo cuesta arriba. Aunque actualmente se carece de infraestructura ciclista en el área, el desarrollo futuro de infraestructura podría ayudar a promover el uso del ciclismo y aumentar el uso del sistema. Actualmente hay un desarrollo en curso en la zona: se está construyendo una nueva ciclovía entre la rotonda de Pronillo (Los Osos) y en Camilo Alonso Vega.⁴²

El resto de las áreas son más difíciles de atender debido a la baja densidad de población y servicios. La literatura ofrece varios métodos para determinar la ubicación óptima de las estaciones, incluidos algoritmos matemáticos, toma de decisiones multicriterio y modelos basados en GIS que se pueden aplicar cuando se planifican las nuevas ubicaciones de las estaciones (Bahadori et al., 2021).

⁴² <https://www.santander.es/content/comienzan-obras-del-plan-director-general-davila-entre-osos-camilo-alonso-vega> (Último acceso: 12 de junio de 2025).

Este proceso debe tener en cuenta no solo la accesibilidad, sino también los factores operativos, como el reequilibrio de las bicicletas, y las consideraciones financieras, incluidos los costes operativos.

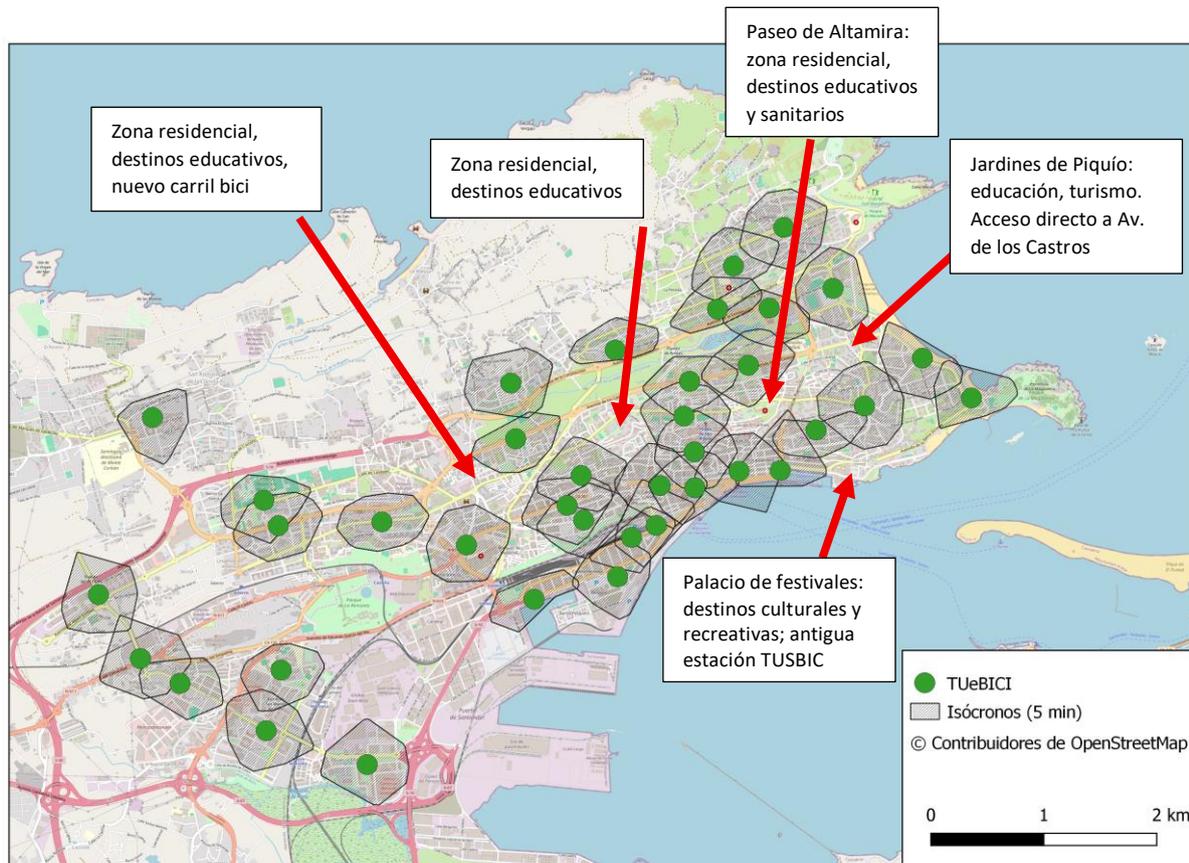


Figura 24. Mapa resumen de recomendaciones de ubicaciones donde incluir estaciones del servicio de bicicleta compartida (Elaboración propia)

Además, el desarrollo de la red ciclista puede proporcionar un mejor acceso a las estaciones y puede proporcionar condiciones de ciclismo más favorables para los usuarios (seguridad, comodidad, etc.). Para aumentar el número de usuarios y el uso de bicicletas compartidas en Santander, es fundamental examinar las principales barreras que impiden a las personas ir en bicicleta. El Barómetro de la Bicicleta en España (GESOP, 2024) destaca la importancia del desarrollo de las infraestructuras ciclistas: más del 20% de los no ciclistas consideran que el ciclismo es peligroso y lo ven como el principal inconveniente para iniciarse en la bicicleta. El estudio de Fraser y Lock (2011) también destaca la importancia de la infraestructura ciclista para operar con éxito un sistema popular de bicicletas compartidas. La herramienta CyclingMax, la herramienta de costo-beneficio del Banco Mundial para la infraestructura ciclista, podría ayudar a los planificadores y formuladores de políticas a tomar decisiones informadas cuando se planifique la infraestructura ciclista de Santander (Guo et al., 2025).

Otras oportunidades incluyen una mejor integración con el transporte público, como sistemas de información unificados, estructuras tarifarias y plataformas de movilidad como servicio (MaaS), que también pueden mejorar la comodidad del usuario. Actualmente, no hay información sobre el servicio de bicicletas compartidas en el sitio web oficial de TUS, ni se indican estaciones de bicicletas compartidas en el mapa de la línea de transporte público⁴³. Esta falta de integración limita la visibilidad y accesibilidad del sistema de bicicletas compartidas para los usuarios potenciales.

⁴³ http://www.tusantander.es/sites/tus.int.ayto-santander.es/files/planos-red-lineas_1.pdf

Para mejorar la conectividad multimodal y fomentar el uso combinado del transporte público y la bicicleta, se recomienda incluir información sobre bicicletas compartidas tanto en el sitio web como en el mapa de líneas. Se mencionan algunos buenos ejemplos que podrían ser adaptados en Santander. Por ejemplo, la aplicación SMOU en Barcelona proporciona acceso a bicicletas compartidas, información en tiempo real sobre el transporte público y planificación de rutas, aparcamiento, alquiler de taxis, carga de coches eléctricos, ciclomotores compartidos y coches compartidos⁴⁴.

Los planificadores de rutas de Barcelona⁴⁵ o Londres⁴⁶ incluyen como opción el uso compartido de bicicletas, además de ir en bicicleta, caminar, transporte público y otras opciones. La integración tarifaria del transporte público y las bicicletas compartidas es poco frecuente, pero hay ciudades en las que se puede utilizar la misma tarjeta o aplicación para acceder al transporte público y a las bicicletas compartidas (como París⁴⁷), o cuando se compran billetes de transporte público, se ofrece un descuento sobre el precio de las bicicletas compartidas (como Viena⁴⁸). La presentación de Fillin-Yeh y Payne (2018) proporciona buenos ejemplos adicionales sobre la integración del uso compartido de bicicletas y el transporte público.

Un mayor enfoque en el marketing, la concienciación pública y los planes de incentivos, como los beneficios fiscales para las empresas, también podrían ayudar a atraer a nuevos usuarios. Por ejemplo, el sistema de bicicletas compartidas de Montreal ofrece tarifas especiales para grupos para empresarios.⁴⁹ Las directrices de la NACTO proporcionan algunos buenos ejemplos adicionales para estos aspectos (NACTO, 2025).

Además, aprovechar el potencial de los datos abiertos podría apoyar la innovación, la transparencia, y la investigación y toma de decisiones basada en evidencia científica. Por ejemplo, los datos de Bicing, el sistema de bicicletas compartidas de Barcelona, se compartieron y se pusieron a disposición en la plataforma de datos abiertos de la ciudad; sin embargo, este servicio se suspendió en 2019⁵⁰. Existen movimientos y plataformas que tienen como objetivo promover la disponibilidad de datos para la investigación sobre bicicletas compartidas, entre ellas se encuentran plataformas como el Atlas de Bicicletas Compartidas⁵¹ desarrollado por la Universidad de Viena, donde se puede comparar el rendimiento de los diferentes sistemas, o Bike Share Research⁵², donde se recopilan puntos de acceso a datos.

(Último acceso: 12 de junio de 2025).

⁴⁴ <https://ajuntament.barcelona.cat/apps/es/smou> (último acceso: 12 de junio de 2025).

⁴⁵ <https://www.tmb.cat/es/barcelona/como-llegar> (último acceso: 12 de junio de 2025).

⁴⁶ <https://tfl.gov.uk/plan-a-journey/> (último acceso: 12 de junio de 2025).

⁴⁷ Navigo Pass + Vélib': Los titulares de un pase Navigo pueden vincular su cuenta a Vélib' y obtener descuentos o acceso simplificado, aunque el uso de la bicicleta sigue requiriendo una suscripción por separado. <https://www.bonjour-ratp.fr/en/aide-contact/?question=hat-velib-offers-passes-and-packages-are-available> (último acceso: 12 de junio de 2025).

⁴⁸ Los usuarios obtienen tarifas con descuento para bicicletas compartidas si tienen una suscripción válida al transporte público. Por ejemplo, el abono anual estándar para el uso compartido de bicicletas es de 59 euros, mientras que cuando se combina con un billete anual de transporte público, el precio con descuento es de 29,50 euros (50% de la tarifa estándar). <https://www.wienerlinien.at/web/wl-en/wienmobil-rad-bikesharing> (último acceso: 12 de junio de 2025).

⁴⁹ Descuentos especiales para empleadores con al menos 20 colegas. <https://bixi.com/en/group-rates/> (último acceso: 12 de junio de 2025).

⁵⁰ https://opendata-ajuntament.barcelona.cat/data/es/dataset?q=bicing&name=us-del-servei-bicing&sort=fecha_publicacion+desc (último acceso: 12 de junio de 2025).

Los datos adicionales están disponibles aquí: <https://www.kaggle.com/datasets/edomingo/bicing-stations-dataset-bcn-bike-sharing> (último acceso: 12 de junio de 2025).

⁵¹ <http://bikesharingatlas.org/> (último acceso: 12 de junio de 2025).

⁵² <https://bikeshare-research.org/> (último acceso: 12 de junio de 2025).

Además de estas recomendaciones presentadas específicas, se podría adaptar otras buenas prácticas españolas e internacionales a las circunstancias locales para mejorar los servicios de TUEBICI. Sin embargo, existen algunas amenazas que podrían obstaculizar la mejora del sistema que deben tenerse en cuenta. En general, todos los sistemas de bicicletas compartidas se enfrentan a varias amenazas potenciales que pueden disminuir su eficacia, fiabilidad, popularidad y sostenibilidad a largo plazo. Un mantenimiento deficiente de las bicicletas y un reequilibrio inadecuado de las bicicletas (estaciones vacías sin bicicletas) pueden dar lugar a un servicio poco fiable con bicicletas frecuentemente averiadas. Tales circunstancias podrían desalentar a los usuarios y reducir la confianza en el sistema. Además, la falta de apoyo político y financiero consistente, como recortes de fondos o cambios en las prioridades políticas, puede comprometer las operaciones y obstaculizar la expansión del sistema o el desarrollo de la red ciclista. Las decisiones de planificación urbana y de movilidad que no den prioridad al ciclismo (tanto al desarrollo de redes, como la promoción y la comercialización), pueden limitar aún más la integración del uso compartido de bicicletas en la red de transporte de Santander, reduciendo en última instancia su popularidad y uso.

En este punto, después de exponer las conclusiones y recomendaciones, también es necesario reconocer las limitaciones del estudio. En primer lugar, algunos datos sobre el sistema TUEBICI, como el número de plazas de aparcamiento y el número de bicicletas, varía ligeramente entre la información recogida a través de la aplicación NextBike y otras fuentes de datos. Además, dado que fracasaron las intenciones de obtener datos de movimiento sobre el uso, estos aspectos no pudieron abordarse en el análisis. Asimismo, la falta de datos más detallados sobre los patrones de uso temporal limitó la capacidad de realizar análisis más complejos, como mapas de calor o tendencias horarias, ya que solo se tenían de datos agregados de alquileres diarios de TUSBIC. Por otro lado, no se disponía de datos de uso de TUEBICI, lo que restringe el alcance de los resultados de este TFG. Asimismo, la falta de datos de movimiento podría haberse superado con un raspado regular de datos; sin embargo, este enfoque plantea posibles problemas legales y de protección de datos. Otra limitación radica en el análisis de accesibilidad, ya que el uso de un umbral arbitrario de 5 minutos a pie puede no reflejar toda la gama de destinos accesibles, especialmente en áreas urbanas menos densas. En este sentido, la realización de un análisis de sensibilidad mediante la ampliación de la distancia a pie a 6 o 7 minutos podría proporcionar información valiosa sobre si los servicios adicionales cerca de los bordes de las áreas de captación de 5 minutos se vuelven accesibles. Este enfoque ayudaría a tener en cuenta las situaciones en las que los servicios clave se encuentran justo fuera del umbral original. Igualmente, para continuar mejorando los servicios de bicicletas compartidas de Santander, se podrían abordar futuras líneas de investigación relacionadas con el análisis de reseñas de usuarios mediante fuentes indirectas (Google Maps, TripAdvisor, etc.), comparando las opiniones del sistema antiguo de TUSBIC con las del sistema actual TUEBICI y/o con las de otras ciudades. Aunque la disponibilidad limitada de los datos de uso de TUEBICI presenta un gran desafío, sería importante analizar estos datos para poder comprender de manera completa los patrones de uso y el rendimiento del sistema, completando así los resultados del análisis de accesibilidad. En este sentido, como se destaca en las directrices de ITDP (2018), el número de bicicletas y estaciones debe equilibrarse y optimizarse para garantizar que las bicicletas se utilicen con frecuencia, pero evitando el problema común de tener estaciones vacías o llenas (Vallez et al., 2021). Así, la investigación futura debería centrarse en mejoras operativas que optimicen el reequilibrio y mantenimiento de las bicicletas y que garanticen la accesibilidad y la comodidad del usuario.

Referencias bibliográficas

- Aloi, A., Alonso, B., Benavente, J., Cordera, R., Echániz, E., González, F., Ladisa, C., Lezama-Romanelli, R., López-Parra, Á., Mazzei, V., Perrucci, L., Prieto-Quintana, D., Rodríguez, A. y Sañudo, R. (2020). Effects of the COVID-19 Lockdown on Urban Mobility: Empirical Evidence from the City of Santander (Spain) [Efectos del confinamiento por COVID-19 en la movilidad urbana: evidencia empírica de la ciudad de Santander (España)]. *Sustainability*, 12, 9. <https://doi.org/10.3390/su12093870>
- Bahadori, M. S., Gonçalves, A. B. y Moura, F. (2021). A Systematic Review of Station Location Techniques for Bicycle-Sharing Systems Planning and Operation [Revisión sistemática de las técnicas de ubicación de estaciones para la planificación y operación de sistemas de bicicletas compartidas]. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(8), 8. <https://doi.org/10.3390/ijgi10080554>
- Bordagaray, M. (2015). *Methodological approach for assessing the demand and quality of bike-sharing systems using manual and automatic data*. <https://repositorio.unican.es/xmlui/handle/10902/8152>
- Bordagaray, M., dell'Olio, L., Ibeas, Á., Barreda, R. y Alonso, B. (2015). Modeling the Service Quality of Public Bicycle Schemes Considering User Heterogeneity. *International Journal of Sustainable Transportation*, 9(8), 580–591. <https://doi.org/10.1080/15568318.2013.838722>
- Bordagaray, M., Fonzone, A., dell'Olio, L. y Ibeas, A. (2014). Considerations about the Analysis of ITS Data of Bicycle Sharing Systems. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 162, 340–349. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.12.215>
- Bosch-Checa, C., Lorenzo-Sáez, E., Haza, M. J. P. de la, Lerma-Arce, V., y Coll-Aliaga, E. (2025). Evaluation of the Accessibility to Urban Mobility Services with High Spatial Resolution—Case Study: Valencia (Spain). *Applied Sciences*, 15(3), Art.3. <https://doi.org/10.3390/app15031382>
- Büttner, J., Mlasowsky, H., Birkholz, T. et al. (2011). *The Obis Handbook*. OBIS Project.
- Commission, E., y Innovation, D.G. for R. and. (2021). *European Green Deal – Research y innovation call [Pacto Verde Europeo – Convocatoria de investigación e innovación]*. Publications Office of the European Union.
- Cortez-Ordoñez, A., y Tulcanaza-Prieto, A. B. (2024). Are We Back to Normal? A Bike Sharing Systems Mobility Analysis in the Post-COVID-19 Era [¿Hemos vuelto a la normalidad? Un análisis de la movilidad en sistemas de bicicletas compartidas en la era post-COVID-19]. *Sustainability*, 16, 14. <https://doi.org/10.3390/su16146209>
- dell'Olio, L., Ibeas, A., y Moura, J. L. (2011). Implementing bike-sharing systems. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Municipal Engineer*, 164(2), 89–101. <https://doi.org/10.1680/muen.2011.164.2.89>
- dell'Olio, L., Luis Moura, J., Alonso, B., Cordera, R. y Rodríguez, A. (2023). *Estudio de aceptabilidad y propuesta del esquema tarifario del nuevo sistema de préstamo de bicicletas eléctricas del Ayuntamiento de Santander*.
- ECF, E. C. F. (2018). Los beneficios de la bicicleta. https://www.ecf.com/media/resources/TheBenefitsOfCycling_final-v2.pdf

- El Banco Mundial. (2020). *Propuesta y recomendaciones para la formulación de una estrategia para la Bicicleta en Lima Metropolitana*.
<https://documents1.worldbank.org/curated/en/804721589870386400/pdf/Propuesta-y-recomendaciones-para-la-formulacion-de-una-estrategia-para-la-Bicicleta-en-Lima-Metropolitana.pdf>
- ETIS Santander 2030. (2025). *ETIS Santander 2030, Estrategia Territorial Integrada Sostenible*.
https://www.santander.es/system/files/noticias/anexos/2025/02/250211_etis_santander_2030.pdf
- Eurocities. (2025, January 27). *Towards zero-emission mobility in Europe* [Hacia una movilidad de cero emisiones en Europa]. <https://eurocities.eu/latest/towards-zero-emission-mobility-in-europe/>
- European Commission. (2021). *Mobility Strategy* [Estrategia de movilidad].
https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/mobility-strategy_en
- European Declaration on Cycling. (2024). ST/6215/2024/INIT, *European Declaration on Cycling* [Declaración europea sobre el uso de la bicicleta]. <https://eur-lex.europa.eu/eli/C/2024/2377/oj/eng>
- Fifteen. (2023). *Bicicleta compartida en España: Oportunidades y retos para una movilidad urbana más sostenible*. <https://www.eiturbanmobility.eu/study-bikesharing-in-spain-opportunities-and-challenges-for-a-more-sustainable-urban-mobility/>
- Fillin-Yeh, K., y Payne, N. (2018). *Integrating Bike Share y Transit* [Integración de los Sistemas de Bicicletas Compartidas y el Transporte Público]. https://nacto.org/wp-content/uploads/IntegratingBikeShareandTransit_TransitCenter_051018.pdf
- Fraser, S. D. S., y Lock, K. (2011). Cycling for transport and public health: A systematic review of the effect of the environment on cycling [El ciclismo para el transporte y la salud pública: una revisión sistemática del efecto del entorno sobre el uso de la bicicleta]. *European Journal of Public Health, 21*(6), 738–743. <https://doi.org/10.1093/eurpub/ckq145>
- GESOP (2024). *Barómetro de la Bicicleta en España*. https://www.redbici.org/wp-content/uploads/2024/12/2024_RedBici_Barometro_Bicicleta_Informe.pdf
- Geurs, K., y Van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: Review and research directions. *Journal of Transport Geography, 12*, 127–140. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2003.10.005>
- Giuffrida, N., Pilla, F., y Carroll, P. (2023). The social sustainability of cycling: Assessing equity in the accessibility of bike-sharing services. *Journal of Transport Geography, 106*, 103490. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103490>
- Graser, A. (2019, July 7). *Five QGIS network analysis toolboxes for routing and isochrones* [Cinco herramientas de análisis de redes en QGIS para enrutamiento e isócronas]. Free and Open Source GIS Ramblings. <https://anitagraser.com/2019/07/07/five-qgis-network-analysis-toolboxes-for-routing-and-isochrones/>
- Guo, F., Du, J., Neki, K., Mjahed, L. B., Darido, G. B., Wang, W. y Guerrini, A. W. (2025). *The Case for Cycling Infrastructure Investments: CyclingMax: A Cost y Benefit Scoping Tool for Decision-makers* [El caso de las inversiones en infraestructura ciclista: CyclingMax, herramienta de evaluación de costes y beneficios para responsables de la toma de decisiones]. <https://trid.trb.org/View/2536188>

- Ibeas, A., dell'Olio, L., y Montequín, R. B. (2011). Citizen involvement in promoting sustainable mobility. *Journal of Transport Geography*, 19(4), 475–487. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2010.01.005>
- ITDP (2018). *Guía de planeación del sistema de bicicletas compartidas*. https://itdp.org/wp-content/uploads/2021/05/BSPG_espanol20.01.pdf
- Jin, S. T., y Sui, D. Z. (2024). Bikesharing and equity: A nationwide study of bikesharing accessibility in the U.S. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 181, 103983. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2024.103983>
- Küster, F., Haubold, H., y Larastiti, S. (2024). *Cycling's Potential to Reduce GHG Emissions—A Literature Review* [El potencial del ciclismo para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero: Una revisión bibliográfica]. https://www.ecf.com/media/resources/2024/ECF-paper-CO2%20report%202024_short%20version.pdf?t=1741859147
- Mahajan, S., y Argota Sánchez-Vaquerizo, J. (2024). *Global comparison of urban bike-sharing accessibility across 40 cities* [Comparación global de la accesibilidad a sistemas urbanos de bicicletas compartidas en 40 ciudades]. *Scientific Reports*, 14(1), 20493. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-70706-x>
- MITECO, M. para la T. E. y el R. D. (2020). *Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021–2030*. <https://www.miteco.gob.es/es/prensa/pniec.html>
- MITMA, M. de T., *Movilidad y Agenda Urbana* [Ministry of Transport, Mobility and Urban Agenda]. (2021a). Estrategia de Movilidad Segura, Sostenible y Conectada 2030. <https://esmovilidad.transportes.gob.es/ejes-estrategicos>
- MITMA, M. de T., *Movilidad y Agenda Urbana* [Ministry of Transport, Mobility and Urban Agenda]. (2021b). Estrategia Estatal por la Bicicleta. <https://esmovilidad.transportes.gob.es/estrategia-estatal-por-la-bicicleta>
- Munkácsy, A. (2017). *User profiles and adoption attributes of innovative bike-sharing systems: The case of BiciMAD (Madrid)* [Perfiles de usuarios y características de adopción de sistemas innovadores de bicicletas compartidas: El caso de BiciMAD (Madrid)]. <https://oa.upm.es/47849/>
- NACTO. (2016). *Bike Share Station Siting Guide* [Guía para la Ubicación de Estaciones de Bicicletas Compartidas]. <https://nacto.org/publication/bike-share-station-siting-guide/>
- NACTO, N. A. of C. T. O. (2025). *Strategies for Engaging Community* [Estrategias de participación comunitaria]. <https://nacto.org/publication/strategies-for-engaging-community/>
- Nieuwenhuijsen, M. J. (s.f.). *Los beneficios de la bicicleta para la salud—Blog. ISGLOBAL*. Recuperado en marzo de 2025 de: <https://www.isglobal.org/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/the-health-benefits-of-cycling>
- Oja, P., Titze, S., Bauman, A., de Geus, B., Krenn, P., Reger-Nash, B., y Kohlberger, T. (2011). Health benefits of cycling: A systematic review [Beneficios para la salud del ciclismo: una revisión sistemática]. *Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports*, 21(4), 496–509. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0838.2011.01299.x>
- Paris Agreement [El Acuerdo de París], Official Journal 4 (2016). [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:22016A1019\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:22016A1019(01))
- PMCS (2015). *Plan De Movilidad Ciclista Santander*. https://www.cantabriaconbici.org/wp-content/PMCS_MEMORIA.pdf

- PTV Group. (2025). *Análisis de la accesibilidad*. <https://www.ptvgroup.com/es/areas-de-aplicacion/analisis-de-la-accesibilidad>
- RedBici. (2024). Actualización de datos de los sistemas de bicicleta pública en España. <https://www.redbici.org/actualizacion-de-datos-de-bicicleta-publica-en-espana-2024/>
- Rodríguez, A., dell’Olio, L., Sipone, S., y Delgado-Lindeman, M. (2024). Dataset on the behavior of local and foreign users in their willingness to pay for bike sharing in medium-sized cities. *Data in Brief*, 56, 110865. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2024.110865>
- Roig-Costa, O., Miralles-Guasch, C., y Marquet, O. (2025). Unpacking the docked bike-sharing experience. A bike-along study on the infrastructural constraints and determinants of everyday bike-sharing use [Analizando la experiencia del sistema de bicicletas con anclaje: Un estudio “bike-along” sobre las limitaciones infraestructurales y los factores determinantes del uso cotidiano de bicicletas compartidas]. *Journal of Transport Geography*, 125, 104184. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2025.104184>
- Romero, J. P., Moura, J. L., Ibeas, A., y Alonso, B. (2015). A simulation tool for bicycle sharing systems in multimodal networks. *Transportation Planning and Technology*, 38(6), 646–663. <https://doi.org/10.1080/03081060.2015.1048946>
- Sanmiguel-Rodríguez, A. (2019). *Análisis de las edades, trayectos y minutos de uso en la utilización de un sistema de bicicletas compartidas: El caso del VaiBike en Vilagarcía de Arousa (España)* (Analysis of ages, routes, and minutes of use in a shared bicycle system: the case of VaiBi. *Retos*, 35, 314–319. <https://doi.org/10.47197/retos.v0i35.66470>
- Seifert, R. (2023). *Movilidad urbana sostenible: Análisis del sistema de bicicletas compartidas de la ciudad de Valencia*. <https://hdl.handle.net/10550/91506>
- The Meddin Bike-sharing World Map team. (2021). *The Meddin Bike-sharing World Map Mid-2021 Report* [Informe del Mapa Mundial de Bicicletas Compartidas Meddin a Medios de 2021]. https://bikesharingworldmap.com/reports/bswm_mid2021report.pdf
- Vallez, C. M., Castro, M., y Contreras, D. (2021). Challenges and Opportunities in Dock-Based Bike-Sharing Rebalancing: A Systematic Review [Desafíos y Oportunidades en el Rebalanceo de Sistemas de Bicicletas Compartidas con Estaciones: Una Revisión Sistemática]. *Sustainability*, 13(4), 1829. <https://doi.org/10.3390/su13041829>
- Verenzuela Gómez, R. J. (2023). *Influencia de la infraestructura ciclista urbana en la adopción de la bicicleta como transporte en Barcelona: análisis integral con Big Data del sistema Bicing*. https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/126446/1/TFM_Ricardo%20Dacosta.pdf
- Wikipedia. (2025a). *Kaggle—Wikiwand*. <https://www.wikiwand.com/es/articles/Kaggle>
- Wikipedia. (2025b). *Santander (España)—Wikiwand*. [https://www.wikiwand.com/es/articles/Santander%20\(Espa%C3%B1a\)](https://www.wikiwand.com/es/articles/Santander%20(Espa%C3%B1a))
- Zuluaga, J. D., Escobar, D. A. y Moncada, C. A. (2021). Aplicación de la predicción espacial para el mejoramiento de la cobertura del sistema de bicicletas compartidas en Manizales, Colombia. *Información Tecnológica*, 32(4), 121–132. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642021000400121>

Anexos

Anexo A - Resumen de alquileres mensuales y totales anuales.

Año	Mes	Alquileres mensuales	Año	Mes	Alquileres mensuales	Año	Mes	Alquileres mensuales
2012	1	Sin datos	2013	1	1812	2014	1	1065
2012	2	3270	2013	2	1702	2014	2	1231
2012	3	6793	2013	3	3075	2014	3	1271
2012	4	3961	2013	4	3170	2014	4	2614
2012	5	7903	2013	5	2754	2014	5	2393
2012	6	7621	2013	6	3086	2014	6	3198
2012	7	9759	2013	7	2784	2014	7	3065
2012	8	11498	2013	8	6277	2014	8	5373
2012	9	7385	2013	9	3611	2014	9	3726
2012	10	5257	2013	10	3161	2014	10	2987
2012	11	3441	2013	11	1476	2014	11	882
2012	12	2730	2013	12	1633	2014	12	566
SUMA		69618	SUMA		34541	SUMA		28371
Año	Mes	Alquileres mensuales	Año	Mes	Alquileres mensuales	Año	Mes	Alquileres mensuales
2015	1	1196	2016	1	794	2017	1	928
2015	2	693	2016	2	917	2017	2	1315
2015	3	1157	2016	3	1323	2017	3	1349
2015	4	1656	2016	4	1426	2017	4	2019
2015	5	2499	2016	5	1835	2017	5	2032
2015	6	3088	2016	6	2232	2017	6	2282
2015	7	3796	2016	7	3268	2017	7	4073
2015	8	4626	2016	8	3951	2017	8	5069
2015	9	1953	2016	9	2118	2017	9	2582
2015	10	1601	2016	10	2254	2017	10	2283
2015	11	1653	2016	11	1182	2017	11	1075
2015	12	1373	2016	12	1618	2017	12	793
SUMA		25291	SUMA		22918	SUMA		25800

Año	Mes	Alquileres mensuales	Año	Mes	Alquileres mensuales	Año	Mes	Alquileres mensuales
2018	1	742	2019	1	684	2020	1	1039
2018	2	767	2019	2	1207	2020	2	1194
2018	3	1394	2019	3	1449	2020	3	371
2018	4	1806	2019	4	1605	2020	4	Sin datos
2018	5	2306	2019	5	1573	2020	5	789
2018	6	2408	2019	6	2100	2020	6	1154
2018	7	3054	2019	7	1560	2020	7	2439
2018	8	4385	2019	8	3520	2020	8	2892
2018	9	2989	2019	9	1918	2020	9	1960
2018	10	1895	2019	10	1250	2020	10	1130
2018	11	1368	2019	11	661	2020	11	1170
2018	12	1158	2019	12	1063	2020	12	553
SUMA		24272	SUMA		18590	SUMA		14691

Año	Mes	Alquileres mensuales	Año	Mes	Alquileres mensuales
2021	1	540	2022	1	937
2021	2	737	2022	2	1086
2021	3	968	2022	3	1237
2021	4	832	2022	4	1594
2021	5	1064	2022	5	1962
2021	6	1089	2022	6	2036
2021	7	2910	2022	7	3577
2021	8	4310	2022	8	3956
2021	9	2464	2022	9	2229
2021	10	2124	2022	10	1985
2021	11	936	2022	11	982
2021	12	811	2022	12	885
SUMA		18785	SUMA		22466

Anexo B

En este apartado se presenta la estructura de los datos obtenidos utilizando la misma numeración que se introduce en la sección "Fuentes de datos".

[1] Visualizador Web de Cartografía del Gobierno de Cantabria

De la plataforma se obtuvieron las siguientes capas:

- Sanidad:
 - Centros sanitarios: hospital, centro de salud, consultorio local y unidades sanitarias especializadas (capa de puntos)
- Cultura y Patrimonio:
 - Entornos de Protección de Bienes de Interés Cultural (BIC) y Bienes de Interés Local (BIL) (capa de polígonos)
 - Relación de Bienes de Interés Cultural Local e Inventariados (capa de puntos)
 - Perímetros de Conjuntos Históricos (capa de polígonos)
- Educación
 - Centros educativos: colegio, instituto de educación secundaria, universidad, centros de educaciones especializadas y para adultos (capa de puntos)
- Infraestructura turística de alojamiento (hoteles, hostales, pensiones, etc.):
 - Hostales, campings, pensiones, alojamientos hoteleros (capa de puntos)
- Ocio, deportes y turismo (inventario de instalaciones deportivas, instalaciones de ocio, turismo, etc.):
 - Deportes (capa de polígonos): excluido ya que también se incluyen campos deportivos privados sin una etiqueta que indique el acceso privado
 - Playas (capa de puntos)
 - Museos (capa de puntos)

Los datos se obtuvieron a través del servidor WFS⁵³ de la plataforma. Sin embargo, no se puede acceder a todas las capas a través del servidor, en el visor en línea, hay más capas. Por ejemplo, las capas de "servicios sociales" o "sedes de la administración" no están disponibles. Dado que no se podía acceder a estas capas, los datos no se complementaron con otras fuentes y se dejaron fuera del análisis.

[2] Instituto Nacional de Estadística

De la página web del INE se obtuvieron dos fuentes principales de datos: los datos de población y los datos de turismo.

Datos de población: se obtuvo un shapefile que contiene información a nivel de sección censal.

- Geometría: polígono, cada polígono representa una sección censal.
- Propiedades relevantes: ID, área del polígono, población dentro del polígono.

Datos de turismo: la ficha contiene información sobre el número de visitantes mensuales que cubre las categorías de turistas españoles y extranjeros, así como las estancias diarias y pernoctaciones.

Estos 4 valores se sumaron para cada mes en el análisis. El archivo .csv tiene las siguientes columnas:

- Periodo: mes del año.
- Total: número de visitantes considerando las 4 categorías mencionadas anteriormente.

⁵³ "Web Feature Service o WFS del Consorcio Open Geospatial Consortium o OGC es un servicio estándar, que ofrece una interfaz de comunicación que permite interactuar con los objetos geográficos servidos por el estándar WFS, como, por ejemplo, editar, consultar o descargar un objeto geográfico."

Fuente: https://www.wikiwand.com/es/articles/Web_Feature_Service

[3] Datos de la estación JCDecaux:

El archivo JSON que describe la ubicación del sistema operado por JCDecaux contiene la siguiente información:

- Geometría: punto, cada estación está representada por un punto definido por sus coordenadas.
- Cada punto tiene varias propiedades (como ID, nombre, dirección, estado, número de bicicletas y aparcamientos disponibles, etc.), pero solo se utilizaron las ubicaciones de las estaciones para el análisis.

[4] Datos de la estación Nextbike:

El archivo JSON obtenido contiene diversa información sobre el sistema, las más importantes son:

- Información general sobre el sistema de Santander (como nombre, información de contacto, sitio web, precios, etc.).
- Geometría: punto, cada estación está representada por un punto definido por sus coordenadas. Cada estación tiene un ID (numérico) y varias propiedades, como datos de ubicación (lat, lng), nombre (texto), número de bicicletas disponibles (numérico), número de estantes disponibles (numérico), número de ranuras libres (numérico), etc.

[5] Datos meteorológicos:

Los datos obtenidos de la página web de Meteocantabria constan de las siguientes columnas:

1. Año: año del momento de recogida de los datos.
2. Mes: mes del momento de recogida de los datos.
3. Temperatura media: temperatura media en grados Celsius en ese mes.
4. Precipitación acumulada: precipitación acumulada in mm en ese mes.

[6] Uso de bicicletas compartidas (JCDecaux):

Datos diarios de uso y tasa de rotación entre el 31 de enero de 2012 y el 31 de diciembre de 2022. El encabezado (cabecera) es el siguiente:

Fecha	Alquileres	Rotación
31.01.2012	98	0.52973
01.02.2012	30	0.164835
02.02.2012	73	0.401099

Donde "Fecha" está en formato de fecha, y el número de alquileres diarios y la tasa de rotación diaria (calculada dividiendo el número de alquileres por el número de bicicletas disponibles) están en formato numérico. Faltan datos para varios períodos, el número de días sin datos para cada año se resume a continuación:

Año	Número de días sin datos de alquiler	Año	Número de días sin datos de alquiler
2012	0	2018	2
2013	2	2019	4
2014	7	2020	46
2015	7	2021	2
2016	1	2022	0
2017	2		

[7] El formato de datos GTFS está estandarizado y contiene 6 características esenciales, y podría contener otras opcionales adicionales⁵⁴. La base de datos debe incluir datos sobre:

1. Agencia: información sobre el prestador del servicio.
2. Paradas: ubicación e información sobre las paradas de transporte público.
3. Rutas: información sobre las rutas de transporte público (nombre y tipo de servicio).
4. Fechas de servicio: estructura para programar viajes y exenciones de servicio.
5. Viajes: vehículos de transporte público que recorren las rutas definidas en horarios programados.
6. Tiempos de parada: llegadas y salidas de cada viaje para cada parada.

De la base de datos GTFS obtenida, se utilizaron los datos de las paradas. El encabezado de stops.txt, se presenta en la siguiente tabla. Para el análisis de accesibilidad se utilizaron las características de stop_lat y stop_lon que definen la ubicación de las paradas (latitud y longitud en formato decimal).

stop_id	stop_code	stop_name	stop_desc	stop_lat	stop_lon	zone_id	stop_url	location_type	parent_station	stop_time-zone
139521	PA545	JOSE MARIA GONZALEZ TREVILLA 14	Parada	43.48326	-3.79635					Europe/Madrid

⁵⁴ Para más información, véase: <https://gtfs.org/> (consultado por última vez el 4 de mayo de 2025).

Anexo C

Estación TUEBICI	Plazas de aparcamiento	Carga eléctrica
Alisal	6	NO
Alto Miranda	6	NO
Ayuntamiento	19	NO
Calle Alta	10	NO
Castilla	10	NO
Castilla Hermida	19	SI
Centro Cívico	10	SI
Complejo Deportivo Ruth Beitia	19	SI
Correos	19	SI
Dávila-Polio	14	SI
Ernest Lluch	6	NO
Ernest Lluch II	5	NO
Guevara	10	NO
Intercambiador Sardinero	19	SI
Magdalena	13	SI
Miguel Unamuno	8	NO
Montaña 2	16	SI
Monte	12	SI
Nueva Montaña	18	SI
Parque Llamas	14	SI
Perines	10	SI
Plaza de Italia	19	SI
Plaza Manuel Llano	14	SI
Plaza Pombo	10	NO
PTCAN 1	19	SI
Puertochico	13	SI
Renfe	20	SI
San Román Corbán	5	NO
Sector 3	6	NO
Sector 4	6	NO
Tabacalera/Varadero	18	SI
Tetuán	10	SI
TUS	7	NO
Universidad de Cantabria	17	SI
Universidad Rectorado	10	NO
Valdecilla	12	SI
Valdenoja	10	SI
Valdenoja 2	12	NO

**Se extraen los nombres (en orden alfabético) y los datos actuales (30/06/2025) de la aplicación NextBike con los enganches que funcionan en ese momento.*

Anexo D

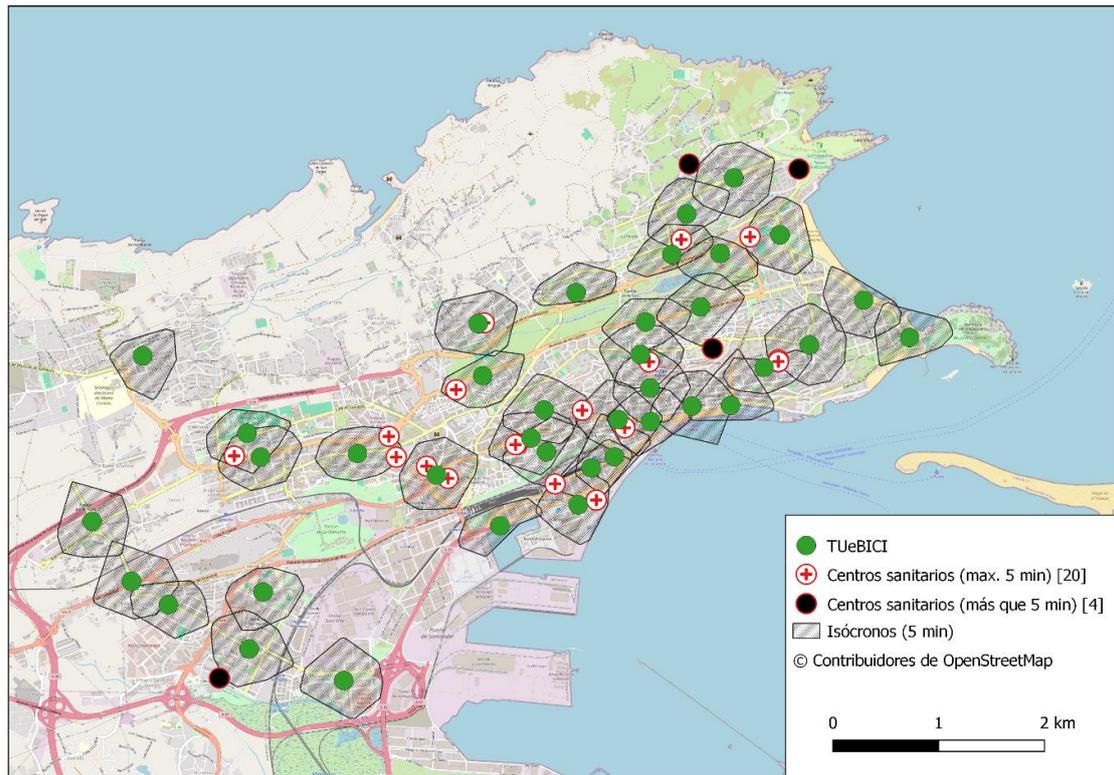


Figura 25. Centros de salud a los que se puede acceder caminando desde las estaciones de bicicletas compartidas en 5 minutos. (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).

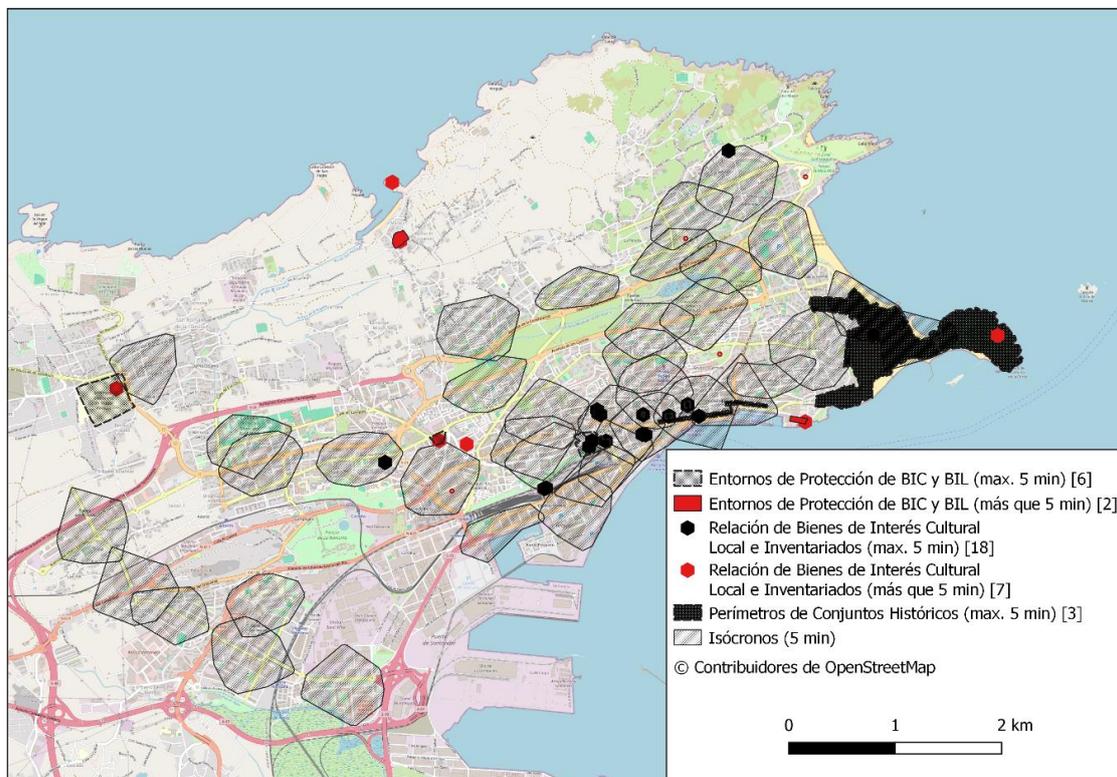


Figura 26. Centros culturales y de patrimonio accesibles a pie desde las estaciones de bicicletas compartidas en 5 minutos. (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).

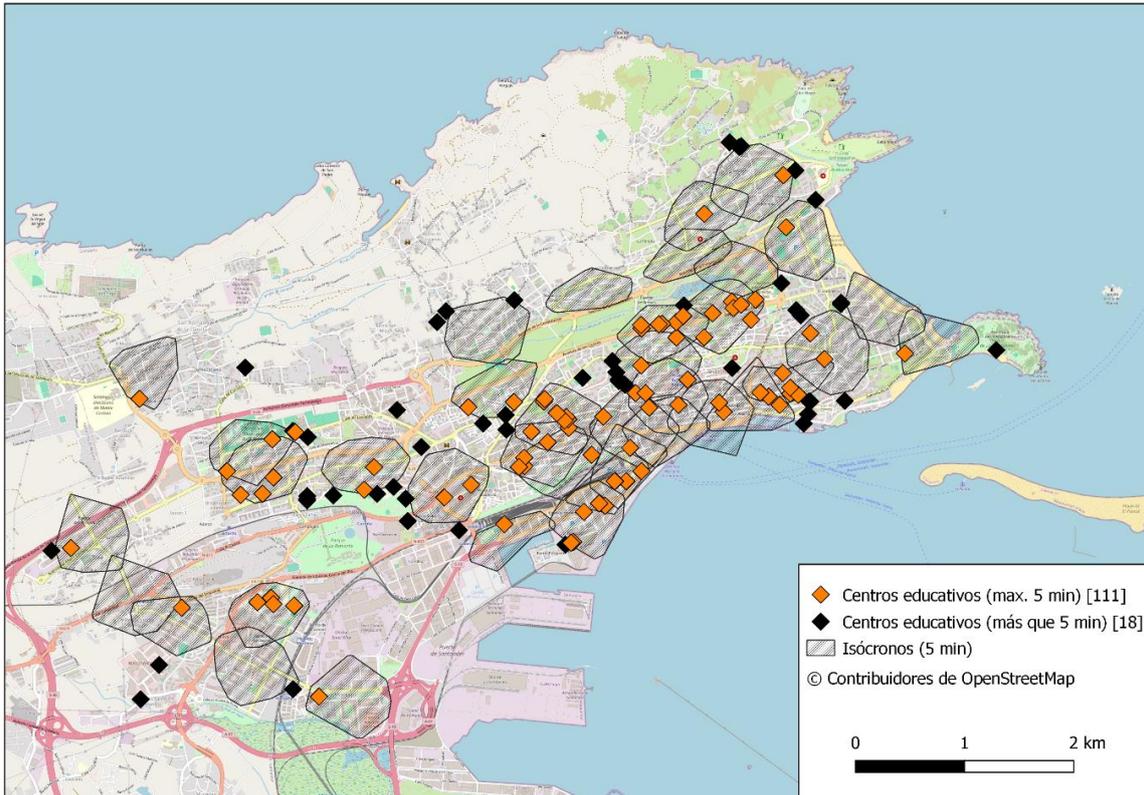


Figura 27. Centros educativos y patrimonio accesibles a pie desde las estaciones de bicicletas compartidas en 5 minutos. (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).

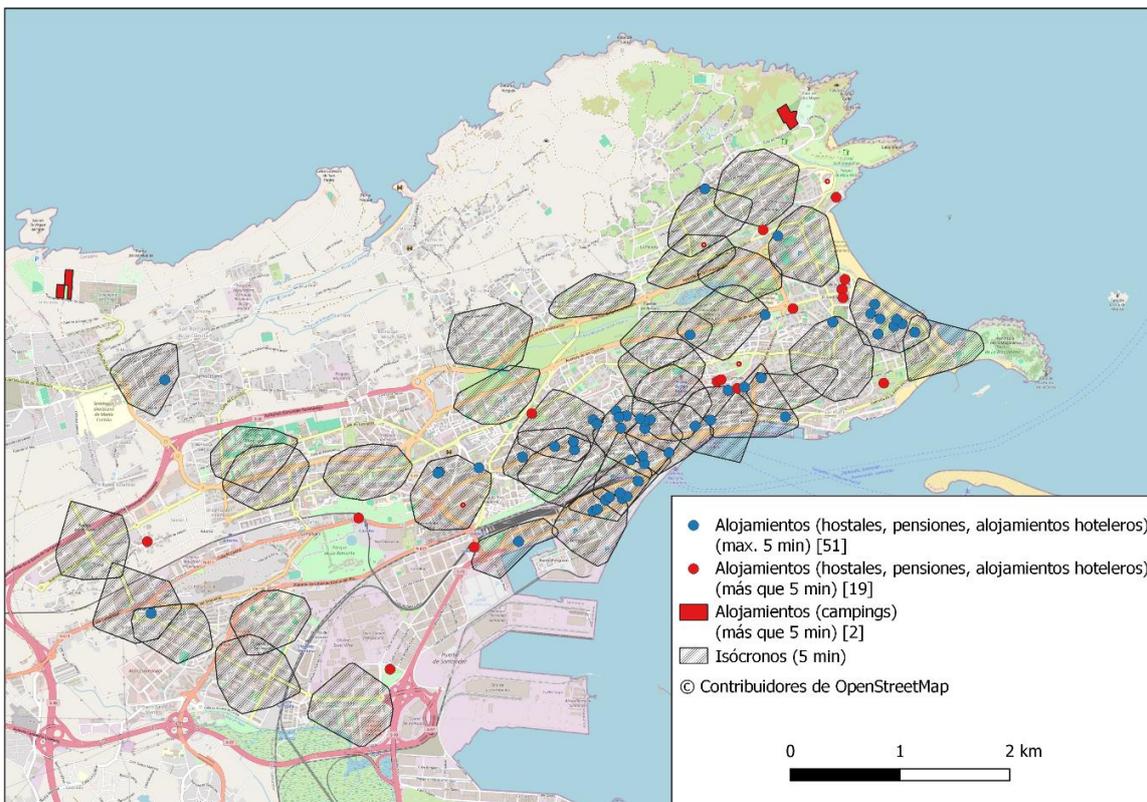


Figura 28. Alojamientos accesibles a pie desde las estaciones de bicicletas compartidas en 5 minutos. (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).

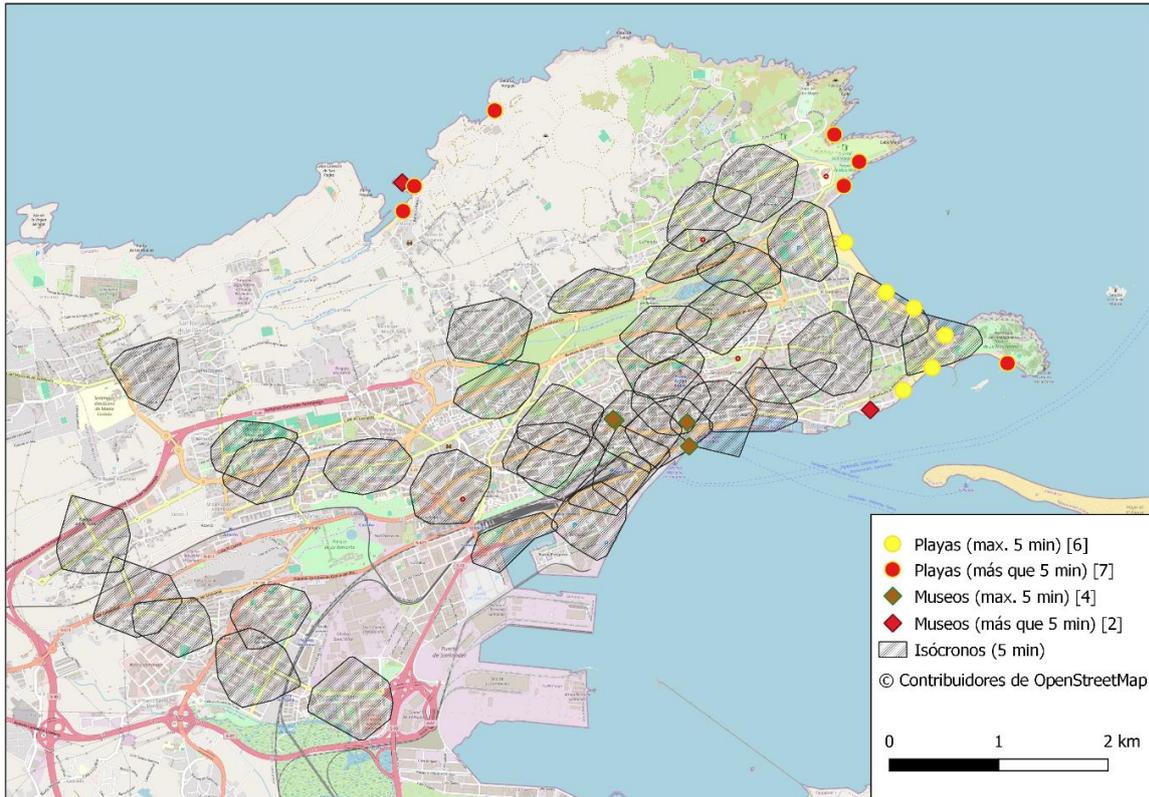


Figura 29. Destinos de ocio accesibles a pie desde las estaciones de bicicletas compartidas en 5 minutos. (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).

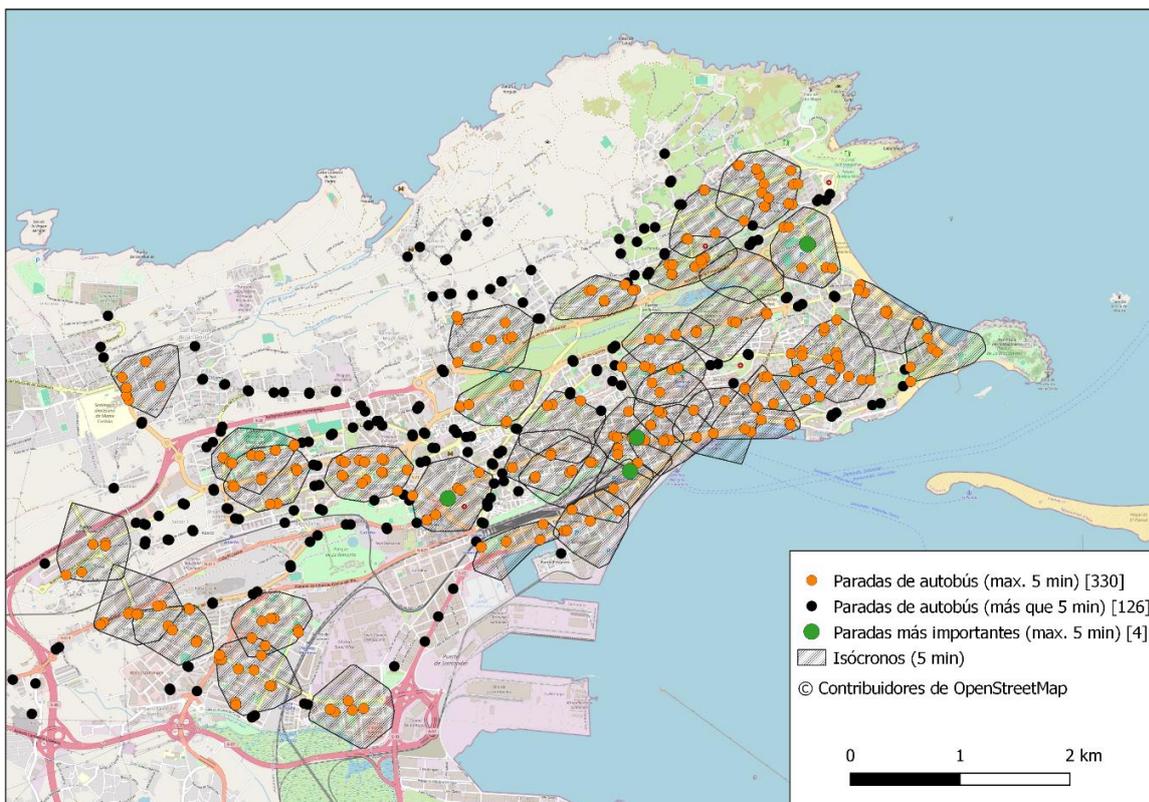


Figura 30. Paradas de transporte público a las que se puede acceder a pie desde las estaciones de bicicletas compartidas se encuentran en 5 minutos. (Elaboración propia a partir de las fuentes de datos comentadas).

Servicio de bicicletas compartidas en Santander: Cobertura del servicio y características de uso



Universidad de Cantabria



Autor | Álvaro López Parra

Directores | Luigi dell'Olio – Andrés Rodríguez Gutiérrez

Grado en Ingeniería Civil - Mención en Transportes y Servicios Urbanos

TFG | Julio de 2025

Resumen

Ante los crecientes desafíos relacionados con la contaminación, la congestión del tráfico urbano y el cambio climático, las ciudades están promoviendo alternativas sostenibles de movilidad. Este TFG analiza los sistemas de bicicletas compartidas en Santander, comparando TUSBIC (2008) con el nuevo sistema eléctrico TUEBICI (2024). Debido a la falta de acceso a datos de uso del sistema actual, el estudio se centra en el análisis de accesibilidad espacial de TUEBICI y en los datos de uso recogidos de TUSBIC. A través de herramientas de análisis geográfico y estadístico, se evalúa la calidad del servicio actual a nivel de accesibilidad y la evolución del uso en el tiempo del sistema antiguo. El objetivo es identificar factores que afectan al sistema y ofrecer recomendaciones prácticas para mejorar la red de bicicletas compartidas. Este trabajo tiene en cuenta y contribuye a la planificación urbana sostenible en el contexto de Santander.

Bicicletas compartidas en Santander

El primer sistema de bicicletas compartidas de Santander, TUSBIC, se inauguró en 2008. En 2024 el sistema fue sustituido por TUEBICI.

	TUSBIC	TUEBICI
Años de funcionamiento	2008-2024	2024-
Número de estaciones	17	38
Área de servicio	Aprox. 9 km ²	Aprox. 18 km ²
Tipo de bicicleta	Manual	Eléctrica
Nº estaciones por cada 10.000 habitantes	1	2,1
Vías de acceso	- Tarjeta de abonado anual - Tarjeta de crédito o débito (abono semanal y diario)	Aplicación móvil
Proveedor y operador de la tecnología	JCDecaux	NextBike, MOVUS, Alsa

Objetivos

Los objetivos principales de este TFG son:

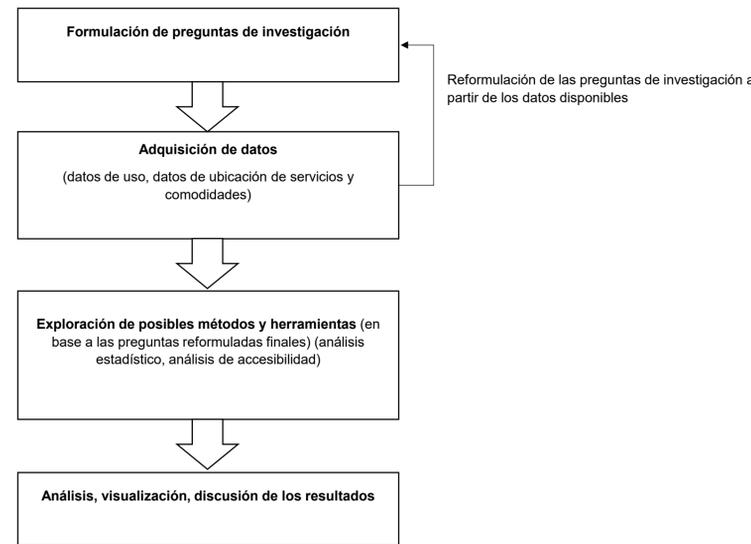
- (1) Comparar las características de TUSBIC y TUEBICI para comprender cómo han cambiado los servicios y el uso tras la introducción del nuevo sistema; así como evaluar la calidad de servicio de las ubicaciones de las estaciones de TUEBICI en Santander.
- (2) Evaluar las características de uso en función de los datos de uso obtenidos.

Se eligieron métodos apropiados para responder a las siguientes preguntas más específicas teniendo en cuenta las normas internacionales de planificación de bicicletas compartidas:

- ¿A qué porcentaje de los servicios clave se puede acceder en bicicleta compartida en Santander? ¿Qué diferencias se pueden observar entre los distintos barrios de la ciudad?
- ¿Qué porcentaje de la población tiene acceso a estaciones de bicicletas compartidas en Santander? ¿Qué diferencias se pueden observar entre los distintos barrios de la ciudad?
- ¿Cuáles son las principales características del uso en base a los datos que se pueden obtener?
- ¿Cuáles podrían ser los principales factores que afectan el uso de bicicletas compartidas?
- ¿Qué medidas podrían mejorar los servicios de bicicletas compartidas en Santander para atraer a más usuarios y aumentar su uso?

Metodología y datos

Las preguntas de investigación fueron moldeadas por las limitaciones de los datos, ya que los datos de uso solo estaban disponibles para TUSBIC y no para TUEBICI. Como resultado, se ajustó el objetivo original de comparar ambos sistemas, cambiando el enfoque hacia el análisis de accesibilidad del sistema actual, en lugar de un estudio detallado de uso espacio-temporal.



DATOS: las principales fuentes de datos utilizadas en este TFG incluyen datos de uso de TUSBIC (número total diario de alquileres entre el 31 de enero de 2012 y el 31 de diciembre de 2022). Lo ideal sería que también se hubieran incluido los datos de TUEBICI; Sin embargo, los esfuerzos por adquirir estos datos fueron finalmente infructuosos. Además, durante la elaboración del trabajo se han utilizado varias plataformas de datos abiertos.

MÉTODOS: para el análisis de las características de uso, se aplicó un análisis estadístico temporal simple (análisis de tendencias) utilizando R. Para responder preguntas relacionadas con la accesibilidad, se aplicó un enfoque simple de análisis de accesibilidad utilizando isócronas (área de captación) generadas por el complemento Openrouteservice en QGIS.

Resultados

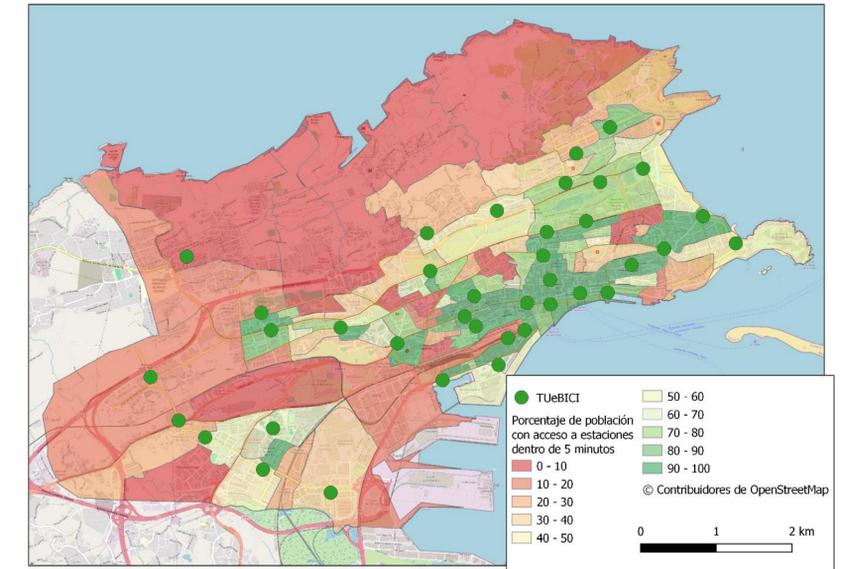
En general, después de la popularidad inicial, se puede observar una disminución continua en el uso. Los principales factores que influyeron en el uso de bicicletas compartidas (TUSBIC) pueden incluir

- (1) el sistema y el diseño de la bicicleta (topografía y bicicletas pesadas no asistidas);
- (2) infraestructura (red ciclista incompleta);
- (3) impactos de la pandemia de COVID-19 (uso mínimo visible en 2020)
- (4) clima y turismo (efecto estacional).

Year	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Number of rentals	69618	34541	28371	25291	22918	25800	24272	18590	14691	18785	22466
Changed compared to previous year	-	-50.4%	-17.9%	-10.9%	-9.4%	+12.6%	-5.9%	-23.4%	-21.0%	+27.9%	+19.6%

Los resultados sobre la accesibilidad de las estaciones se presentan a lo largo de las siguientes evaluaciones: (1) accesibilidad de los principales servicios e instalaciones; (2) población que vive cerca de estaciones de bicicletas compartidas; y (3) acceso a las estaciones.

Resultados



Tipo de servicio	Número de servicios en Santander	Número de servicios que tienen acceso a una estación de bicicletas compartidas en 5 minutos
Centros sanitarios	24	20 (83%)
Entornos de Bienes de Interés Cultural Local e Inventariados	25	18 (72.5%)
Centros educativos	129	111 (86%)
Infraestructura turística de alojamiento (hostales, pensiones, alojamientos hoteleros)	70	51 (73%)
Ocio y turismo: playas	13	6 (46%)
Ocio y turismo: museos	6	4 (67%)
Parada de autobús	456	330 (72%)

Conclusiones

Para concluir los resultados presentados en el TFG, se realizó un análisis DAFO de las principales características de TUEBICI.

Fortalezas:	Debilidades:
<ul style="list-style-type: none"> Bicicletas eléctricas que eliminan las barreras topográficas y de distancia Alta cobertura en muchos puntos de la ciudad Aplicación conveniente, servicio de atención al cliente receptivo Modelo de precios asequibles ajustados a las preferencias locales Proveedor de bicicletas compartidas líder en el mercado europeo 	<ul style="list-style-type: none"> Áreas desatendidas (incluidas las áreas residenciales más densas con muchos destinos alrededor) Integración con infraestructura ciclista (en algunos casos) Mantenimiento y reequilibrio inadecuados de la bicicleta (en algunos casos) Falta de intercambio de datos en tiempo real o acceso abierto a los datos
Oportunidades:	Amenazas:
<ul style="list-style-type: none"> Introducción de nuevas estaciones en áreas actualmente desatendidas Desarrollo de infraestructuras ciclistas Mejor integración con el transporte público (por ejemplo, sistema de información, tarifa, aplicación, MaaS) Más concienciación sobre el marketing y la promoción, o los incentivos (por ejemplo, beneficios fiscales para los empleadores) Aprovechar el potencial de los datos abiertos 	<ul style="list-style-type: none"> Mantenimiento inadecuado, rebalaceo, vandalismo y fiabilidad (las bicicletas a menudo son vandalizadas o no funcionan correctamente) Falta de apoyo político y financiero coherente (recortes de financiación o cambios de política que afecten a los subsidios) Decisiones urbanísticas y de planificación de la movilidad que no son favorables a la bicicleta: no a la expansión del sistema, no al desarrollo de la red ciclista