



UNIVERSITAT ROVIRA i VIRGILI  
Departament de Geografia



# **Proposta metodològica per a l'aprofitament de les dades de *La Ganxeta*, el servei de bicicletes públiques de Reus**

**Oriol Boronat Fernàndez**

Treball presentat per a l'obtenció del  
Grau en Geografia, Anàlisi Territorial i Sostenibilitat

Juny, 2025

*Títol:* Proposta metodològica per a l'aprofitament de les dades de *La Ganxeta*, el servei de bicicletes públiques de Reus

*Autor(a):* Oriol Boronat Fernàndez

*Titulació:* Grau en Geografia, Anàlisi Territorial i Sostenibilitat

*Tutor(s):* Benito Zaragozaí

*E-mail:* oriboro@gmail.com

*Adreça:* Universitat Rovira i Virgili (URV) – Facultat de Turisme i Geografia

Carrer de Joanot Martorell, 15

43480 Vila-seca – Espanya

© 2025 Oriol Boronat Fernàndez

Aquesta obra està sota una [Llicència Creative Commons Reconeixement 4.0 Internacional](#).

Molts dels noms utilitzats per les companyies per diferenciar els seus productes i serveis són reclamats com a marques registrades. Allà on aquests noms apareguin en aquest document, i quan l'autor hagi estat informat d'aquestes marques registrades, els noms estaran escrits en majúscules o com a noms propis.

# Agraïments

M'agradaria expressar el meu sincer agraïment a tot el professorat i als investigadors de la Facultat de Turisme i Geografia per la generositat amb què han compartit els seus coneixements i experiències al llarg dels quatre anys del Grau en *Geografia, Anàlisi Territorial i Sostenibilitat*. En especial, agraeixo als professors Aaron Gutiérrez, Xavi Delclòs i David Azuara per haver despertat el meu interès pels temes vinculats a la mobilitat, el territori i la seva planificació, així com pel seu acompanyament en assignatures com *Transport, mobilitat i xarxes* o *Projecte 6*. I també vull reconèixer la tasca del professor Benito Zaragozaí, tutor d'aquest treball, per la seva disposició, els seus consells i la implicació tant en aquest projecte com en assignatures relacionades amb les tecnologies de la informació geogràfica.

M'agradaria agrair també al professor Joan Alberich, docent del grau i coordinador de les pràctiques externes, que van representar una experiència enriquidora tant en l'àmbit personal com professional. Estic molt agraït als tècnics de l'Ajuntament de Reus per la seva acollida i, molt especialment, als meus companys de taula —l'Eva, la Carlota, l'Ismael, l'Alejandro, l'Enric i el Leo— per la confiança, el suport constant i tot allò que em van ensenyar durant l'estada. Igualment, vull fer extensiu l'agraïment als tècnics de *La Girocleta* i al responsable tècnic de *Bicicoruña*, Benito Touriño, per la seva disponibilitat i per facilitar-me informació rellevant sobre els seus sistemes de bicicleta pública.

Finalment, vull reconèixer la importància dels companys i companyes amb qui he compartit aquest camí acadèmic i personal. Les converses, els treballs en grup, els debats i els moments fora de l'aula han contribuït de manera significativa a la meva formació. Gràcies, especialment, al Marc, el Kilian i el Ramon, entre molts altres, per haver estat companys de viatge en aquesta etapa tan significativa. També vull agrair de tot cor el suport dels amics de fora de la universitat, que han estat sempre a prop, compartint ànims, desconnexions i complicitats. Gràcies, David, Laura i Gerard, per ser-hi.



*El meu agraïment més profund va dirigit a la meva família. Des dels meus avis fins als meus tiets i cosins, i de manera molt especial als meus pares, Joan i Irati, al meu germà Aimar i a la meva parella Laia, que han estat sempre al meu costat, brindant-me suport i comprensió en tot moment. Gràcies a la seva paciència, constància i estima han fet possible que aquest camí tingui sentit.*



# Resum

La bicicleta està de moda. El seu ús com a mitjà de transport actiu i sostenible està guanyant rellevància pels múltiples beneficis que aporta. Tot i així, encara hi ha molts contextos en que el seu ús és limitat, sovint per la manca de carrils bici adequats, la discontinuïtat de la infraestructura o el predomini del trànsit motoritzat. Per fer-hi front, han sorgit nombroses iniciatives que busquen fomentar la mobilitat ciclista, ja sigui mitjançant accions de promoció, serveis de bicicleta compartida o l'adaptació de l'espai urbà.

Una d'aquestes iniciatives és *La Ganxeta*, el servei públic de bicicleta compartida implantat a Reus el gener de 2024 i gestionat per l'empresa municipal *Reus Mobilitat i Serveis*. Tot i el seu potencial, es tracta encara d'un servei jove, amb reptes operatius propis d'aquesta fase inicial, però que alhora genera un volum creixent de dades que poden resultar clau per a la seva millora i consolidació.

Aquest treball planteja una proposta metodològica per a l'aprofitament d'aquestes dades. La metodologia parteix del disseny i la implementació d'un model de base de dades pensat per facilitar-ne l'anàlisi i la gestió de les dades recollides per *La Ganxeta*. També s'han desenvolupat codis i consultes que permeten desplegar aquest model de manera reproduïble i adaptable, i s'hi mostra com es poden generar indicadors rellevants per al monitoratge i l'avaluació del servei.

S'han formulat més de seixanta indicadors, com el nombre anual d'usuaris registrats (8.745), usuaris actius (3.235), número anual de viatges realitzats (83.383) o el percentatge d'usuaris residents a Reus, dins de l'any (79,11%). També s'han formulat indicadors operatius que tracten problemàtiques específiques, com el desequilibri entre arribades i sortides a certes estacions o la connexió del servei amb la xarxa de transport públic.

Els resultats d'aquest treball són la base per al desenvolupament d'eines de suport a la presa de decisions, com panells de control o informes dinàmics. La col·laboració amb *Reus Mobilitat i Serveis* ha estat clau en aquest procés: l'empresa pública ha facilitat l'accés a les dades i ha participat en una sessió de contrast on s'ha presentat la metodologia, les eines i els indicadors desenvolupats. Aquest intercanvi ha permès obtenir una retroacció de la utilitat de molts dels indicadors proposats i ha aportat noves idees que complementen el model inicial. Tot plegat s'evidencia el valor d'aquesta primera aproximació metodològica i obre la porta a un procés de millora contínua alineat amb les necessitats reals del servei.



# Resumen

La bicicleta está de moda. Su uso como medio de transporte activo y sostenible está ganando relevancia por los múltiples beneficios que aporta. Aun así, todavía existen muchos contextos en los que su uso es limitado, a menudo por la falta de carriles bici adecuados, la discontinuidad de la infraestructura o el predominio del tráfico motorizado. Para hacer frente a esta situación, han surgido numerosas iniciativas que buscan fomentar la movilidad ciclista, ya sea mediante acciones de promoción, servicios de bicicleta compartida o la adaptación del espacio urbano.

Una de estas iniciativas es *La Ganxeta*, el servicio público de bicicleta compartida implantado en Reus en enero de 2024 y gestionado por la empresa municipal *Reus Mobilitat i Serveis*. A pesar de su potencial, se trata todavía de un servicio joven, con retos operativos propios de esta fase inicial, pero que al mismo tiempo genera un volumen creciente de datos que pueden resultar clave para su mejora y consolidación.

Este trabajo plantea una propuesta metodológica para el aprovechamiento de estos datos. La metodología parte del diseño e implementación de un modelo de base de datos pensado para facilitar el análisis y la gestión de los datos recogidos por *La Ganxeta*. También se han desarrollado códigos y consultas que permiten desplegar este modelo de manera reproducible y adaptable, y se muestra cómo se pueden generar indicadores relevantes para el monitoreo y la evaluación del servicio.

Se han formulado más de 60 indicadores, como el número anual de usuarios registrados (8.745), usuarios activos (3.235), número anual de viajes realizados (83.383) o el porcentaje de usuarios residentes en Reus durante el año (79,11%). También se han formulado indicadores operativos que abordan problemáticas específicas, como el desequilibrio entre llegadas y salidas en ciertas estaciones o la conexión del servicio con la red de transporte público.

Los resultados de este trabajo son la base para el desarrollo de herramientas de apoyo a la toma de decisiones, como paneles de control o informes dinámicos. La colaboración con *Reus Mobilitat i Serveis* ha sido clave en este proceso: la empresa pública ha facilitado el acceso a los datos y ha participado en una sesión de contraste donde se presentó la metodología, las herramientas y los indicadores desarrollados. Este intercambio ha permitido obtener una retroalimentación sobre la utilidad de muchos de los indicadores propuestos y ha aportado nuevas ideas que complementan el modelo inicial. Todo ello pone de manifiesto el valor de esta primera aproximación metodológica y abre la puerta a un proceso de mejora continua alineado con las necesidades reales del servicio.



# Abstract

The bicycle is trending right now. Its use as an active and sustainable means of transport is gaining momentum thanks to its given benefits. Nevertheless, there are certain situations where its use is limited, such as the lack of proper cycling tracks, an irregular infrastructure or the dominance of the motorized traffic. In face of the situation, there have been several initiatives aiming to promote the use of the bicycle: through promotion of the service, shared bicycle options and even the adaptation of the urban space.

One of the initiatives is *La Ganxeta*, a shared-bicycle service established in the city of Reus in January 2024 and managed by the local company *Reus Mobilitat i Serveis*. Despite its potential, the company is still relatively new and faces challenges common to its newness. Nevertheless, the company is constantly obtaining grand amounts of data which are key to its development and improvement.

This paper proposes a methodological proposal for the use of these data. The methodology is based on the design and implementation of a database model designed to facilitate the analysis and management of the data collected by *La Ganxeta*. Codes and queries have also been developed that allow this model to be deployed in a reproducible and adaptable way, and it shows how relevant indicators can be generated for monitoring and evaluation of the service.

More than 60 indicators have been formulated, such as the number of registered annual users (8.745), active users (3.235), the annual number of trips (83.383) or the percentage of users residing in Reus during the year (79,11%). Operational indicators have also been formulated that address specific problems, such as the imbalance between arrivals and departures at certain stations or the connection of the service with the public transport network.

The results of this work are the basis for the development of decision-support tools, such as dashboards or dynamic reports. The collaboration with *Reus Mobilitat i Serveis* has been key in this process: the public company has facilitated access to the data and has participated in a contrast session where the methodology, tools and indicators developed were presented. This exchange has provided feedback on the usefulness of many of the proposed indicators and has provided new ideas that complement the initial model. All this highlights the value of this first methodological approach and opens the door to a process of continuous improvement aligned with the real needs of the service.



# Llistat d'acrònims i termes clau

<b>CSV</b>	<i>Comma Separated Values</i> . Format habitual per a dades tabulades separades per comes.
<b>Dockless BSS</b>	<i>Dockless Bike Sharing System</i> . Sistema de bicicleta compartida sense estacions físiques fixes, que permet aparcar les bicicletes dins d'una àrea delimitada.
<b>Ganxeta</b>	Bicicleta compartida pública de la ciutat de Reus, impulsada per l'Ajuntament, que permet desplaçar-se per la ciutat.
<b>GeoPackage</b>	Format estàndard obert per a l'emmagatzematge de dades geoespacionals en un únic fitxer SQLite, que permet integrar capes vectorials i ràster de manera eficient.
<b>GitHub</b>	Plataforma web per allotjar, compartir i col·laborar en projectes de programació mitjançant el control de versions amb Git.
<b>KDD</b>	<i>Knowledge Discovery in Databases</i> . Procés d'extracció de coneixement útil a partir de grans volums de dades.
<b>MySQL</b>	Sistema de gestió de bases de dades relacionals basat en SQL, de codi obert i altament utilitzat en aplicacions web.
<b>PyQGIS</b>	Llibreria de Python per interactuar amb la interfície de QGIS i manipular dades geoespacionals.
<b>RMS</b>	Reus Mobilitat i Serveis. Empresa municipal encarregada de gestionar serveis públics de mobilitat, com els aparcaments, els autobusos, el mateix servei de <i>La Ganxeta</i> i altres serveis urbans a Reus.
<b>SIG</b>	<i>Sistema d'Informació Geogràfica</i> . Eina informàtica que permet capturar, emmagatzemar, analitzar i visualitzar dades geogràfiques per a la gestió del territori i la presa de decisions.
<b>SQL</b>	<i>Structured Query Language</i> . Llenguatge per consultar, gestionar i modificar bases de dades relacionals.
<b>Station-based BSS</b>	<i>Station-based Bike Sharing System</i> . Sistema de bicicleta compartida que requereix estacions físiques fixes per recollir i retornar les bicicletes.



# Índex

<b>1</b>	<b>Introducció</b>	<b>1</b>
1.1	La bicicleta com a mètode de transport actiu i accessible . . . . .	1
1.2	Beneficis ambientals i sostenibilitat . . . . .	3
1.3	Ciutats “amigues” de la bicicleta (bike friendly) . . . . .	4
1.4	Bicicleta i planejament urbà . . . . .	7
1.5	Serveis de bicicleta compartida: tipologies i problemàtiques . . . . .	9
1.6	El <i>bike sharing</i> en el context espanyol . . . . .	11
<b>2</b>	<b>Cas d’estudi de <i>La Ganxeta</i>: justificació i objectius</b>	<b>15</b>
2.1	La Ganxeta . . . . .	16
2.2	Justificació i objectius . . . . .	18
<b>3</b>	<b>Metodologia</b>	<b>21</b>
3.1	Programari i eines . . . . .	22
3.2	Comprensió del domini . . . . .	22
3.3	Selecció i integració de dades . . . . .	23
3.4	Neteja de dades i preprocessament . . . . .	26
3.5	Transformació de les dades . . . . .	27
3.6	Cerca de patrons . . . . .	28
3.7	Retroacció amb els tècnics . . . . .	29
<b>4</b>	<b>Resultats</b>	<b>31</b>
4.1	Model entitat-relació i base de dades . . . . .	32
4.2	Estadístiques descriptives generals . . . . .	36
4.3	Descriptors estratificats . . . . .	42
4.4	Comparativa de l’ús del servei en diferents períodes estacionals . . . . .	45
4.5	Concentració espai-temporal de la demanda . . . . .	46
4.6	Nivell d’activitat en les estacions . . . . .	49
4.7	Nivell d’ocupació i disponibilitat de les estacions . . . . .	51
4.8	Incidències recurrents en la finalització dels viatges: anàlisi per estacions . . . . .	53
4.9	Intermodalitat entre el servei d’autobús municipal i <i>La Ganxeta</i> . . . . .	55

<b>5</b>	<b>Discussió</b>	<b>57</b>
5.1	Valoració general dels resultats . . . . .	57
5.2	Implicacions polítiques i potencial estratègic del servei de bicicleta compartida	60
5.3	Limitacions . . . . .	62
5.4	Recomanacions . . . . .	64
<b>6</b>	<b>Conclusions</b>	<b>67</b>
<b>A</b>	<b>Model entitat-relació</b>	<b>69</b>
<b>B</b>	<b>Scripts per a la càrrega de dades</b>	<b>71</b>
<b>C</b>	<b>Exemples d'<i>scripts</i> per a l'extracció d'indicadors</b>	<b>77</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>81</b>

# Índex de taules

2.1	Tipus d'abonament i condicions d'ús del servei . . . . .	18
3.1	Descripció de les dades extretes del servei de bicicletes de Reus. . . . .	24
3.2	Capes temàtiques utilitzades per a la contextualització de la base de dades. . .	25
4.1	Origen de les dades seleccionades i el nom final d'aquestes. . . . .	34
4.2	Indicadors generals sobre els usuaris (01/02/2024 - 31/01/2025). . . . .	37
4.3	Indicadors generals sobre els viatges (01/02/2024 - 31/01/2025). . . . .	38
4.4	Indicadors generals sobre les bicicletes (01/02/2024 - 31/01/2025). . . . .	39
4.5	Indicadors generals sobre la infraestructura (01/02/2024 - 31/01/2025). . . . .	40
4.6	Indicadors generals sobre la distribució (01/02/2024 - 31/01/2025). . . . .	41
4.7	Distribució del nombre de viatges realitzats per sexe. . . . .	42
4.8	Distribució del nombre de viatges realitzats per edat. . . . .	43
4.9	Comparativa d'ús del servei durant la tercera setmana de Febrer i juliol de 2024, i gener de 2025. . . . .	46
4.10	Distribució de viatges per franja horària i estacions destacades. . . . .	48
4.11	Nivells de disponibilitat i saturació del servei de bicicletes per estació durant el període analitzat. . . . .	52



# Índex de figures

1.1	Modes de transport urbà unipersonal: bicicleta tradicional, plegable, elèctrica o patinets. . . . .	2
1.2	Comparativa de l'espai que ocupen 60 persones segons el mitjà de transport. . . . .	5
1.3	La bicicleta com a solució eficient en entorns urbans congestionats. . . . .	5
1.4	Esquema de la ciutat dels 15 minuts. . . . .	9
1.5	Serveis de bicicleta compartida d'empreses privades i públics. . . . .	13
2.1	Mapa de localització del municipi de Reus. . . . .	15
2.2	El servei de bicicleta pública de Reus: vehicle i usuari. . . . .	16
2.3	Estacions del servei de bicicletes públiques de Reus. . . . .	17
2.4	App de <i>La Ganxeta</i> A) consulta espacial de les bicicletes disponibles, B) grau d'ocupació dels <i>racks</i> , C) menú d'ajustaments de l'aplicació. . . . .	17
3.1	Síntesi del procés de descobriment de coneixement en bases de dades (KDD). Les últimes fases del procés no s'han realitzat pel fet que van més enllà dels objectius establerts. . . . .	21
4.1	Maqueta orientativa de l'apartat d'infraestructura del tauler de control. . . . .	31
4.2	Distribució del nombre de viatges realitzats per trimestre per cada estació. . . . .	44
4.3	Patró d'ús per hores de <i>La Ganxeta</i> en el seu primer any d'ús. . . . .	48
4.4	Mapa d'activitat (prestej i devolucions) a les estacions de <i>La Ganxeta</i> . . . . .	49
4.5	Mapa de balanç general de les estacions de <i>La Ganxeta</i> . . . . .	51
4.6	Mapa dels reports registrats per estació on no tanca el viatge. . . . .	54
4.7	Estacions de bus situades a menys o més de 500m d'una estació de bicicleta pública. . . . .	56



# Llistat de codis

B.1	Càrrega de fitxers CSV a QGIS . . . . .	71
B.2	Càrrega de fitxers a un GeoPackage . . . . .	74
C.1	Consulta del total d'usuaris registrats . . . . .	77
C.2	Consulta del percentatge d'usuaris no validats . . . . .	77
C.3	Indicadors de disponibilitat de bicicletes i ancoratges per estació . . . . .	78
C.4	Distribució trimestral dels trajectes iniciats per estació d'origen . . . . .	78



# Capítol 1

## Introducció

### La bicicleta de lloguer, una eina per repensar la mobilitat urbana.

Arreu del món, la bicicleta s'identifica com un **mitjà de transport actiu, saludable, altament eficient, sostenible** i que, possiblement, sigui el mètode de transport més adient per desplaçaments quotidians de curta o de mitjana distància (Pucher *et al.*, 2010). Així, la bicicleta emergeix com una opció que aporta beneficis en diversos àmbits: fomenta la salut física i mental, redueix els costos associats al transport, minimitza l'impacte ambiental i potencia la sostenibilitat urbana. A més, la seva adopció contribueix a disminuir la congestió viària i a afavorir una integració multimodal, tot tenint en compte que aquesta es veu condicionada per factors com la governança o la planificació estratègica.

#### 1.1 La bicicleta com a mètode de transport actiu i accessible

Moure's en bicicleta és una activitat física que afavoreix la salut, enforteix la musculatura i augmenta la resistència general. La pràctica regular pot contribuir a reduir el risc de malalties cròniques com la diabetis, l'obesitat i les afeccions cardiovasculars, alhora que ajuda a disminuir la mortalitat prematura (Otero *et al.*, 2018). També pot ajudar a prevenir altres afeccions, com el càncer de còlon i de mama, gràcies al seu paper en la regulació del pes corporal i la millora del sistema immunitari (Avila-Palencia *et al.*, 2018; Generalitat de Catalunya, 2024). Cal tenir en compte, a més, que és una activitat de baix impacte, comparada amb caminar, ja que protegeix les articulacions i redueix el risc de lesions, fet que la converteix en una opció adequada per a persones de totes les edats (Verywell Health, 2025). A diferència d'altres esports d'alt impacte com córrer, la bicicleta permet exercitar el cos sense sotmetre les articulacions a una càrrega excessiva, cosa que la fa especialment recomanable per a persones amb problemes articulars o en procés de rehabilitació. Finalment, s'ha demostrat que l'ús de la bicicleta s'associa amb una millor salut general dels usuaris, que destaquen sentir una major vitalitat i perceben nivells més baixos d'estrès.

Complementàriament, anar en bicicleta juga un paper important en la millora de la salut mental. L'activitat física regular pot ajudar a reduir l'estrès, l'ansietat i la depressió, tot afavorint una millor gestió emocional. El contacte amb l'entorn urbà i, sovint, amb espais naturals durant els recorreguts pot estimular un sentiment de benestar i millorar la qualitat de vida, ja que fomenta la socialització i la connexió amb l'entorn, aspectes que contribueixen a la reducció del malestar emocional (Clockston & Rojas-Rueda, 2021).

Tanmateix, per tal que aquests beneficis puguin ser accessibles al conjunt de la població, cal considerar aspectes com la disponibilitat i el cost d'adquisició del vehicle. El **cost** d'ad-

quisició i manteniment d'una bicicleta és molt inferior al dels vehicles motoritzats, fet que la converteix en una opció accessible per a una gran part de la població. La gran varietat de models disponibles i la diversitat de preus derivada de factors com els components (canvi de marxes, tipus de frens, amortiment, material de fabricació o la possibilitat de plegar-la), permet adaptar-se a diferents pressupostos. Així, es poden trobar opcions més econòmiques, com els models BTwin del Decathlon (Decathlon, 2025) o les bicicletes de segona mà, amb preus que oscil·len entre 100 i 400€, fins a arribar a models d'alta gamma de marques com Specialized (Specialized, 2025), Cannondale (Cannondale, 2025), Orbea (Orbea, 2025) o Trek (Trek Bikes, 2025), que poden superar els 3.000€ fins a arribar a 10.000€ o més. En funció de les necessitats particulars de cada usuari, es pot triar la bicicleta que millor s'adapti al seu estil de vida, ja sigui per a desplaçaments urbans, sortides d'aventura o competicions professionals. A més, els costos associats al manteniment i la reparació d'una bicicleta són molt més baixos que els d'un vehicle motoritzat. La simplicitat mecànica de les bicicletes permet als usuaris realitzar manteniments bàsics amb facilitat, fet que redueix encara més les barreres econòmiques per a la seva adopció i fomenta l'ús d'aquest mitjà de transport sostenible (ICAEN, 2021; Litman, 2015).

L'elecció d'una bicicleta també respon a criteris de **funcionalitat i adaptabilitat** a les necessitats de cada usuari. En aquest sentit, les bicicletes plegables s'han convertit en una opció pràctica per a molts usuaris que combinen diferents mitjans de transport en els seus desplaçaments quotidians. Més enllà del seu cost, el seu valor rau en les seves dimensions reduïdes i en la facilitat amb què s'adapta a espais petits, fet que en facilita la integració amb els autobusos, trens i altres modes de transport com el cotxe. Això les fa especialment útils en entorns urbans, on les connexions intermodals són clau per garantir una mobilitat més eficient i sostenible.



**Figura 1.1:** Modes de transport urbà unipersonal: bicicleta tradicional, plegable, elèctrica o patinets.

Font: A) "CityRatings", PeopleForBikes; B) Pedalia; C) Treehugger; D) Motorpasionmoto.

A més de representar una opció **saludable** i **assequible**, la bicicleta destaca per la seva notable eficiència, tant en l'ús de l'energia com en el rendiment del desplaçament. Per exemple, s'ha estimat que la bicicleta és fins a cinc vegades més eficient que el desplaçament a peu, en termes d'energia consumida per quilòmetre recorregut, fet que la converteix en un mitjà òptim per a la mobilitat diària (D. G. Wilson & Schmidt, 2020). A més a més, la velocitat mitjana en bicicleta se situa entre 15 i 25 km/h, mentre que caminant es limita a uns 4-6 km/h, cosa que permet cobrir distàncies molt més grans en el mateix temps (Litman, 2015; Pucher & Buehler, 2012). Aquests avantatges (majors distàncies a menor esforç) evidencien com aquest mitjà de transport és una opció eficient per a desplaçaments quotidians que a peu es farien més costosos (temps i esforç).

Més recentment, la popularització de la bicicleta elèctrica ha ampliat les opcions de mobilitat, adaptant-se a diverses necessitats i perfils d'usuaris. Aquestes, per exemple, redueixen l'esforç físic necessari, sent especialment atractives per a aquells usuaris que volen cobrir distàncies més llargues sense un gran desgast, sent una elecció popular entre persones amb un nivell educatiu alt que busquen una opció de transport saludable i pràctica (Plazier *et al.*, 2018). De manera similar, el patinet elèctric ha captat l'atenció dels joves i s'utilitza principalment per a trajectes curts o per evitar el trànsit intens. No obstant això, el cost d'adquisició d'aquests vehicles elèctrics, pot ser una barrera, limitant la seva adopció i podent generar desigualtat en l'accés a una mobilitat més sostenible (Bieliński & Wązna, 2020).

## 1.2 Beneficis ambientals i sostenibilitat

A les virtuts de la bicicleta com a mitjà de transport actiu, se li sumen els beneficis ambientals. Aquesta visió és compartida per les Nacions Unides, que han reconegut el transport sostenible com un component fonamental per aconseguir diversos Objectius de Desenvolupament Sostenible (ODS), en els quals el transport en bicicleta contribueix directament als objectius associats a la promoció de la salut i el benestar (ODS 3), la sostenibilitat urbana (ODS 11) i a la lluita contra el canvi climàtic (ODS 13).

El canvi climàtic representa un desafiament global impulsat per l'alliberament de grans quantitats de gasos d'efecte hivernacle a l'atmosfera. L'augment de diòxid de carboni contribueix a l'escalfament global, alterant els patrons meteorològics i incrementant la freqüència de fenòmens extrems com sequeres, inundacions i onades de calor. Per mitigar aquests impactes, és essencial implementar estratègies que redueixin les **emissions** contaminants. En aquest context, la promoció de mitjans de transport sostenibles, com la bicicleta, disminueix la dependència dels combustibles convencionals i contribueix a la reducció d'emissions, amb una possible disminució d'entre el 10% i el 25%, tal i com assenyala la Generalitat de Catalunya (2021).

D'altra banda, la contaminació atmosfèrica és un problema greu, especialment en zones urbanes amb trànsit intens. Les emissions procedents dels vehicles amb motor a combustió, la indústria i altres fonts locals (com activitats domèstiques, incineració de residus, obres i construccions), alliberen substàncies nocives i partícules en suspensió, que poden provocar problemes respiratoris i cardiovasculars, així com augmentar el risc de malalties cròniques. La millora de la **qualitat de l'aire** no només reduiria aquests riscos, sinó que també es podrien evitar fins a 10.000 morts anuals (Woodcock *et al.*, 2014). Per això, fomentar l'ús de la bicicleta no només contribueix a la lluita contra el canvi climàtic, sinó que també té un impacte directe en la salut pública.

L'ús de la bicicleta pot ser una solució eficaç per abordar diversos problemes ambientals urbans, com l'efecte illa de calor i la contaminació acústica, contribuint a millorar la qualitat de vida i la sostenibilitat de les ciutats.

L'**efecte illa de calor** es produeix quan les zones urbanes experimenten temperatures més altes que les àrees rurals circumdants. Això és degut a l'absorció i retenció de calor per superfícies artificials, l'activitat humana, les estructures urbanes compactes i la manca de vegetació (Fuentes Pérez, 2015). Aquesta situació pot augmentar el consum d'energia per refrigeració i incrementar les emissions de gasos. La bicicleta, en ser un mitjà de transport que no genera emissions directes, es presenta com una alternativa per reduir l'ús de vehicles motoritzats, els quals són una de les principals fonts que contribueixen a aquest efecte. A més, la menor presència d'aquest tipus de vehicles contribueix a mitigar aquest efecte, ja que la reducció de la pavimentació dedicada als automòbils i l'augment d'espais verds millora la regulació tèrmica a les ciutats, fent-les més habitables i sostenibles (Küster & Peters, 2018).

La bicicleta pot contribuir a transformar la mobilitat urbana cap a un model amb menor **impacte acústic**, una problemàtica que afecta la qualitat de vida a les ciutats. El soroll del trànsit motoritzat té efectes negatius sobre la salut, com trastorns del son, estrès i problemes cardiovasculars, i es veu intensificat durant les hores punta, coincidint amb els desplaçaments laborals i escolars. En aquest context, la bicicleta podria ajudar a reduir la contaminació acústica, millorant la qualitat de vida urbana. Promoure l'ús de la bicicleta no només disminueix el soroll, sinó que també genera un entorn més sostenible i confortable (Acevedo & Bocarejo, 2009).

### 1.3 Ciutats “amigues” de la bicicleta (bike friendly)

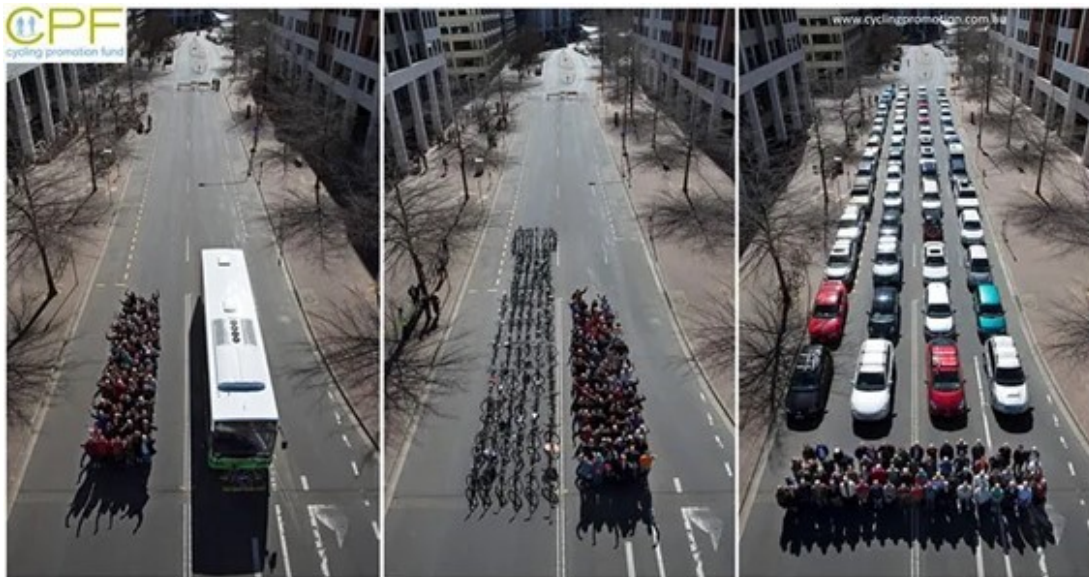
La **congestió urbana** és un dels principals reptes a què s'enfronten les ciutats modernes. L'excessiva concentració de vehicles motoritzats no només afecta la mobilitat, sinó que també redueix l'espai disponible per a usos alternatius, provocant entorns menys habitables i menys funcionals.

La presència desproporcionada de cotxes en l'**espai** urbà genera múltiples problemes. Aquests ocupen una quantitat d'espai molt superior al nombre de persones que normalment transporta, fet que redueix la disponibilitat d'àrees per a usos comunitaris, zones verdes o infraestructures per a la mobilitat sostenible (Agència Europea de Medi Ambient, 2018). Aquesta saturació del trànsit no només provoca retards en els desplaçaments, sinó que també disminueix l'eficiència dels sistemes de transport públic.

Una demostració clara d'aquest fenomen es va donar a Canberra, Austràlia, on es va comparar l'espai necessari per transportar 69 persones mitjançant diferents mitjans de transport: autobús, bicicleta i cotxe. Els resultats van evidenciar que un autobús pot acollir 69 persones amb una fracció de l'espai que requeririen 60 cotxes. A més, en l'àrea destinada a aquests 60 cotxes, es podrien allotjar més de 600 bicicletes, cosa que ressalta l'eficiència de la bicicleta com a mitjà de transport en termes d'ocupació de l'espai públic, com van poder destacar el Cycling Promotion Fund (2012) (veure figura 1.2).

L'impuls de la **mobilitat activa**, especialment l'ús de la bicicleta, emergeix com una estratègia clau per reduir la congestió urbana. A més de facilitar una circulació més fluida, la bicicleta contribueix a disminuir la necessitat de grans aparcaments, alliberant espai per a altres usos que millorin la qualitat de vida (veure figura 1.3). Ciutats com Amsterdam i Copenhaguen han demostrat que potenciar el transport actiu pot conduir a una reducció significativa de la congestió (Pucher & Buehler, 2012). La redistribució d'aquest espai ocupat pels vehicles pot transformar profundament l'entorn urbà. Alliberar àrees destinades als cotxes permet crear espais per a negocis locals, activitats comunitàries i infraestructura que permeti una major equitat en l'accés als serveis.

L'**estructura urbana** pot afavorir o dificultar l'adopció de la bicicleta com a mitjà de transport habitual. Les ciutats compactes, caracteritzades per una alta densitat de població



**Figura 1.2:** Comparativa de l'espai que ocupen 60 persones segons el mitjà de transport.

*Font: Cycling Promotion Fund (CPF) Canberra Transport.*



**Figura 1.3:** La bicicleta com a solució eficient en entorns urbans congestionats.

*Font: Shutterstock, Autopapo.*

i una concentració de serveis en àrees relativament petites, ofereixen condicions favorables per a desplaçaments actius, com l'ús de la bicicleta. Això es deu, en part, a la proximitat entre residències, llocs de treball, comerços i equipaments, la qual cosa permet reduir el temps i l'esforç necessaris per cobrir distàncies diàries sense necessitat d'utilitzar vehicles a motor (Oldenziel & de la Bruhèze, 2011). A més, aquesta proximitat afavoreix una major interacció social, ja que es promou l'activitat física en els desplaçaments quotidians i contribueix a la reducció de les desigualtats en l'accés als serveis. En contrast, en ciutats més disperses, on els nuclis d'activitat es troben separats per distàncies més grans i la xarxa de connexions és menys integrada, l'accessibilitat mitjançant modes de transport actiu es veu limitada. Aquesta fragmentació pot generar una major dependència del vehicle motoritzat, ja que els trajectes es tornen més llargs i menys eficients si no hi ha alternatives viables per a desplaçaments ràpids i segurs (Mezzetti *et al.*, 2021).

Les ciutats poden comptar amb certes limitacions derivades de les **condicions físiques urbanes**, que poden influir de manera determinant en l'ús de la bicicleta. Factors com les distàncies llargues i els terrenys irregulars poden limitar la seva aplicabilitat, especialment en ciutats amb pendents pronunciats o una estructura geogràfica complexa (Cervero & Duncan, 2003). Aquesta situació es fa més evident en ciutats com Lisboa, on les bicicletes convencionals poden trobar obstacles físics que en dificulten l'ús. A més de la topografia, el clima juga un paper important en la freqüència i la comoditat dels desplaçaments en bicicleta.

És important destacar que, segons la localització geogràfica de les ciutats, les **condicions climàtiques** poden variar de manera significativa. Aquesta diversitat de condicions, influenciada tant per la topografia com per factors climàtics, cal tenir en compte també que les ciutats poden comptar amb certes limitacions derivades de les condicions físiques urbanes, que poden influir de manera determinant en l'ús de la bicicleta. Factors com les distàncies llargues i els terrenys irregulars poden limitar la seva aplicabilitat, especialment en ciutats amb pendents pronunciats o una estructura geogràfica complexa (Cervero & Duncan, 2003). Aquesta situació es fa més evident en ciutats com Lisboa, on les bicicletes convencionals poden trobar obstacles físics que en dificulten l'ús. A més de la topografia, el clima juga un paper important en la freqüència i la comoditat dels desplaçaments en bicicleta, i per tant la decisió dels ciutadans d'adoptar aquest mitjà de transport. Per exemple, a Melbourne, Austràlia, un estudi va identificar que les condicions meteorològiques tenen un impacte considerable en la freqüència de desplaçaments en bicicleta, amb una disminució notable durant els mesos d'hivern i en dies de pluja intensa (Nankervis, 1999).

La integració de la bicicleta amb altres modes de transport en entorns urbans és una estratègia clau per augmentar l'accessibilitat i reduir la dependència dels vehicles motoritzats (Banister, 2008). Com a mode de transport actiu, la bicicleta complementa el sistema de transport públic, actuant com a connector flexible en els trams inicials o finals dels viatges i arribant a àrees que el transport col·lectiu no cobreix (Bertolini *et al.*, 2005; Cervero & Guerra, 2011). Aquesta sinergia es reforça encara més quan es facilita l'embarcament de bicicletes en els vehicles del transport públic, ja que permet als usuaris combinar la mobilitat activa amb la capacitat i eficiència del sistema col·lectiu. Per maximitzar aquests avantatges, és fonamental implementar infraestructures específiques: carrils bici segurs i continuats, zones de transbordament ben dissenyades i sistemes integrats de bicicletes compartides. Amb connexions ben planificades entre els diferents modes de transport, la participació de la bicicleta en els desplaçaments urbans pot incrementar-se entre un 10% i un 20% (Cervero & Guerra, 2011).

L'ús de la bicicleta i d'altres modes de transport actiu està profundament influït pel **context cultural i històric**. Per exemple, en països com els Països Baixos o Dinamarca, han integrat la bicicleta en la mobilitat urbana des de fa temps, recolzats per una llarga tradició ciclista i polítiques públiques molt favorables (Pucher *et al.*, 2010). En canvi, en altres països europeus com França o Espanya, tot i que s'estan implementant iniciatives de mobilitat sos-

tenible i sistemes de bicicleta compartida, encara existeixen certs retrets culturals i dificultats per integrar completament la bicicleta en la mobilitat diària (Pucher *et al.*, 2010). Als Estats Units, per exemple, la bicicleta s'ha percebut històricament com a mitjà recreatiu, i la manca d'infraestructures segures ha impedit la seva adopció com a transport habitual. De manera similar, en alguns països d'Àsia i Amèrica Llatina, l'ús de la bicicleta pot variar segons el context econòmic i social, essent en alguns casos un mitjà associat a la manca de recursos i, en altres, un símbol de modernitat en ciutats emergents.

La percepció i garantia de la seguretat dels ciclistes és un factor estretament vinculat a la qualitat de les infraestructures i a les polítiques de mobilitat. La manca d'infraestructures ciclistes adequades o la seva deficiència pot augmentar els riscos per als usuaris, exposant-los a situacions de perill, com ara interaccions conflictives amb el trànsit motoritzat. La implementació de carrils segregats, una senyalització adequada i una bona il·luminació redueixen els conflictes amb els vehicles motoritzats i minimitzen els incidents. A més, l'ús d'equipaments de protecció individual, com ara cascos i roba reflectant, ajuda a mitigar els riscos en cas d'accident. No obstant això, la seguretat objectiva no sempre es tradueix en una percepció de seguretat, si els ciclistes no se senten segurs circulant per la ciutat, la seva predisposició a utilitzar la bicicleta es redueix, independentment de les millores infraestructurals implementades. Això posa de manifest la importància d'una sensibilització constant i d'una convivència respectuosa amb altres modes de transport per aconseguir una mobilitat més equitativa i segura per a tothom (Vanparijs *et al.*, 2015).

## 1.4 Bicicleta i planejament urbà

L'estructura i l'entorn de les ciutats poden dificultar l'ús de la bicicleta com a mitjà de transport preferent. En ciutats amb una baixa densitat i una estructura urbanística dispersa, els serveis, les àrees d'oci i les zones residencials, es troben molt separades. Això implica que, tot i que pot existir una bona infraestructura ciclista, les distàncies llargues fan que la bicicleta sigui menys pràctica per als desplaçaments diaris. D'altra banda, una morfologia urbana complexa, amb carrers irregulars, trames que no es connecten de manera eficient i forts desnivells, pot dificultar la creació d'itineraris segurs i directes per als ciclistes. A més, condicions climàtiques extremes (siguin temperatures molt elevades o molt baixes, alta humitat o vents forts) poden desincentivar l'ús de la bicicleta, ja que afecten la comoditat i la seguretat durant el trajecte.

Un exemple clar és la ciutat de San Francisco, als Estats Units. Tot i ser la segona ciutat amb més densitat de població després de Nova York, presenta una notable dispersió dels seus barris, fet que augmenta les distàncies entre punts d'interès i fa que la bicicleta no sigui l'opció més pràctica per a desplaçaments llargs (Cervero & Duncan, 2003). A més, la ciutat està construïda sobre més de 50 turons, donant com a resultat carrers amb pendents pronunciats que poden dificultar l'ús de la bicicleta. Les condicions climàtiques de San Francisco són típiques d'un clima mediterrani, amb estius secs i càlids i hiverns frescos i humits. No obstant això, la característica més destacada és la presència freqüent de boira i vents forts, especialment durant la primavera i a principis d'estiu, la qual cosa pot reduir la seguretat dels ciclistes.

La millor manera de superar aquest tipus de problemàtiques és a través d'un **planejament urbà** que tingui en compte totes les problemàtiques actuals i futures. Es tracta d'una inversió que no sols aporta beneficis immediats, sinó que també té un impacte positiu a llarg termini en tots els àmbits de la vida ciutadana. Cada euro invertit en vies ciclistes es tradueix en estalvis en despesa sanitària i en la reducció de la contaminació de l'aire, la qual cosa millora la qualitat de vida de la població (Deenihan & Caulfield, 2014).

A més, si el disseny urbà promou la mobilitat activa amb xarxes de carrils bici ben pla-

nificades, zones per a vianants i espais públics de qualitat, es facilita la transició cap a una menor dependència del vehicle privat. Les ciutats que aposten per aquest model presenten una adopció més gran de mitjans de transport no motoritzats i una mobilitat més sostenible, amb un impacte positiu en la cohesió social i la dinamització econòmica local (Ewing & Certero, 2010). D'aquesta manera, la promoció de la bicicleta esdevé una estratègia transversal que interconnecta aspectes de seguretat, salut pública, equitat social i sostenibilitat urbana, impulsant ciutats més habitables i resilients.

La reorientació d'aquests espais no només millora l'accessibilitat i revitalitza els espais públics, sinó que també crea entorns més segurs i atractius per als mateixos residents, afavorint així una major vitalitat urbana i enriquint la qualitat de vida. La **pacificació** d'espais urbans, aconseguida mitjançant la reducció del trànsit motoritzat i la prioritació de vianants i ciclistes, té un impacte favorable tant en el comerç local com en la promoció de la mobilitat activa. Per exemple, alguns autors han assenyalat que la millora de l'accessibilitat per als vianants en ciutats mitjanes influeix en la distribució i l'èxit dels locals comercials (Subirats *et al.*, 2024), mentre que carrers adaptats redueixen el tancament de negocis, beneficiant sectors com la restauració i els serveis (Pucher *et al.*, 2010). A més, la implementació de polítiques públiques de mobilitat activa, permetrien dinamitzar encara més l'activitat econòmica local i consolida una interconnexió que enriqueix la qualitat de vida urbana (Pucher *et al.*, 2010).

Una estratègia clau per a fomentar l'ús de la bicicleta consisteix a reduir els espais destinats al trànsit motoritzat, conformats per aparcaments i carrers exclusius per a cotxes, convertint-los en espais amb més protagonisme per als vianants i ciclistes, com són les superilles i les ampliacions de voreres (Benavides *et al.*, 2022). A Barcelona, la reorganització dels espais viaris en **superilles** ha contribuït a potenciar aquestes zones per a un ús més social i humà (Nieuwenhuijsen, 2020). Aquesta transformació urbanística implica un canvi en la densitat urbana, on es busca maximitzar l'espai compartit, fent que cada metre quadrat d'espai públic sigui més accessible i funcional per a la ciutadania. Un fet que permet impulsar la mobilitat activa, convertint els carrers en veritables zones d'encontres i interacció social.

A partir de diferents casos com Barcelona, Milà, Melbourne i Xangai, s'han anat generalitzant paradigmes de planificació urbana com el de la "**ciutat dels 15 minuts**", un concepte desenvolupat per l'urbanista Carlos Moreno (Moreno *et al.*, 2021), que busca garantir que tots els serveis essencials estiguin a una distància màxima de 15 minuts a peu o en bicicleta des de qualsevol punt de la ciutat (veure figura 1.4). Així, la transició cap a entorns més accessibles i segurs esdevé un element clau en la redefinició de la ciutat, amb un enfocament integral que uneix aspectes de seguretat, equitat i dinamització econòmica. Aquest enfocament no només permet una major proximitat als serveis, sinó que també contribueix a la reducció de les emissions de diòxid de carboni, la millora de la qualitat de l'aire i la creació de carrers més segurs i agradables per a les persones (Hosford *et al.*, 2022; Moreno *et al.*, 2021; Pozoukidou & Chatziyiannaki, 2021).

La bicicleta ocupa un rol central en el model de la ciutat dels 15 minuts, ja que no només constitueix un mitjà de transport ràpid i eficient per a desplaçaments curts, sinó que també potencia la connexió entre els diferents punts de la ciutat, ampliant significativament l'abast dels serveis accessibles. Segons un estudi realitzat a Vancouver, mentre que aproximadament el 89% de la població pot arribar a peu a almenys una botiga d'alimentació en 15 minuts, l'ús de la bicicleta permet, en mitjana, accedir a uns 20 establiments en el mateix període, aconseguint així una cobertura gairebé total (Hosford *et al.*, 2022). Aquestes dades evidencien la necessitat de reforçar la infraestructura ciclista amb carrils segurs i ben interconnectats, dissenyats per minimitzar els riscos associats amb el trànsit intens i garantir condicions de seguretat òptimes per a tots, independentment de l'edat o la condició física.

També cal tenir en compte aspectes com l'emplaçament i la distribució dels punts d'estacionament, que resulten crucials per a l'ús dels serveis de bicicletes (García-Palomares *et*

al., 2012). A més, la planificació urbana ha d'incloure estratègies que abordin les disparitats socioeconòmiques i les possibles limitacions de mobilitat, com ara la manca de bicicletes, l'absència d'espais per emmagatzemar-les, la presència de visitants o residents temporals, i la falta d'intermodalitat en el transport. Aquestes limitacions es poden superar mitjançant diverses iniciatives, entre les quals destaquen els serveis de lloguer temporal de bicicletes (Alió & Gras, 2023).

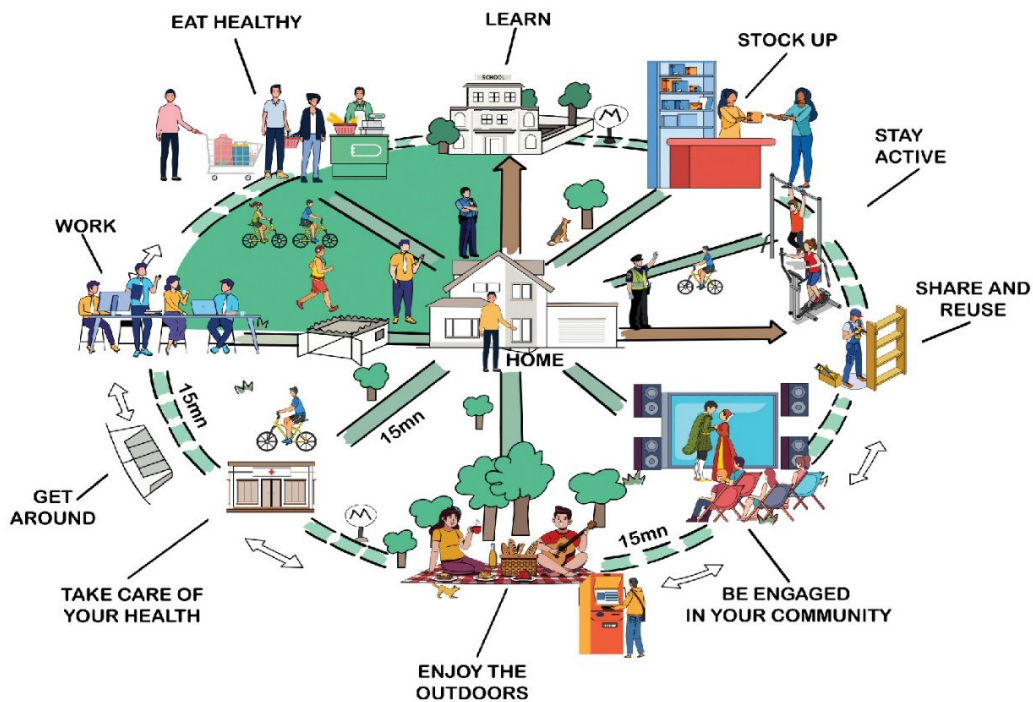


Figura 1.4: Esquema de la ciutat dels 15 minuts.

Font: "15-Minute Cities", Buro Happold.

## 1.5 Serveis de bicicleta compartida: tipologies i problemàtiques

La implementació d'un **sistema de lloguer temporal** de bicicletes, conegut com a *Bike Sharing System (BSS)*, és una estratègia efectiva per millorar la mobilitat urbana quan s'acompanya d'una planificació urbana adequada. Aquest és un servei que permet als usuaris llogar bicicletes per a desplaçaments de curta durada dins d'una àrea urbana (Macioszek *et al.*, 2020).

En un primer moment, podem distingir els serveis BSS segons si la seva gestió i finançament són **públiques o privades**. Els sistemes municipals són finançats i gestionats per ajuntaments o entitats públiques, amb l'objectiu principal de fomentar el transport sostenible entre la població. En canvi, els sistemes privats són operats per empreses privades que basen el seu model de negoci en guany econòmic per ús (S. A. Shaheen & Guzman, 2011). Aquesta diferència en la titularitat i objectius comporta també variacions en l'accessibilitat, el preu i la cobertura territorial dels serveis, afectant així la seva capacitat per incidir en la mobilitat urbana de manera equitativa i eficient (Fishman *et al.*, 2013).

Altra característica important és si els BSS lloguen bicicletes **convencionals o elèctriques**. Aquestes últimes van equipades amb assistència al pedaleig, fent-les ideals per a ciutats amb pendents pronunciats o per a usuaris que necessiten realitzar trajectes més llargs o tenen limitacions físiques. No obstant això, aquests sistemes presenten desafiaments específics, com la gestió eficient de la càrrega de les bateries, tal com assenyalen Cherry *et al.* (2010). Aquests

factors condicionen tant la viabilitat econòmica com l'accessibilitat universal del servei, especialment en entorns urbans diversos (Faghieh-Imani *et al.*, 2017).

Els sistemes es classifiquen en tres categories principals, cadascuna amb característiques específiques que influeixen en l'ús, l'eficiència i l'impacte en la mobilitat urbana, depenent principalment de si hi ha una infraestructura física per al préstec i devolucions o si aquesta és més flexible:

1. El sistema basat en les estacions (*Station-based BSS*) requereix **punts fixos** on els usuaris poden agafar i deixar les bicicletes. Les estacions proporcionen un major control sobre la ubicació de les bicicletes i faciliten la gestió del sistema (Kou & Cai, 2021).
2. Un altre sistema és el sense estacions (*Dockless BSS*) que permet deixar les bicicletes en qualsevol lloc **dins d'una àrea definida**, oferint més flexibilitat i accessibilitat als usuaris. No obstant això, aquesta llibertat requereix regulacions per evitar problemes com bicicletes abandonades o obstruccions en espais públics (Kou & Cai, 2021).
3. Per últim trobem el sistema híbrid, el qual combina característiques dels dos models anteriors, oferint tant estacions fixes amb la possibilitat de deixar les bicicletes fora d'aquestes. Això permet equilibrar la flexibilitat per als usuaris i el control logístic per als operadors (Bieliński & Wazna, 2018).

Una vegada implantats els BSS, la seva gestió presenta diversos desafiaments operatius i logístics. Un dels principals problemes és de caràcter geogràfic i temporal. La distribució espacial i temporal de les bicicletes comporta que, en zones amb alta demanda, els usuaris poden trobar-se amb poques bicicletes disponibles, mentre que en altres àrees s'acumulen en excés (Zheng & Li, 2020), dificultant la devolució de la bicicleta en un moment donat. Aquest desequilibri sovint és conseqüència de patrons d'ús irregulars, on certes zones reben una gran afluència d'usuaris en moments específics, i la manca de mecanismes efectius per redistribuir la flota de manera dinàmica i en temps real. Sense una planificació i monitoratge constant, el sistema no pot adaptar-se de forma àgil a les fluctuacions en la demanda, fet que impacta negativament en l'experiència de l'usuari.

A més, el comportament dels usuaris juga un paper fonamental en el rendiment global del sistema. Algunes persones no retornen les bicicletes als punts designats, i de vegades aquestes acaben en localitzacions no autoritzades o fins i tot desapareixen (Song *et al.*, 2020). Aquesta conducta contribueix a un reequilibri forçat: mentre unes estacions es queden sense bicicletes, d'altres se saturen. Així mateix, la mala distribució de les estacions o *racks* pot agreujar la situació, ja que una ubicació ineficient pot deixar zones claus amb cobertures insuficients o dificultar l'accés dels usuaris. La manca d'integració amb altres modes de transport limita encara més l'eficiència global del sistema.

Els reptes en la recerca també dificulten la millora del servei. Diversos estudis han assenyalat la manca d'anàlisi sistemàtica i de dades fiables com una barrera per entendre per què la bicicleta compartida no s'adopta de manera generalitzada (Fishman *et al.*, 2013; Ricci, 2015). Aquesta manca d'informació es tradueix en buits i imprecisions que dificulten l'avaluació dels impactes i el disseny de millores efectives (S. Shaheen *et al.*, 2013).

Tant els sistemes públics com els privats recullen **dades sobre l'ús**, però encara no compten amb metodologies avançades per analitzar-les i donar suport a decisions estratègiques. Aquesta deficiència limita la conversió de la informació en accions operatives i impedeix adaptar-se eficaçment a la dinàmica de la demanda i altres desafiaments. Tot i que l'ús de *Big Data* i les tècniques d'optimització poden millorar l'eficiència dels serveis, també s'evidencien reptes pel que fa a la qualitat i cobertura de les dades disponibles (O'Mahony & Shmoys, 2015; Romanillos *et al.*, 2016).

La diversitat de mètodes d'anàlisi sovint esdevé una resposta als límits inherents de les dades disponibles, cosa que dificulta l'obtenció de conclusions integradores. Per millorar els serveis de bicicletes compartides, és fonamental no només incrementar la qualitat i cobertura de les dades, sinó també establir un marc metodològic integrador que harmonitzi diverses perspectives, cosa que permet extreure recomanacions sòlides (Fishman *et al.*, 2013; S. A. Shaheen *et al.*, 2010). Actualment, els estudis aborden aquest fenomen des de diferents enfocaments, cosa que dificulta la comparació i integració dels resultats. Mentre alguns investigadors utilitzen metodologies quantitatives per analitzar dades en temps real, altres se centren en mètodes qualitius per explorar factors socials i culturals que afecten l'adopció del servei (Fishman *et al.*, 2013; S. A. Shaheen *et al.*, 2010).

Les limitacions en la comparabilitat i l'anàlisi transversal dificulten també la recerca sobre bicicletes compartides, ja que impedeixen establir relacions clares entre diferents estudis i contextos. Diversos estudis han demostrat que les diferències en els protocols de recollida de dades, en els mètodes de mesurament i en la definició d'índexs clau dificulten la comparació directa entre ciutats o sistemes de bicicleta compartida. En aquesta línia, Chen *et al.* (2022) remarquen que la manca de criteris metodològics homogenis i l'ús d'indicadors variables entre estudis generen resultats poc comparables i limiten l'extrapolació de conclusions generals. Això s'afegeix a altres problemàtiques ja assenyalades, com ara les discrepàncies en els indicadors de rendiment (Fishman *et al.*, 2013). D'altra banda, la variabilitat en la granularitat temporal i espacial –sigui en els intervals de mesurament o en la resolució geogràfica dels registres– limita la capacitat de desenvolupar models predictius aplicables a diferents entorns (Li *et al.*, 2020).

La manca de comparabilitat té repercussions pràctiques importants: impedeix als responsables polítics i als operadors extreure conclusions robustes i adoptar polítiques coordinades en l'àmbit regional o nacional, ja que els resultats d'un estudi poden ser molt diferents d'un altre per culpa de les variacions en la metodologia aplicada. Així, es destaca la necessitat d'un marc metodològic integrador que promogui la definició d'estàndards comuns per a la recollida i anàlisi de dades, facilitant una avaluació transversal i comparativa dels sistemes de bicicletes compartides (Zhang *et al.*, 2014), (S. A. Shaheen *et al.*, 2010).

## 1.6 El *bike sharing* en el context espanyol

En l'àmbit espanyol, moltes ciutats han incorporat el servei de bicicletes compartides (*bike sharing*) com a part central de les seves polítiques de mobilitat sostenible. Aquest sistema permet als usuaris fer desplaçaments curts dins de l'àmbit urbà mitjançant l'ús temporal de bicicletes que es poden recollir i retornar a diferents punts de la ciutat. Aquesta flexibilitat el converteix en una alternativa eficient i ecològica al vehicle privat, especialment en trajectes quotidians com ara l'accés al transport públic, els desplaçaments a la feina o les gestions diàries.

El desplegament d'aquests serveis s'ha dut a terme tant per iniciatives municipals públiques com per part de companyies privades. Com es pot veure en la figura 1.5 (A, B i C), amb models operatius adaptats a les necessitats específiques de cada territori. Tal com s'ha exposat en l'apartat anterior, els sistemes poden variar en funció del grau de flexibilitat i control logístic, fet que condiciona tant l'operativa dels serveis com la seva integració en l'espai urbà.

Empreses com **Tier** i **Dott** han desenvolupat solucions tecnològiques avançades en ciutats de Catalunya, Illes Balears, Andalusia i la Comunitat de Madrid. Aquests serveis fan ús d'aplicacions mòbils que permeten localitzar bicicletes disponibles, reservar-les, desbloquejar-les i pagar-ne l'ús en temps real. La tecnologia GPS integrada també facilita una gestió més eficient de la flota i garanteix una millor experiència d'usuari.

D'altra banda, la companyia **Nextbike** ha consolidat la seva presència en comunitats com les Illes Canàries, el País Basc, Cantàbria i Castella i Lleó. El seu model es caracteritza per un sistema de gestió dinàmica i en temps real, que permet optimitzar la distribució de bicicletes entre estacions i millorar-ne el manteniment, assegurant així una oferta constant i ben repartida per a cobrir la demanda de forma equilibrada.

Més enllà dels operadors privats, moltes administracions municipals han apostat per desenvolupar **sistemes públics** de bicicletes compartides, adaptats a les característiques urbanes i socials de cada ciutat. Aquests serveis públics permeten una planificació més integrada amb les polítiques locals de mobilitat, facilitant la seva coordinació amb el transport públic i altres actuacions de sostenibilitat urbana.

A Coruña és un exemple rellevant d'implementació exitosa d'un sistema de bicicletes públiques en el context de ciutats mitjanes, la **Bicicorña**. El servei va ser inaugurat el 2009 com a iniciativa per fomentar la mobilitat sostenible i reduir l'ús del vehicle privat. Inicialment, comptava amb un nombre més limitat d'estacions i bicicletes, però al llarg dels anys ha experimentat una expansió significativa que l'ha portat a disposar en el 2024 de 393 bicicletes distribuïdes en 49 estacions, integrant tant bicicletes mecàniques com elèctriques per adaptar-se a diferents necessitats dels usuaris. Aquest creixement es reflecteix en l'increment constant de la seva utilització, amb més d'1.055.520 viatges realitzats durant l'any i 14.158 usuaris actius, dades que evidencien un fort compromís ciutadà en l'ús del servei. A més, aquest es complementa amb una aplicació mòbil intuïtiva que permet als usuaris reservar, recollir i retornar bicicletes, a més d'oferir un mapa interactiu que mostra en temps real l'estat i la ubicació de les estacions (veure figura 1.5E).

Un altre exemple significatiu dins l'àmbit de les ciutats mitjanes catalanes és **La Girocle-ta**, el servei públic de bicicletes de la ciutat de Girona (veure figura 1.5 D). Inaugurat el 25 de setembre de 2009, aquest sistema va començar amb una flota de 180 bicicletes distribuïdes estratègicament en 9 estacions pel municipi. Amb el pas dels anys, el servei ha patit una expansió significativa tant en la infraestructura com en l'ús del servei on, actualment, el sistema compta amb 400 bicicletes i 35 estacions que cobreixen àrees clau del teixit urbà.

Els indicadors d'ús reflecteixen una tendència de creixement sostingut. Per exemple, el 2010 es van registrar 130.853 viatges, i a partir d'aquell moment, la quantitat de viatges anuals va incrementar-se aproximadament un 20% cada any. Malgrat la recessió causada per la pandèmia de la COVID-19 el 2020, any en què es pot observar una disminució respecte als 548.817 viatges realitzats l'any anterior, la tendència general ha estat de consolidació, arribant a marcar un nou rècord amb 594.890 viatges durant el 2024. Aquest comportament evidencia l'eficàcia de les polítiques i mesures adoptades per fomentar l'ús del servei.



**Figura 1.5:** Serveis de bicicleta compartida d'empreses privades i públics.

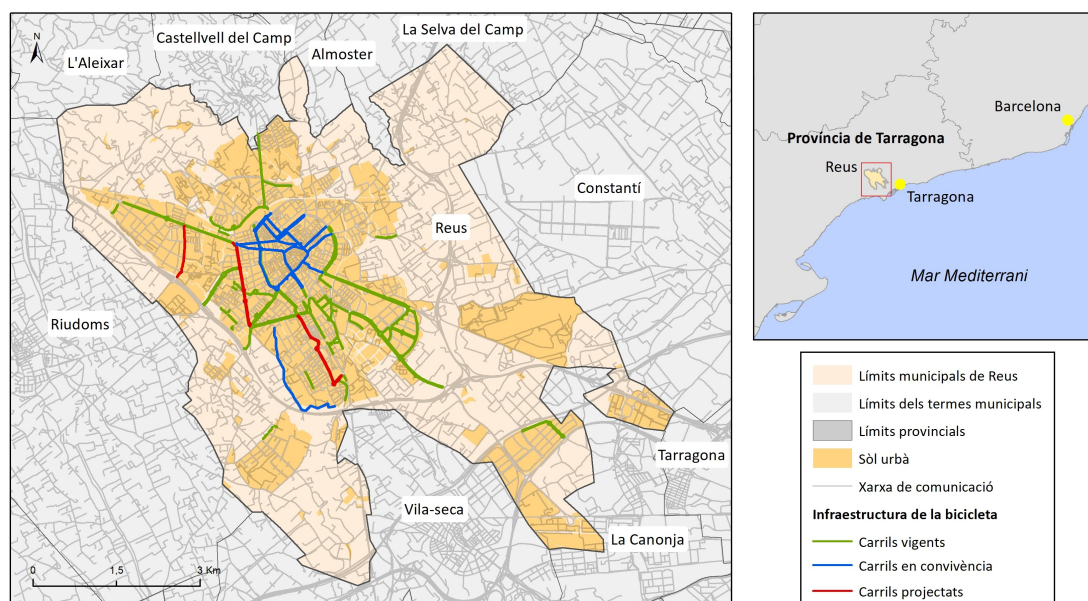
Font: A) [Tier.app](#); B) [Twentefm.nl](#); C) [Nextbike.es](#) D) [Gerard Duran, Flickr](#); E) [Elespañol.com](#).



## Capítol 2

# Cas d'estudi de *La Ganxeta*: justificació i objectius

La ciutat de Reus, capital de la comarca del Baix Camp i ubicada al centre de la província de Tarragona, s'estén sobre 52,82 km<sup>2</sup> de superfície. Limita al nord amb els municipis de l'Aleixar, Castellvell del Camp, Almoher i la Selva del Camp; a l'est amb Constantí; al sud amb Vila-seca, la Canonja i Tarragona; i a l'oest amb Riudoms (veure figura 2.1). Segons dades oficials de l'Institut d'Estadística de Catalunya, el padró municipal de 2024 registra 109.961 habitants, amb una densitat de 2.081,8 hab./km<sup>2</sup>, xifra que reflecteix la seva clara funció de nucli urbà i de serveis a la comarca.

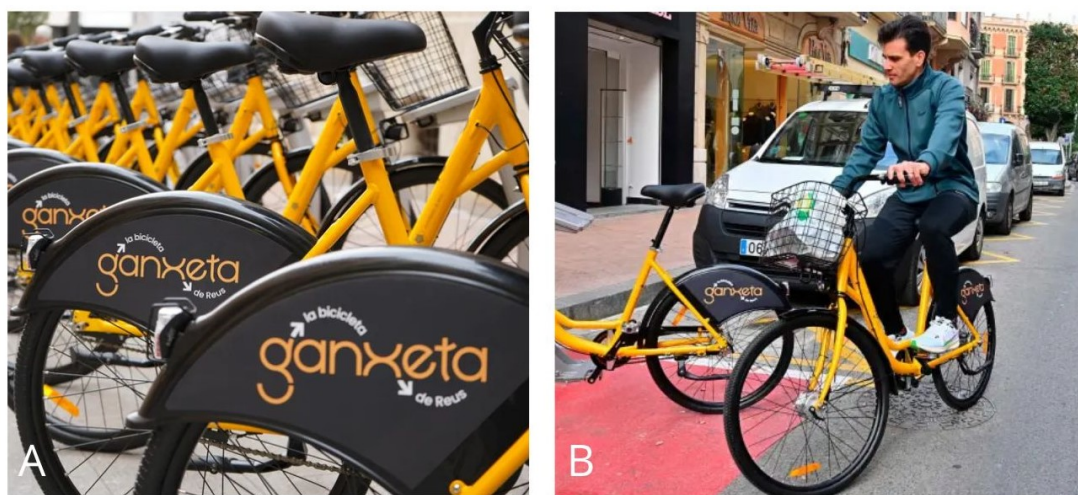


A més de la xarxa viària convencional que connecta amb els diferents municipis anteriorment mencionats, la ciutat disposa també d'una àmplia infraestructura ciclista (veure figura 2.1). Actualment compta amb 54,86 km de carrils bici, conformats per 41,22 km de carrils segregats i 13,64 km de carrils en convivència amb el trànsit motoritzat, als quals, en un futur proper, se n'afegiran 7,47 km més, ja que es troben en fase de projecte (Ajuntament de Reus, 2025). Així mateix, hi ha 89 aparcaments per a bicicletes repartits per tot el terme municipal,

la qual cosa facilita l'ús i millora l'accessibilitat als punts d'interès. Pel que fa al transport públic, Reus disposa de 14 línies d'autobús i d'un servei de bus a demanda, que cobreixen la totalitat de barris i zones d'activitat, garantint una connexió eficient entre tota la ciutat (Ajuntament de Reus, 2025).

## 2.1 La Ganxeta

*La Ganxeta* és el sistema públic de bicicletes compartides de Reus, dissenyat per promoure una mobilitat saludable i sostenible a la ciutat. El servei va entrar en funcionament el 30 de gener de 2024, oferint als ciutadans una alternativa per desplaçar-se pel nucli urbà (veure figura 2.2). Aquest servei ha estat implantat i és gestionat per l'empresa municipal *Reus Mobilitat i Serveis, SA (RMS)*, en col·laboració amb l'Ajuntament de Reus, inspirant-se en l'èxit de *La Girocleta*. El projecte forma part del «Pla de Recuperació, Transformació i Resiliència» finançat per la Unió Europea a través dels fons *NextGenerationEU*.



**Figura 2.2:** El servei de bicicleta pública de Reus: vehicle i usuari.

Font: A) *Reus.cat*; B) *Alfredo González, Diari de Tarragona*.

El servei, a abril del 2024, compta amb una flota de 250 bicicletes repartides en 21 estacions fixades estratègicament per la ciutat (veure figura 2.3). Aquest sistema de punts fixos de recollida (Station-based BSS) garanteix que els usuaris tinguin accés a bicicletes des de diferents zones urbanes, facilitant els desplaçaments de curta durada.

A més, el servei és totalment accessible les 24 hores del dia, els 365 dies de l'any, cosa que permet que qualsevol persona pugui planificar el seu viatge segons la seva conveniència, sense dependre dels horaris convencionals del transport públic.

Per fer ús del servei, l'usuari ha de descarregar l'aplicació mòbil "Ganxeta", disponible tant per a dispositius iOS com Android. Un cop instal·lada, cal completar el registre i seleccionar la modalitat de subscripció que millor s'adapti a les seves necessitats. L'aplicació no només facilita la compra dels bons temporals, sinó que també ofereix un mapa interactiu que mostra en temps real la ubicació de les estacions, el nombre de bicicletes disponibles i els espais lliures als punts d'ancoratge. A més, l'usuari pot consultar informació personal actualitzada, revisar el seu historial de viatges, accedir als manuals d'ús de les bicicletes i llegir els termes i condicions del servei, tot això integrat en una interfície senzilla i intuïtiva que optimitza l'experiència d'usuari (veure figura 2.4).

Tota aquesta interacció es recull mitjançant l'app, que envia i emmagatzema les dades dels usuaris (registres, viatges, subscripcions i pagaments) en una base de dades centralitzada per

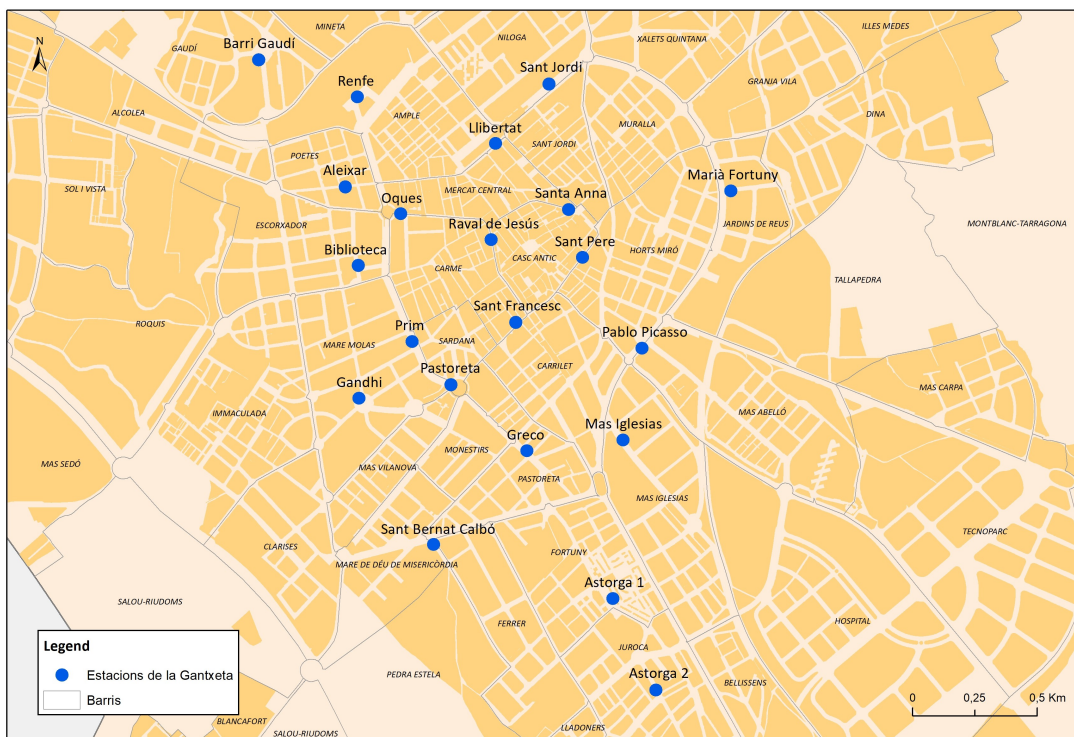


Figura 2.3: Estacions del servei de bicicletes públiques de Reus.

Font: Dades del geoportall de Reus. Elaboració pròpia.

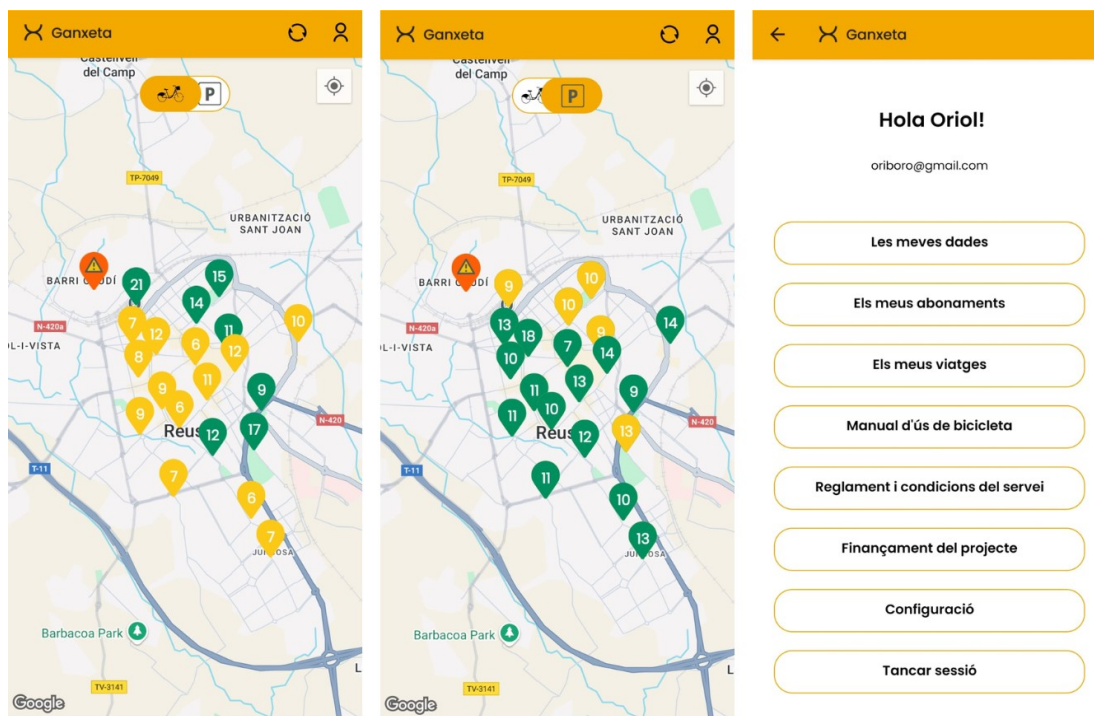


Figura 2.4: App de La Ganxeta A) consulta espacial de les bicicletes disponibles, B) grau d'ocupació dels racks, C) menú d'ajustaments de l'aplicació.

Font: Aplicació mòbil de La Ganxeta en Android. Elaboració pròpia.

part de l'empresa gestora, garantint el funcionament del sistema.

A més, l'aplicació incorpora informació addicional que permet als usuaris configurar-la segons les seves necessitats. Dins del seu menú, hi ha una secció exclusiva on es poden consultar els diferents tipus d'abonaments disponibles per al servei (veure taula 2.1). Aquí es detallen les opcions tarifàries: el tiquet de 24 hores té un cost d'1 €, incloent-hi els primers 30 minuts de cada viatge, i si el trajecte supera aquest temps, s'aplica un cost addicional d'1 € per cada franja de 30 minuts addicionals (amb 1 € per 31-60 minuts). També hi ha la subscripció mensual, que té un cost de 4,50 € i ofereix les mateixes condicions que el tiquet de 24 hores. Per als usuaris més joves, entre 14 i 29 anys, la subscripció Ganxeta Jove té un cost reduït de 3 €, mentre que per als usuaris majors de 65 anys, la subscripció Ganxeta Daurada també es fixa en 3 €, amb les mateixes condicions d'ús que els altres plans. Aquesta estructura tarifària permet adaptar el servei a diferents segments de la població, fent-lo més assequible i accessible per a tothom.

Tipus d'abonament	Cost	Condicions d'ús
Tiquet 24 hores	1 €	Inclou els primers 30 min de cada desplaçament. Cost addicional: 1 € per 31-60 min i 1 €/30 min addicionals.
Subscripció mensual	4,50 €	Mateixes condicions que el tiquet 24 h.
Subscripció Ganxeta Jove (14-29 anys)	3 €	Mateixes condicions que el tiquet 24 h.
Subscripció Ganxeta Daurada (+65 anys)	3 €	Mateixes condicions que el tiquet 24 h.

**Taula 2.1:** Tipus d'abonament i condicions d'ús del servei

Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025.

Els indicadors d'ús de *La Ganxeta* reflecteixen una evolució significativa durant el seu primer any de funcionament. En els seus primers tres mesos, el servei va registrar 30.280 viatges i 2.429 usuaris actius, amb un creixement inicial impulsat per la gratuïtat promocional. Tot i que a partir de maig de 2024 es va observar una desacceleració del creixement, el servei va continuar consolidant-se: al juliol de 2024 acumulava 50.410 trajectes i al gener de 2025 ja sumava 83.383 trajectes. Amb 3.235 usuaris únics i més de 8.000 registrats en l'aplicació, *La Ganxeta* s'ha establert com una alternativa de mobilitat urbana eficient i sostenible.

Aquest sistema, tot i demostrar funcionalitat en condicions reals i adaptar-se a diverses necessitats, encara no compta amb una anàlisi sistemàtica de les dades generades durant la seva activitat. Amb només un any d'existència, la inexistència de processos estructurats per explotar aquesta informació limita la possibilitat d'obtenir coneixements aprofundits. Aquesta manca d'anàlisi pot condicionar la capacitat de predicció i de presa de decisions estratègiques, dificultant la millora contínua i l'optimització dels processos. No obstant això, el sistema podria continuar funcionant en aquestes condicions, tot i que abordar aquest aspecte seria clau per potenciar-ne el rendiment i la usabilitat a llarg termini.

## 2.2 Justificació i objectius

La gestió dels serveis de transport públic basada en dades ha demostrat una elevada eficàcia en nombroses ciutats d'arreu del món. Sistemes com el transport amb autobús o els serveis de bicicletes compartides generen grans volums d'informació en temps real, la qual cosa permet optimitzar el funcionament del servei, ajustar l'oferta a la demanda i millorar l'experiència de les persones usuàries. En aquest context, *La Ganxeta* disposa d'un sistema automatitzat de

recollida de dades operatives des del moment de la seva posada en funcionament. Tot i que durant els primers mesos la recent implementació del servei limitava la possibilitat de realitzar una anàlisi significativa, actualment, amb més d'un any de funcionament, ja s'ha acumulat un volum de dades suficient per dur a terme un estudi sistemàtic. Aquesta consolidació del registre permet analitzar patrons d'ús al llarg del temps, comparar diferents períodes de l'any i identificar variacions espacials segons l'estació d'ancoratge o el moment del dia, afavorint així una millor comprensió del funcionament i potencial del servei.

L'objectiu principal d'aquest estudi és **proposar una metodologia per a l'explotació de les dades generades pel servei de La Ganxeta**. Per tal d'assolir aquest objectiu principal es plantegen els següents objectius específics:

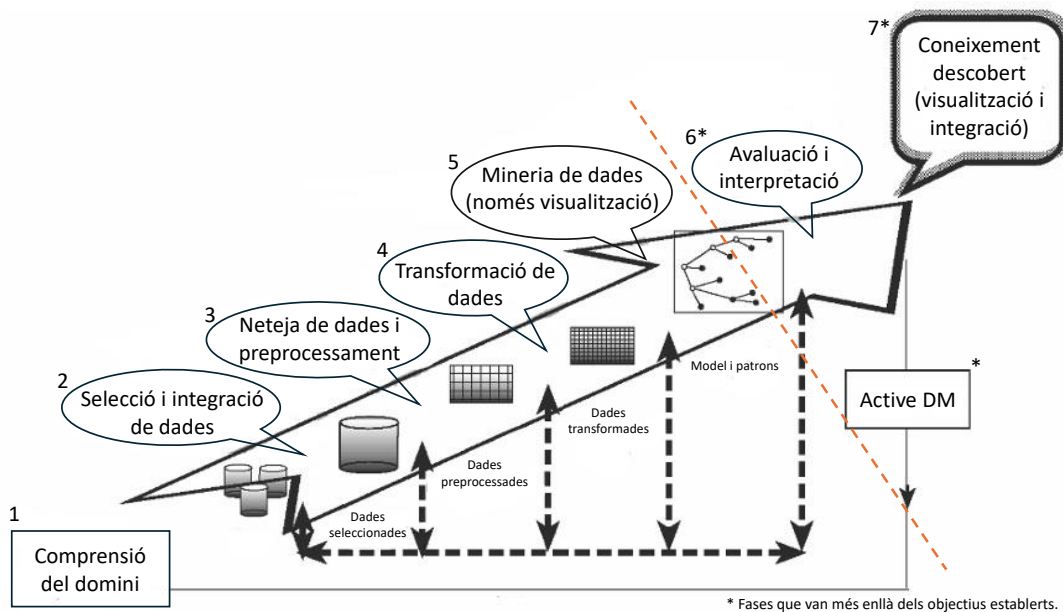
1. Preprocessar aquestes dades mitjançant tasques automatitzades o semi-automatitzades per inventariar, netejar, seleccionar i carregar les dades en un sistema gestor de bases de dades obert. El resultat d'aquest objectiu consistiria a obtenir un GeoPackage amb tota la informació del servei de bicicletes preparada per a l'anàlisi.
2. Analitzar el contingut actual de la base de dades de *La Ganxeta*, per entendre l'estructura de les dades i el seu potencial per a l'anàlisi. S'espera obtenir com a resultat un model de base de dades relacional on apareguin totes les característiques de les entitats (bicicletes, estacions, usuaris, entre d'altres) i les seves relacions.
3. Formular un conjunt d'indicadors de diferents tipus (generals, temàtics i espacials), que permetin obtenir informació rellevant per al monitoratge i la gestió del servei. El resultat previst d'aquest objectiu és la creació d'un repositori de consultes *SQL* estructurat.
4. Presentar la metodologia i els indicadors formulats als tècnics de Reus Mobilitat i Serveis per valorar-ne el potencial i fer una primera selecció d'aquells més adequats. S'espera obtenir un llistat inicial d'indicadors, destacant aquells que, *a priori*, són més útils per al monitoratge i la presa de decisions sobre el servei.
5. Plantejar recomanacions orientades a l'aprofitament estratègic de les dades en la presa de decisions. A partir dels resultats d'aquest treball, però també, de les interaccions amb els tècnics de RMS es plantegen diverses formes en què les dades del servei es poden integrar al flux de treball o poden ajudar a resoldre diversos problemes. El resultat esperat és el plantejament de solucions al voltant d'aquestes qüestions.



## Capítol 3

# Metodologia

Aquesta proposta metodològica es basa en la metodologia de Descobriment de Coneixement en Bases de Dades (KDD; Knowledge Discovery in Databases). Segons Maimon i Rokach (2005), aquesta metodologia consisteix en les fases de comprensió del domini, selecció i integració de dades, neteja de dades i preprocessament, transformació de dades, proposta de consultes, avaluació i interpretació, i, finalment, integració i presentació del coneixement descobert (veure la figura 3.1). Aquesta aproximació permet abordar de manera estructurada el tractament i l'anàlisi de grans volums de dades per extreure'n informació rellevant i útil.



**Figura 3.1:** Síntesi del procés de descobriment de coneixement en bases de dades (KDD). Les últimes fases del procés no s'han realitzat pel fet que van més enllà dels objectius establerts.

Font: Adaptat de Maimon i Rokach (2005).

En aquesta ocasió la metodologia s'ha adaptat a les necessitats específiques dels objectius del treball. En concret, s'ha fet èmfasi en les fases inicials (comprensió del domini, selecció i integració de les dades, neteja de dades i preprocessament, la transformació de les dades i la cerca de patrons), mentre que la etapa de la minería de dades no s'ha realitzat pròpiament emprant tècniques de minería de dades, sinó que s'ha limitat a la cerca de patrons a través de cartografia, gràfiques i altres informes de dades. Altres fases, com l'avaluació i interpretació i la presentació del coneixement descobert no s'han abordat, ja que l'objectiu del treball no és

analitzar les dades, sinó preparar-les per a una futura explotació. Així i tot, sí que s'ha fet una primera sessió de presentació amb els tècnics per poder fer una contextualització i valoració dels resultats obtinguts.

En aquest capítol també es descriu un pas addicional que no forma part del procés KDD clàssic, aquesta és la etapa de retroacció amb els tècnics de RMS. Aquesta darrera ha estat especialment rellevant per validar la coherència i l'aplicabilitat dels indicadors generats, aportant una visió pràctica que enriqueix el procés de preparació i interpretació preliminar de les dades. Aquest enfocament adaptat ha permès garantir que els resultats siguin alineats amb les necessitats reals del projecte i útils per a futurs processos d'anàlisi.

### 3.1 Programari i eines

Per implementar aquesta metodologia i extreure'n els resultats es van emprar diverses eines per garantir una gestió integral, eficaç i reproducible de la informació.

En una primera fase, les dades es van descarregar des de *La Ganxeta*, les quals es troben allotjades en una base de dades *MySQL*. El tractament inicial de la informació es va dur a terme amb eines de fulls de càlcul, emprades de manera puntual per a tasques de neteja manual i la generació de taules i gràfics preliminars.

L'anàlisi i la gestió geoespacial es van realitzar amb el programari *QGIS* (v. 3.26.2), emprant el format *Geopackage* com a estructura principal per emmagatzemar i gestionar la base de dades espacial. Aquest format, basat en *SQLite*, va oferir un entorn lleuger, portàtil i adequat per a la integració d'informació espacial i atributiva en un sol fitxer.

Finalment, es van desenvolupar diversos *scripts* amb *PyQGIS* (v. 3.26.2.1) per automatitzar processos com la importació de fitxers *CSV*, l'homogeneïtzació dels noms de les capes i la detecció i conversió de la codificació de caràcters. Aquesta automatització va permetre optimitzar el flux de treball i minimitzar possibles errors manuals.

### 3.2 Comprensió del domini

Aquest primer pas del procés KDD té com a finalitat comprendre l'àmbit d'aplicació de les dades i alinear el procés d'explotació amb les necessitats de coneixement específiques. En aquest cas, el domini d'estudi és el servei públic de bicicletes *La Ganxeta*, implantat a la ciutat de Reus i gestionat per *Reus Mobilitat i Serveis* (RMS). Aquest servei genera una gran quantitat de dades digitals relacionades amb l'activitat dels usuaris, les estacions i el funcionament general del sistema.

Per tal de dur a terme una comprensió adequada del domini, no només s'ha realitzat una anàlisi general del servei a partir de les dades disponibles, sinó que s'ha comptat amb una aproximació directa i pràctica. Aquesta comprensió s'ha construït a partir de la meua experiència prèvia com a estudiant en pràctiques a RMS, on he tingut l'oportunitat de participar en diversos projectes, incloent-hi *La Ganxeta*. Aquest context professional m'ha permès adquirir una visió interna del funcionament del servei, mantenir converses amb els tècnics encarregats i accedir a informació rellevant sobre les dinàmiques operatives i les necessitats reals de gestió.

A més, s'ha complementat aquesta experiència amb una revisió de literatura sobre serveis de bicicletes compartides i altres temes relacionats. S'han utilitzant fonts acadèmiques com Google Acadèmic i Scopus. Aquesta revisió ha servit per tractar d'entendre quins indicadors, models d'ús i patrons són rellevants en altres ciutats o sistemes similars, i com es poden

adaptar a la realitat del servei estudiat.

En el marc del procés KDD, la comprensió del domini no busca redefinir els objectius generals del projecte, sinó establir què es vol extreure concretament a partir de les dades, i com es pot traduir aquest coneixement en valor útil per a la gestió del servei. Es tracta, doncs, d'identificar les oportunitats de coneixement que poden sorgir de l'anàlisi de patrons d'ús, comportaments temporals o relacions espacials dins la base de dades.

L'objectiu d'aquest procés és preparar el conjunt de dades perquè pugui alimentar consultes analítiques i indicadors útils, tant per al monitoratge com per a la presa de decisions. En conseqüència, aquest primer pas orienta tot el procés posterior (preparació, consultes, interpretació), garantint que estigui alineat amb les necessitats dels gestors del servei i amb les preguntes que es volen respondre des d'un punt de vista pràctic. Els conceptes i qüestions més rellevants del domini s'han destacat als capítols 1 i 3 d'aquest treball.

### 3.3 Selecció i integració de dades

D'acord amb la metodologia KDD, el procés de selecció i integració de dades constitueix una fase clau per garantir la rellevància, la qualitat i la coherència de la informació que serà posteriorment sotmesa a anàlisi. En aquest estudi, aquesta fase no només s'ha centrat en la depuració i el filtratge del conjunt de dades, sinó també en la seva integració des de diverses fonts i en l'establiment d'una estructura conceptual que permeti interpretar el funcionament del sistema de bicicletes compartides. En aquest sentit, el model entitat-relació (ER) desenvolupat esdevé un dels resultats fonamentals del treball, ja que proporciona la base per a l'anàlisi posterior.

Les dades originals van ser proporcionades pel proveïdor *Reus Mobilitat i Serveis* (RMS) i inclouen informació detallada sobre l'ús del servei de bicicletes públiques: durada dels trajectes, horaris d'inici i finalització dels viatges, estat de les estacions, així com dades d'inventari i de configuració del sistema. Aquest conjunt de dades es trobava emmagatzemat en un sistema de gestió de bases de dades relacionals *MySQL*, fet que ja comporta una organització estructurada de la informació.

Per facilitar-ne l'accés i la manipulació, es va utilitzar l'eina client *SQL DBEaver*, que permeté explorar les taules, analitzar els registres i exportar les dades en format *CSV*. Aquest format de text delimitat es va escollir per la seva alta compatibilitat amb plataformes d'anàlisi espacial com *QGIS*, assegurant així la integració fluida amb processos posteriors d'anàlisi geogràfica i temporal.

Atès que les dades es van descarregar d'un servidor i se'n va generar una còpia de seguretat per treballar amb un conjunt fix i coherent, **el període d'estudi ha quedat acotat entre l'1 de febrer de 2024 i el 31 de gener de 2025.**

El conjunt de dades original incloïa un total de vint-i-vuit taules, amb continguts heterogenis i estructures diverses (veure taula 3.1). Per gestionar aquesta complexitat i establir una visió clara de les entitats implicades i les seves interrelacions, es va dissenyar un model entitat-relació (vegeu Annex A), que representa gràficament les entitats clau (bicicletes, usuaris, estacions, viatges, etc.), les seves propietats i els vincles existents entre elles. Aquest model va esdevenir una eina central per al treball, ja que va permetre identificar taules redundants, incompletes o inconsistents; va guiar les decisions sobre quines dades conservar i quines eliminar; va facilitar la comprensió estructural del sistema, tant des del punt de vista tècnic com funcional; i va servir de base per als processos de neteja, agregació i anàlisi posterior.

Algunes taules, com `api_bike_states`, `stations`, `gbfs_station_information` o `users`, que no inclouen camps de data d'inici o final, s'identificaren com a registres estàtics, ja que

Nom de la taula	Data d'inici	Última data	Número de files	Coordenades
<a href="#">api_bike_states</a>	-	-	7	-
<a href="#">api_rack_states</a>	-	-	4	-
<a href="#">bikes</a>	03/11/2023	10/05/2024	285	-
<a href="#">db_bikes</a>	03/11/2023	02/03/2025	58.744	-
<a href="#">gps_position</a>	25/01/2022	31/12/2025	389.987	Sí
<a href="#">db_distribution</a>	06/06/2024	01/03/2025	14.102	-
<a href="#">gbfs_bikes_free_status</a>	-	-	229	-
<a href="#">rPi_bike_detection_state</a>	-	-	3	-
<a href="#">customers</a>	18/10/2023	28/01/2025	9.254	-
<a href="#">db_customers</a>	24/08/2023	02/03/2025	16.267	-
<a href="#">db_racks</a>	30/11/2023	02/03/2025	95.964	-
<a href="#">racks</a>	30/11/2023	10/05/2024	456	-
<a href="#">db_repairs</a>	08/11/2023	01/03/2025	1.195	-
<a href="#">element_repairs</a>	-	-	10.050	-
<a href="#">repairs_reparacions</a>	29/01/2024	03/04/2024	485	-
<a href="#">db_reports</a>	23/10/2023	01/03/2025	4.810	-
<a href="#">element_reports</a>	-	-	4.565	-
<a href="#">reports_incidencies</a>	29/01/2024	27/02/2024	1.139	-
<a href="#">elements</a>	04/12/2023	29/07/2024	26	-
<a href="#">stations</a>	-	-	40	-
<a href="#">db_station_states</a>	17/10/2023	01/03/2025	8.188	Sí
<a href="#">history_station_status</a>	21/02/2024	03/03/2025	1.158.784	Sí
<a href="#">gbfs_station_information</a>	-	-	23	Sí
<a href="#">gbfs_station_status</a>	15/05/2024	15/05/2024	22	-
<a href="#">db_trips</a>	11/10/2022	02/03/2025	89.582	-
<a href="#">trips</a>	29/01/2024	28/01/2025	83.315	-
<a href="#">users</a>	-	-	9.260	-
<a href="#">db_wallet_transactions</a>	08/06/2022	01/04/2025	263.463	-

**Taula 3.1:** Descripció de les dades extretes del servei de bicicletes de Reus.

Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.

refleixen l'estat del sistema en un moment determinat i no incorporen cap component temporal. En canvi, les altres taules, les que si tenen data d'inici i final, presentaven camps temporals amb alta freqüència de registre, fet que permet reconstruir la dinàmica del servei al llarg del temps.

Amb aquesta estructura definida, es van aplicar criteris específics de filtratge orientats a optimitzar la qualitat de la base de dades. D'una banda, es van descartar taules amb valors duplicats reiterats o amb una proporció significativa de valors nuls en camps essencials, com ara identificadors, coordenades o marques temporals. A més, es van eliminar taules que presentaven inconsistències temporals, com intervals d'observació irregulars, registres massa curts o que no seguien una lògica temporal coherent amb la resta del conjunt. Per exemple, es van mantenir només les sèries que mostraven un període d'activitat suficient i una distribució temporal consistent, com és el cas de les taules [racks](#) (amb registres compresos entre el 30/11/2023 i el 10/05/2024) i [repairs\\_reparacions](#) (amb dades entre el 29/01/2024 i el 03/04/2024), entre d'altres.

D'altra banda, es van identificar i eliminar vistes i subconjunts redundants, algunes taules s'han considerat com a consultes de proves o fins i tot hi havia contingut fictici persistent

del període de proves en el que es va implantar el sistema. Per exemple, es van excloure les taules `racks`) i `stations`) per contenir informació duplicada ja disponible a `db_racks`), així com les taules `gbfs_station_in_formation` i `gbfs_station_status`, que representaven snapshots puntuals inclosos a `history_station_status`. També es van descartar taules amb dades personals no explotables o parcialment replicades en altres taules més completes, com `users` o `customers`.

Aquest procés garanteix que la base de dades final inclogui només les taules i dades útils, fet que permetrà realitzar anàlisis més eficients i precisos, evitant interpretacions errònies derivades de la presència d'informació duplicada o poc significativa.

Un cop delimitat i depurat el conjunt principal de dades provinents del sistema de bicicletes compartides, es va incorporar informació complementària amb l'objectiu d'enriquir l'anàlisi i contextualitzar millor els patrons d'ús observats. Aquestes dades, extretes principalment del Geoportal de Reus, van resultar especialment útils per entendre la realitat territorial i urbana del municipi, i han permès garantir que l'anàlisi posterior no es basi únicament en les dades del servei, sinó que integri també variables explicatives rellevants (veure taula 3.2).

Nom de la capa temàtica	Font	Data de descàrrega	SRC
Límits municipals de Reus Carrils bici en convivència Carrils bici projectats Carrils bici vigents Línies d'autobús Parades d'autobús	Geoportal de Reus	03/05/2025	4326

**Taula 3.2:** Capes temàtiques utilitzades per a la contextualització de la base de dades.

*Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.*

En primer lloc, es van incorporar els límits administratius municipals, fonamentals per delimitar amb precisió l'àrea d'estudi i evitar la inclusió d'elements que no corresponen a l'àmbit geogràfic objecte d'anàlisi. Aquesta delimitació territorial clara és imprescindible per assegurar la coherència espacial dels resultats i facilitar la integració de les dades amb altres capes d'informació geogràfica rellevants.

A més, es va incloure de manera diferenciada la xarxa de carrils bici del municipi, detallant els trams existents en convivència amb altres modes de transport, els carrils bici ja vigents, i aquells projectats per a un futur proper. Aquesta informació permet entendre la morfologia i la dinàmica de la mobilitat ciclista a Reus, identificant els eixos principals i els buits potencials en la connectivitat urbana, així com detectar àrees on es podrien prioritzar actuacions per a la millora de la seguretat i la funcionalitat del sistema de mobilitat sostenible.

Finalment, es va integrar la xarxa de transport públic urbà, tant pel que fa a les línies d'autobús com a les parades existents, fet que va aportar informació clau per avaluar la cobertura del servei i l'accessibilitat dels residents a mitjans de transport col·lectiu. Aquesta capa és essencial per comprendre els patrons de mobilitat dins del municipi i detectar possibles mancances o oportunitats de millora en l'oferta de transport públic, contribuint així a una diagnosi territorial més completa i realista.

Tot i que aquestes capes no van requerir un tractament o transformació tècnica específica durant la seva integració, la seva inclusió va enriquir notablement el conjunt de dades, dotant-lo d'un context espacial i funcional que facilita la interpretació dels resultats. D'aquesta manera, la base de dades final no només disposa d'informació tècnica i espacial precisa, sinó que també està contextualitzada dins la realitat urbana i territorial de Reus, oferint una eina sòlida i coherent per afrontar amb rigor i profunditat les fases posteriors de l'estudi.

### 3.4 Neteja de dades i preprocessament

Un cop realitzada la selecció de les dades més rellevants per a l'estudi, s'inicia un procés fonamental per assegurar-ne la qualitat i la consistència per a l'anàlisi posterior. Aquesta etapa és clau dins del procés de KDD, ja que permet transformar un conjunt de dades inicialment heterogeni, incomplet o amb possibles errors, en una base més fiable i coherent. Es tracta, doncs, d'una fase no només tècnica, sinó també metodològica, que defineix la solidesa de les conclusions que es podran extreure a partir de l'anàlisi posterior. En aquest cas, la neteja i el preprocessament es van estructurar en diferents passos consecutius, orientats a garantir l'estandardització, la validació i l'organització eficient de les dades, seguint criteris de qualitat, llegibilitat i integració dins del projecte.

Amb l'objectiu de sistematitzar i agilitzar aquesta tasca, es van desenvolupar diversos *scripts* automatitzats mitjançant *PyQGIS*, de manera que la resta del fluxe de treball es desenvolupa dins l'entorn de *QGIS* (veure Annex B). El primer d'aquests *scripts* permet carregar automàticament els fitxers *CSV* al projecte *QGIS*, ordenar-los alfabèticament i netejar-ne els noms, eliminant numeracions o caràcters innecessaris per garantir una nomenclatura coherent i comprensible. Abans de la càrrega, cada fitxer és sotmès a una comprovació automàtica de codificació de caràcters, provant seqüencialment amb estàndards com *UTF-8*, *ISO-8859-1* i *Windows-1252*. Si cap d'aquestes opcions resulta vàlida, el fitxer es descarta i se'n registra un missatge d'error en un log per facilitar-ne la revisió posterior.

Aquest procés permet assegurar que només es treballés amb fitxers estructuralment correctes i llegibles, establint així una base de dades per a l'anàlisi posterior. La integració automatitzada dels fitxers vàlids al projecte *QGIS* també va oferir una visió global i funcional de la informació disponible, millorant-ne tant la interpretació com la preparació per a fases de filtratge i transformació més específiques.

Posteriorment, una vegada carregades i validades totes les taules, a partir del segon *script* de *PyQGIS* (veure Annex B) es va exportar la informació carregada en el projecte actual a un únic fitxer *GeoPackage*. Aquest procés facilita l'organització, l'emmagatzematge i l'intercanvi de dades. Això és especialment útil per compartir projectes, fer còpies de seguretat o preparar la documentació per a informes i estudis. Un cop incorporades aquestes dades, es va procedir a una depuració de les taules validades anteriorment mitjançant el model entitat-relació (veure Annex A). Aquesta depuració es va desenvolupar tant a escala de conjunt de dades com a escala de registre, seguint una seqüència metodològica.

Es va dur a terme una depuració a escala de registre per millorar la qualitat interna de les dades. Es van eliminar registres duplicats que no aportaven cap variació respecte a registres previs, així com entrades amb informació incompleta, especialment en camps clau com identificadors, valors espacials o temporals, i també registres que no es podien vincular correctament amb la resta de la base de dades, ja fos per manca de relacions clares o per incongruències semàntiques. A més a més, es va dur a terme un procés d'harmonització dels valors dels camps, corregint formats heterogenis (com ara dates expressades en formats diferents), unificant etiquetes i estandarditzant les unitats i codificacions, per tal de garantir la correcta integració i comparabilitat entre taules. Finalment, es va aplicar un filtratge selectiu de camps, mantenint només aquells atributs amb valor directe per a les anàlisis plantejades i eliminant informació innecessària per a aquest estudi, com ara noms de persones, llocs de residència o altres dades irrellevants.

Tot aquest procés, amb les diferents fases de neteja i preprocessament, va permetre garantir que les dades utilitzades en les fases posteriors de l'anàlisi fossin el més fiables, consistents i rellevants possible. La sistematització d'aquestes tasques mitjançant eines automatitzades i criteris metodològics no només va assegurar la qualitat tècnica del conjunt de dades, sinó que també va establir una base per a una futura extracció de coneixement i la formulació de

conclusions.

### 3.5 Transformació de les dades

La fase de transformació de les dades és clau dins del procés de KDD, ja que permet preparar les dades per a una explotació eficient, facilitant una posterior obtenció de coneixement útil. Si bé les fases anteriors són bastant genèriques en qualsevol procés KDD, la fase de transformació de dades està més dirigida als objectius de l'anàlisi.

La primera etapa d'aquest procés va consistir en la conversió de les dades inicials, majoritàriament en format tabular, a formats geoespacionals que permetessin la seva representació i manipulació sobre el territori. Cal tenir en compte que no totes les taules originals disposaven d'informació espacial explícita; només algunes incloïen camps amb coordenades geogràfiques (latitud i longitud) derivades de sistemes GPS o d'estacions fixes de registre. Aquestes coordenades són la base per a una geolocalització precisa.

A partir d'aquesta informació, es va procedir a importar les taules amb coordenades al programari *QGIS*, mitjançant l'eina de creació de capa de punts a partir de valors X i Y. Es va especificar el sistema de referència espacial adequat (en aquest cas WGS84 – EPSG:4326). La geocodificació es va realitzar manualment mitjançant l'edició directa de la base de dades, creant una nova columna geomètrica a partir dels valors de latitud i longitud. Aquest procés es va dur a terme mitjançant instruccions SQL per assegurar la correcta definició espacial de la taula i permetre la seva integració com a capa vectorial dins del sistema d'informació geogràfica.

La integració d'aquestes dades en sistemes d'informació geogràfica (*SIG*) va permetre visualitzar sobre el territori elements com les estacions de bicicleta i obrir la porta a operacions d'anàlisi espacial, com la selecció per localització o el càlcul de distàncies entre punts. Així, es va incorporar una dimensió territorial a les dades, essencial per entendre la seva distribució geogràfica i les interaccions amb altres components del territori, com ara la infraestructura ciclista o el transport públic.

A més de la geocodificació manual, la major part de la transformació de les dades es realitza mitjançant consultes SQL aplicades directament sobre la base de dades. Aquestes consultes permeten filtrar informació amb l'operador *WHERE*, essencial per seleccionar només les dades rellevants per a cada anàlisi. Quan les consultes requereixen combinar informació que es troba en diferents taules, s'utilitza l'operador *JOIN*, que permet enllaçar registres relacionats segons claus comunes (claus primàries i foranes). L'ús d'aquestes operacions *SQL* facilita la preparació i integració dels conjunts de dades, assegurant una gestió eficaç i coherent de la informació abans de la seva explotació analítica.

Un cop geolocalitzades i estructurades les dades, es va passar a la formulació d'indicadors, que consisteix a transformar les dades en mètriques rellevants per a l'anàlisi i la presa de decisions. Aquesta etapa és el nucli analític del projecte, on les dades prèvies, netejades i geolocalitzades, es combinen per generar informació sintetitzada que reflecteixi els patrons d'ús i les relacions entre variables.

Es van definir les preguntes d'anàlisi que es volien respondre, relacionades amb aspectes com la intensitat d'ús del servei, la localització de les estacions més actives, la durada i freqüència dels trajectes, la variació temporal dels viatges o la relació amb el sistema de transport públic. Aquestes preguntes van ser formulades a partir de dues fonts principals: d'una banda, la revisió de la literatura especialitzada en sistemes de bicicleta compartida i mobilitat sostenible, que permet identificar quins indicadors són habitualment utilitzats en l'anàlisi d'aquests serveis; i de l'altra, la interacció amb els tècnics de *La Ganxeta*, que van aportar una visió

pràctica i contextualitzada sobre quins aspectes són rellevants per a la gestió quotidiana i la planificació estratègica del servei. Aquesta doble aproximació va permetre acotar el tipus d'operacions analítiques a desenvolupar i estructurar les consultes dins de l'entorn de treball d'una manera alineada amb les necessitats reals i amb el coneixement acumulat en aquest àmbit.

A partir d'aquestes qüestions, es van plantejar dues línies principals d'anàlisi: una orientada a identificar patrons d'ús a partir de variables temporals i quantitatives, i una altra centrada en l'estudi espacial dels trajectes. Les operacions es van realitzar mitjançant consultes SQLite des de *QGIS* (veure Annex C), aprofitant tant les funcionalitats de gestió de bases de dades com les capacitats geoespacionals integrades. Aquest entorn va permetre treballar de forma eficient amb conjunts de dades espacionals i temporals sense necessitat d'eines externes.

D'una banda, es van formular consultes convencionals per generar estadístiques descriptives: nombre total de viatges, temps mitjà per trajecte, estacions amb més entrades o sortides, o dies de major activitat. Aquestes dades es van preparar per al seu posterior tractament amb sèries temporals i agregacions per franges horàries, dies de la setmana o mesos, amb l'objectiu de detectar patrons recurrents.

D'altra banda, es van dur a terme consultes espacionals per analitzar la dimensió territorial dels trajectes. Es van aplicar operacions com la selecció per localització (ex. estacions dins d'un radi determinat d'un node de transport públic) i interseccions amb capes vectorials (ex. carrils bici o zones verdes), entre d'altres. Aquestes operacions van permetre vincular la ubicació geogràfica amb el comportament d'ús.

Per a l'extracció d'indicadors, les consultes formulades no només utilitzen les dades principals de la base de dades, sinó que també poden incorporar informació complementària prèviament integrada, com ara la xarxa de carrils bici, límits municipals o la infraestructura de transport públic. Aquesta integració permet enriquir les anàlisis, establir relacions més complexes i obtenir resultats que reflecteixen millor la realitat territorial i funcional de l'àmbit d'estudi.

Aquesta fase de transformació de les dades té com a finalitat dotar-les d'una estructura i un context adequats, facilitant així la seva posterior anàlisi i interpretació. La combinació d'enriquiment espacial i formulació d'indicadors s'ha concebut per construir una visió integradora i funcional del fenomen estudiat, a partir de la qual es podrà orientar l'extracció de conclusions i l'elaboració de recomanacions per a la presa de decisions.

### 3.6 Cerca de patrons

Un cop finalitzada la fase de transformació de les dades, es procedeix a la seva anàlisi mitjançant l'elaboració d'un conjunt variat i complementari d'eines visuals i quantitatives que faciliten la comprensió dels patrons i dinàmiques. En primer lloc, es van generar taules estadístiques que, en la gran majoria de casos, s'han utilitzat per presentar els indicadors de monitoratge, classificats en cinc grups principals: usuaris, viatges, bicicleta, infraestructura i distribució. Aquestes taules permeten sintetitzar i estructurar la informació quantitativa de manera clara, facilitant la detecció de valors destacats, comparacions i evolucions al llarg del temps o en diferents zones de l'àmbit d'estudi.

Simultàniament, es van elaborar gràfiques de diversa naturalesa, com ara gràfics de barres o sectors, que mostren l'evolució temporal dels usos, la distribució dels trajectes per franges horàries, així com la comparació entre diferents categories d'usuaris per sexe. Aquestes representacions gràfiques faciliten la identificació visual de tendències, pics d'activitat i patrons recurrents que poden passar desapercebuts en una simple lectura de dades en brut.

A més, es van elaborar diversos mapes temàtics que han resultat essencials per a l'anàlisi espacial del sistema de mobilitat. Entre aquests, s'inclouen mapes de localització de les estacions, mapes d'activitat a cadascuna d'elles i mapes de registre d'errors del servei, entre d'altres. Aquest conjunt cartogràfic permet observar la distribució territorial de la infraestructura, identificar les estacions amb major o menor ús i detectar possibles disfuncions del servei associades a l'espai. Aquesta representació gràfica és clau per entendre el comportament espacial del servei i constitueix una eina fonamental per orientar futures millores d'implantació i gestió.

Finalment, a partir de totes aquestes representacions i de l'explotació inicial de la informació, es va dur a terme una primera interpretació de les dades, que va permetre identificar les principals tendències i patrons d'ús, així com detectar possibles punts conflictius o aspectes que requereixen una anàlisi amb més atenció. Aquesta primera anàlisi és clau per orientar les fases següents de l'estudi, establir hipòtesis de treball i proposar línies d'actuació encaminades a millorar l'eficiència i la funcionalitat del sistema de mobilitat urbana.

### **3.7 Retroacció amb els tècnics**

Amb l'objectiu de contrastar el plantejament metodològic i assegurar la rellevància pràctica dels indicadors proposats, es va dur a terme una sessió de treball amb l'equip tècnic de Reus Mobilitat i Serveis (RMS). Aquesta trobada es va concebre com un espai de diàleg per compartir la proposta inicial d'indicadors i recollir aportacions expertes des de la perspectiva operativa i estratègica del servei.

La sessió tenia com a finalitat principal valorar la claredat, la viabilitat i la utilitat dels indicadors proposats, així com identificar possibles aspectes que requerissin una reformulació o ajust metodològic. La retroacció obtinguda en aquest marc havia de servir per detectar eventuais limitacions en el plantejament inicial i garantir que els indicadors resultants responguessin a les necessitats reals de seguiment i gestió del servei de mobilitat urbana.

Aquesta col·laboració va permetre incorporar una mirada aplicada i complementària al treball tècnic previ, posant èmfasi en l'alineació entre la proposta analítica i les dinàmiques de funcionament del servei. D'aquesta manera, es va afavorir un procés iteratiu de revisió i millora dels indicadors, reforçant la seva adequació a l'entorn operatiu i la seva potencial utilitat com a eina de suport a la presa de decisions.

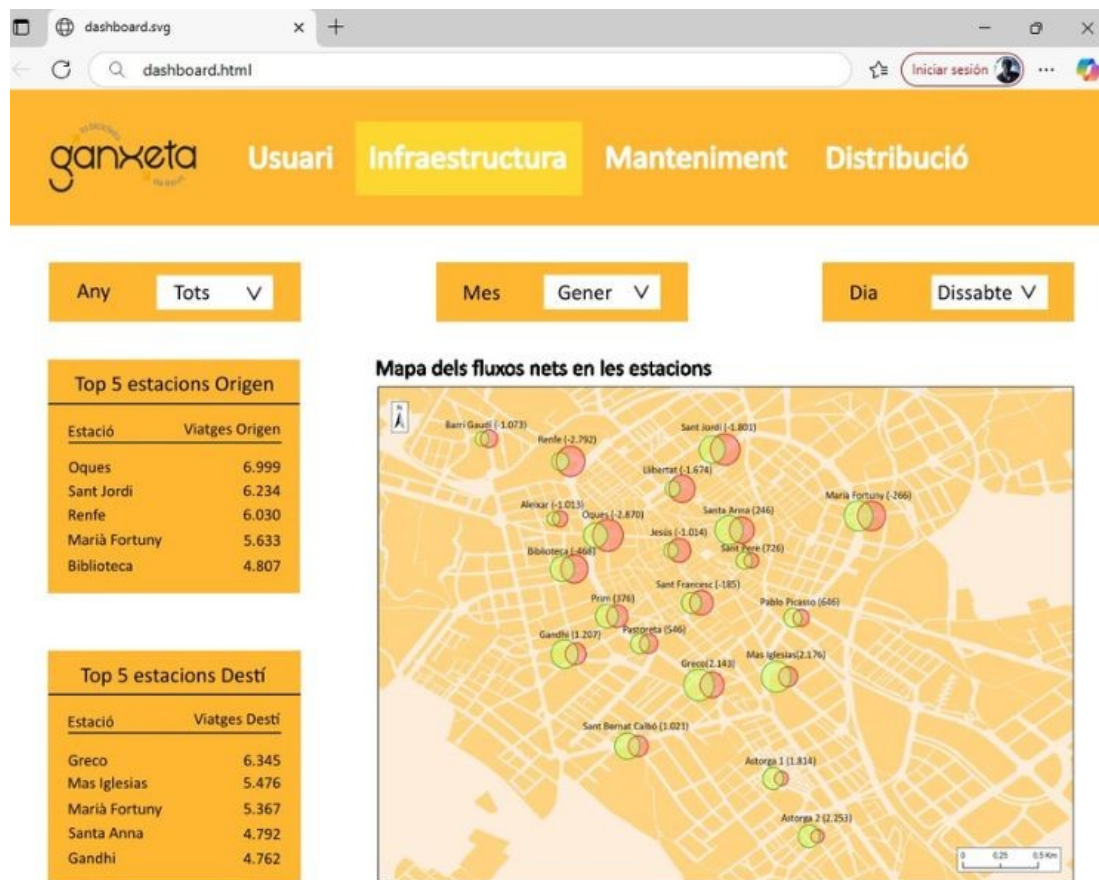


# Capítol 4

## Resultats

*Proposta metodològica per a l'anàlisi de les dades.*

En aquest apartat es presenta el desenvolupament d'un model de bases de dades a partir de la informació generada pel servei de bicicletes públiques de Reus, *La Ganxeta*. A partir d'aquest model, s'han dissenyat propostes d'anàlisi orientades a detectar tendències d'ús, identificar possibles millores operatives i aportar informació útil per a la presa de decisions. Els resultats recollits en aquest capítol es conceben com a elements que podrien integrar-se en un futur taulel de control (*dashboard*) per al seguiment i la gestió del servei (veure figura 4.1).



**Figura 4.1:** Maqueta orientativa de l'apartat d'infraestructura del taulel de control.

Font: Elaboració pròpia.

## 4.1 Model entitat-relació i base de dades

El principal resultat d'aquest treball és l'elaboració d'un model entitat-relació (ER) (veure Annex A) que representa de manera conceptual el sistema de préstec de bicicletes públiques de Reus. Aquest esquema proporciona una base per a la gestió eficient de la informació, facilitant tant l'anàlisi com el manteniment de les dades.

El model entitat-relació s'ha desenvolupat a partir d'una anàlisi de la extracció de dades descrita en la metodologia. A través d'un procés de depuració i optimització, s'ha reduït l'estructura a quinze taules essencials, que han estat reestructurades i organitzades en cinc components funcionals: infraestructura, bicicletes, manteniment, usuaris i distribució. Aquesta nova arquitectura modular permet una gestió més eficient i coherent de la informació, facilita les consultes i assegura una millor integritat del sistema, alhora que ofereix una base sòlida per a futures ampliacions. A partir d'aquí, es ressalten els noms de les taules per a millorar la llegibilitat del text.

El **component d'infraestructura** gestiona tota la informació relativa als punts d'aparcament (*racks*) i a les estacions (grups de *racks*). A continuació es presenten les taules implicades:

- **stations**: emmagatzema informació bàsica de cada estació, com per exemple la ubicació geogràfica de l'estació (**geom**), el nom identificatiu de l'estació (**station\_name**) i la capacitat total d'aparcaments disponibles (**racks\_total**).
- **racks**: defineix cada punt d'aparcament dins d'una estació, incloent l'identificador únic del *racks* (**rack\_id**) i la referència a l'estació a la qual pertany (**station\_id**).
- **history\_stations**: recull periòdicament estadístiques associades a cada estació, com ara el nombre de bicicletes disponibles, en manteniment o reservades. No té cap utilitat emmagatzemar de manera repetida les coordenades geogràfiques de la estació.
- **history\_racks**: documenta els canvis d'estat específics de cada *racks*, incloent l'estat actual (**rack\_state\_id**, enllaçat amb **rack\_state**) i, si escau, la bicicleta allotjada.

El **component de les bicicletes** s'ocupa del seguiment individualitzat de cada unitat, incloent-hi el seu estat actual i l'historial de canvis. Les taules implicades són:

- **bikes**: conté un identificador únic per a cada bicicleta (**bike\_id**) i el seu número de sèrie (**serial\_number**).
- **bike\_states**: defineix els diferents estats possibles d'una bicicleta, com ara "disponible", "en ús" o "en reparació".
- **history\_bikes**: registra qualsevol modificació en l'estat d'una bicicleta, indicant la data de l'actualització (**date\_last\_update**), el nou estat (**bike\_state\_id**) i si la bicicleta ha estat marcada com a eliminada.

El **component de manteniment** recull totes les incidències i intervencions relacionades amb bicicletes o aparcaments, especialment en els **racks**. Les taules implicades són:

- **reports**: recull cada informe d'incidència, especificant la data de creació (**date\_created**), el tipus d'incident (**report\_type\_id**), l'element afectat (**bike\_id** o **rack\_id**) i l'estat de la revisió (**report\_state\_id**).

- **repairs**: emmagatzema la informació de les reparacions iniciades a partir dels informes, amb referència a l'informe original (**report\_id**), la data d'inici (**repair\_init\_date**), la durada estimada (**repair\_duration**), la prioritat i l'estat de reparació (**repair\_state\_id**).
- **elements**: defineix els components específics que poden requerir manteniment (per exemple, una roda, un fre, etc.).
- **element\_reports**: vincula els elements específics amb els informes en què s'ha detectat una incidència.
- **element\_repairs**: relaciona els elements amb les reparacions que se'ls han aplicat.

El **component d'usuaris** abasta totes les dades relacionades amb els usuaris i la seva activitat. Les taules que el conformen són:

- **customers**: conté la informació de registre dels usuaris, com la data de naixement (**birth\_date**), el gènere (**gender**) i l'estat de validació (**validation\_status**). També inclou camps d'auditoria com la darrera actualització (**date\_last\_update**), l'estat d'eliminació (**deleted**) i de bloqueig (**locked**).
- **trips**: registra els trajectes realitzats pels usuaris, amb referències al client i a la bicicleta utilitzada (**customer\_id** i **bike\_id** respectivament). També s'hi indiquen l'estació d'origen i de destinació (**origin\_station\_id**, **destination\_station\_id**), el moment d'inici (**init\_timestamp**) i la durada del viatge (**trip\_duration**).
- **gps\_position**: emmagatzema els punts de seguiment dels trajectes, amb la posició geogràfica (**geom**) i la data-hora corresponent (**timestamp**).
- **wallet\_transactions**: recull els moviments econòmics derivats de l'activitat dels usuaris, indicant l'import (**amount**), el tipus de transacció i el seu estat (**transaction\_state**).

Finalment, el **component de distribució** documenta la logística de redistribució de bicicletes entre estacions, amb l'objectiu de mantenir l'equilibri de la flota i assegurar la qualitat del servei. La taula principal és **distribution**, on es registra cada operació de moviment de bicicletes, incloent-hi el moment d'inici i final del trasllat (**init\_timestamp**, **end\_timestamp**), la durada de l'operació (**distribution\_duration**), la bicicleta traslladada (**bike\_id**), entre d'altres.

Cal assenyalar que, al diagrama ER, les capes **stations** i **gps\_position** incorporen una “S” (*Spatial*) a l'encapçalament de la taula per indicar que inclouen dades (espacials), mentre que les taules **history\_stations**, **history\_racks** i **history\_bikes** porten una “L” perquè emmagatzemen informació de *Log*, és a dir, registres seqüencials de la història de canvis i esdeveniments rellevants del sistema.

Aquests cinc components han actuat com a criteri organitzador per simplificar l'estructura inicial i concentrar-la en taules amb valor operatiu. En aquest procés, s'han descartat tretze taules que tenien una funcionalitat limitada, ja fos perquè només donaven suport a processos d'anàlisi puntuals, o perquè duplicaven informació procedent d'altres fonts. Les taules eliminades s'inclourien principalment entre els components d'infraestructura (**stations**, **db\_station\_states**, **db\_station\_status**, **gbfs\_station\_status**, **gbfs\_station\_information**), bicicletes (**bikes**, **rPi\_bike\_detection\_state**, **gbfs\_bikes\_free\_status**). També s'han eliminat taules amb informació redundant sobre manteniment (**repairs\_reparacions**, **reports incidencies**) i informació dels usuaris (**users**, **customers**, **trips**). Així, només s'han mantingut les taules que contenen dades primàries amb una funció directa en la gestió del servei i que tenen dades úniques.

De les quinze taules resultants, tres (`history_station_status`, `db_bikes` i `db_racks`) contenien tant atributs estàtics (com identificadors, característiques permanents) com dades dinàmiques (valors que varien amb el temps). Per optimitzar el rendiment de les consultes, cada una s'ha dividit en dues entitats diferenciades, una per als atributs estàtics i una altra per a la informació dinàmica. Finalment, el model ER compta amb divuit taules que faciliten les consultes i la gestió d'aquestes.

Cal destacar també el cas de la taula `gps_position`, mantinguda dins l'estructura final de la base de dades tot i la seva utilitat analítica limitada en l'actualitat. La taula presenta una elevada absència de dades i diverses imprecisions en els registres, fet que en dificulta l'aprofitament per a l'anàlisi. Malgrat això, s'ha decidit conservar-la atenent al seu potencial de futur, ja que s'espera que pròximament comenci a registrar amb fiabilitat la posició GPS dels usuaris, la qual podria esdevenir una font de gran valor per a l'estudi dels patrons de mobilitat.

Per a fer la base de dades d'anàlisi encara més accessible, algunes de les taules finals han estat reanomenades de manera més intuïtiva, facilitant la comprensió de la funció de cada entitat sense necessitat d'examinar la seva estructura interna (veure taula 4.1). Aquest canvi no només agilitza la elaboració de consultes, sinó que també estableix una base sòlida per al manteniment i una futura ampliació de la base de dades, ja que contribueix a un llenguatge comú i clar entre desenvolupadors, analistes i altres usuaris del sistema.

Nom inicial de la taula	Nom final de la taula
<code>api_bike_state</code>	<code>bike_state</code>
<code>api_rack_state</code>	<code>rack_state</code>
<code>db_bikes</code>	<code>bikes</code> (estàtica) / <code>history_bike</code> (dinàmica)
<code>gps_position</code>	<code>gps_position</code>
<code>db_distribution</code>	<code>distribution</code>
<code>db_customers</code>	<code>customers</code>
<code>db_racks</code>	<code>racks</code> (estàtica) / <code>history_rack</code> (dinàmica)
<code>db_repair</code>	<code>repair</code>
<code>element_repair</code>	<code>element_repair</code>
<code>db_report</code>	<code>report</code>
<code>element_report</code>	<code>element_report</code>
<code>elements</code>	<code>elements</code>
<code>history_station_status</code>	<code>stations</code> (estàtica) / <code>history_station</code> (dinàmica)
<code>db_trips</code>	<code>trips</code>
<code>db_wallet_transactions</code>	<code>wallet_transactions</code>

**Taula 4.1:** Origen de les dades seleccionades i el nom final d'aquestes.

Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.

Paral·lelament, amb l'objectiu de protegir la privacitat dels usuaris i optimitzar l'emmagatzematge de dades, s'han eliminat totes aquelles columnes que no aportaven valor analític o que contenien informació delicada innecessària per als propòsits del projecte. Un exemple significatiu és el camp `reporting_user` de l'antiga taula `db_reports` (actual `reports`), el qual emmagatzemava adreces electròniques d'usuaris. Aquesta columna ha estat suprimida tant per raons de privacitat, com pel fet que no tenia cap utilitat analítica rellevant per als objectius plantejats.

La depuració de columnes ha tingut un impacte molt positiu en el rendiment i la mida de la base de dades. El volum total ha passat de 232,4 MB a 208,7 MB, suposant una reducció del 10,2%. Paral·lelament, s'han eliminat 112.699 registres considerats redundants o no útils per a l'anàlisi, reduint el total de 2.220.249 a 2.107.550 registres.

Per assegurar la coherència temporal dels resultats, s'ha aplicat un filtre que limita les dades a l'interval comprès **entre l'1 de febrer de 2024 i el 31 de gener de 2025**, garantint que totes les consultes i informes treballin amb períodes comparables i rellevants per a l'avaluació del servei.

L'estructura normalitzada de la base de dades, implementada en format *Geopackage*, permet realitzar consultes *SQL* per extreure informació rellevant (veure Annex C). Aquest format facilita la consulta integrada des de programes de Sistemes d'Informació Geogràfica (SIG), però també es podrien executar consultes des d'altres gestors de bases de dades que admetin el llenguatge *SQL* estàndard.

Un exemple pràctic del funcionament de les consultes seria, per exemple, voler saber quants usuaris han realitzat almenys un viatge durant el mes de març de 2024. Per fer-ho, caldria partir de la taula *trips*, que recull tots els trajectes registrats. La taula inclou, entre altres camps, l'identificador de l'usuari (*customer\_id*) i la data i hora d'inici del viatge (*init\_timestampbikes*). El primer pas consistiria a filtrar les files de la taula *trips* per seleccionar únicament aquells trajectes iniciats entre l'1 de març de 2024 a les 00:00 i el 31 de març de 2024 a les 23:59. A continuació, caldria identificar els usuaris únics que han fet almenys un viatge dins d'aquest període. Això es pot fer agrupant per *customer\_id* i comptant el nombre d'identificadors diferents per obtenir el total d'usuaris actius durant el mes.

Si es volgués ampliar la consulta per obtenir més informació sobre aquests usuaris (com ara la seva edat, gènere o si tenen el compte validat), es podria fer una unió (JOIN) amb la taula *customers*, que emmagatzema aquestes dades personals. Aquesta unió es fa a través del camp comú *customer\_id*, present en ambdues taules.

A partir d'aquesta base de dades, s'han formulat un seguit de consultes pensades per donar resposta a diferents necessitats analítiques, tasques de gestió o de suport a la presa de decisions. Les consultes s'han agrupat per blocs segons la seva especificitat:

- El primer bloc inclou estadístiques descriptives generals, com ara el nombre total de viatges registrats, la durada mitjana d'un trajecte, la distribució per sexe dels usuaris o, inclús, la identificació de la bicicleta amb més incidències. Aquestes consultes permeten construir una visió global del funcionament del sistema i serien especialment útils per alimentar un panell de visualització o informes de seguiment periòdic.
- El segon bloc recull estadístiques descriptives estratificades per altres variables, obtenint així indicadors més específics. En aquest bloc s'han desenvolupat consultes que relacionen, per exemple, el nombre de viatges segons el sexe o l'edat dels usuaris, l'activitat per estació d'origen i destí, o els viatges fets per intervals horaris. Aquest nivell de detall permet identificar patrons de comportament i perfils d'ús diferenciats, amb aplicacions tant en la planificació de serveis com en el disseny de campanyes dirigides a col·lectius concrets.
- El tercer bloc se centra en aspectes complementaris d'interès relacionats amb el funcionament del servei, incloent-hi tant problemàtiques detectades com qüestions d'anàlisi espacial. Aquestes darreres es poden abordar gràcies a les capacitats geogràfiques del format *Geopackage*, que permet integrar i analitzar la dimensió espacial de les dades de manera eficient. Aquest enfocament facilita una lectura més profunda de la dinàmica del servei i del comportament dels usuaris en l'espai i en el temps.

Aquests i altres indicadors, un total de 55 en estadístiques descriptives generals, 7 en estadístiques estratificades i 4 en aspectes complementaris, es desenvolupen i s'exemplifiquen en les seccions que venen a continuació.

## 4.2 Estadístiques descriptives generals

Pel que fa a les estadístiques descriptives, s'han definit diversos càlculs agregats que poden resultar útils tant per a la gestió del servei com per al suport a la presa de decisions. Aquests càlculs s'organitzen en cinc blocs temàtics, compostos pels usuaris, els viatges, les bicicletes, la infraestructura i la distribució.

Les consultes que es presenten són exemples il·lustratius d'indicadors que podrien integrar-se en un sistema d'anàlisi del servei, i no pas resultats definitius. Aquestes es van proposar inicialment al servei de bicicletes públiques de Reus per explorar el seu potencial valor analític en l'avaluació del funcionament global del sistema i en la detecció d'àrees de millora. A partir d'aquesta base, el mateix servei ha suggerit nous indicadors d'interès, com ara el recompte d'origens i destins per usuari, especialment útil per identificar patrons d'ús i optimitzar la ubicació de les estacions. L'objectiu final és desenvolupar un quadre de comandament que doni suport tant a la visió estratègica com a la gestió operativa del servei.

El primer bloc, el dels usuaris (veure taula 4.2), recull un total de setze indicadors els quals es troben relacionats amb la base d'usuaris del servei. Inclou des de xifres globals de registre i validació, fins a perfils demogràfics (edat, gènere, residència) i estadístiques de comportament (ús intensiu, nombre de viatges, diversitat d'estacions). Aquests indicadors permeten avaluar el volum i la qualitat dels usuaris, comprendre el perfil i la fidelització i detectar oportunitats de segmentació o millora de *l'onboarding* i de la comunicació segons edat, gènere o ubicació.

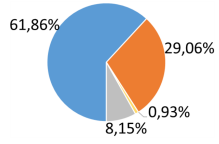
Un d'aquests indicadors ens permet observar que, durant el període analitzat, s'hi van registrar 8.745 usuaris. D'aquests, només 3.235 (un 36,99%) han fet almenys un viatge, la qual cosa posa en relleu una possible barrera, sigui d'accés o de motivació, per emprar el servei. A més, el 27,87% dels usuaris registrats no han completat el procés de validació, fet que pot estar dificultant l'atracció i la conversió plena dels nous usuaris.

Altres indicadors ens permeten veure el perfil dels usuaris segons el seu gènere, observant com hi ha una clara majoria d'homes (61,86%) enfront d'un 29,06% de dones. També, que els usuaris actius són principalment adults, amb una mitjana de 36,74 anys, i el més veterà arriba fins als vuitanta-quatre anys, un indicador que subratlla l'atractiu intergeneracional de la mobilitat urbana sostenible.

Per altra banda, es pot saber també l'origen geogràfic dels usuaris, on es destaca que un 79,11% resideixen a Reus, fet que subratlla el caràcter local i urbà del servei. A més, un 9,35% procedeix d'altres municipis de la província de Tarragona (fora de Reus), indicant un ús puntual vinculat a desplaçaments per feina, estudis o oci. També permet destacar que, el servei té una presència molt limitada de visitants estrangers, on només sumen un 1,55% dels usuaris.

En l'aspecte de la intensitat i diversitat d'ús del servei, es pot destacar com el 22,26% dels usuaris únics ha realitzat més de 25 trajectes al llarg del període analitzat, un valor relativament baix que indica que gairebé el 80% dels usuaris fa un ús puntual o molt moderat del servei.

L'anàlisi mostra que el 55,95% dels usuaris han començat els seus trajectes en més de dues estacions diferents, fet que reflecteix una certa flexibilitat o variabilitat en l'ús del sistema. En canvi, només un 18,3% dels usuaris han iniciat els seus desplaçaments exclusivament des de dues estacions. Aquest percentatge relativament baix és destacable, tenint en compte que aquest patró podria semblar força habitual en desplaçaments quotidians, per exemple, l'ús d'una estació pròxima a casa i una altra prop del lloc de feina. Per altra banda, un 25,75% d'usuaris han iniciat i finalitzat sempre els seus viatges a la mateixa estació, seguint un patró circular. Aquest comportament pot respondre a usos puntuals o recreatius, i contrasta amb la baixa proporció d'usuaris que es limiten a dues estacions.

Mètrica	Descripció	Resultat
Usuaris registrats (total)	Nombre total d'usuaris que s'han registrat al servei durant el període analitzat.	8.745
Usuaris registrats no validats (%)	Percentatge d'usuaris que han creat un compte però no han completat el procés de validació.	27,87%
Usuaris únics	Nombre d'usuaris que han realitzat almenys un viatge amb el servei durant el període.	3.235
Sexe dels usuaris	Distribució percentual dels usuaris únics per gènere (homes, dones, no definits, NULL).	
Edat mitjana	Mitjana d'edat dels usuaris únics.	36,7 anys
Edat de l'usuari més veterà	Edat de l'usuari més gran d'edat que ha utilitzat el servei.	84 anys
Usuaris de Reus (%)	Percentatge d'usuaris amb residència registrada a Reus.	79,11%
Usuaris resta província (%)	Percentatge d'usuaris residents a la província de Tarragona fora de Reus.	9,35%
Usuaris resta d'Espanya (%)	Percentatge d'usuaris amb residència a Espanya (inclou Reus i resta província).	97,6%
Usuaris estrangers (%)	Percentatge d'usuaris amb residència fora d'Espanya.	1,55%
Número d'usuaris al juny 2024	Usuaris únics que han utilitzat el servei durant el juny de 2024.	721
Número d'usuaris al gener 2025	Usuaris únics que han utilitzat el servei durant el gener de 2025.	490
Usuaris que han fet >25 viatges (%)	Percentatge d'usuaris amb més de 25 viatges durant el període.	22,26%
Usuaris que han iniciat viatges en >2 estacions (%)	Percentatge d'usuaris que han iniciat viatges en més de dues estacions.	55,95%
Usuaris que han utilitzat 2 estacions (%)	Percentatge d'usuaris que han iniciat viatges només en dues estacions.	18,3%
Usuaris que només han utilitzat 1 estació (circular) (%)	Percentatge d'usuaris que inicien i acaben sempre a la mateixa estació.	25,75%

**Taula 4.2:** Indicadors generals sobre els usuaris (01/02/2024 - 31/01/2025).

Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.

Aquest segon bloc, el qual tracta dels viatges fets pels usuaris del servei (veure taula 4.3), conté un total d'onze indicadors de trànsit realitzat: quantitat, durada i patrons temporal i espacial. Aquests indicadors permeten mesurar l'ús global i per usuari (viatges totals, mitjana per usuari), detectar comportaments extrems (viatges molt curts o molt llargs) i identificar pics d'activitat per dia de la setmana i per franja horària, per tal d'ajustar les operacions de distribució i les promocions que es puguin fer del servei.

Un indicador molt rellevant és la quantitat de viatges registrats durant aquest període,

on s'han fet 83.383 viatges, una xifra que ens permet entendre la magnitud del servei, poden comparar-lo amb altres, o amb ell mateix en els pròxims anys, on ja es comptarà amb una magnitud major de dades. En termes d'ús individual del servei, la mitjana de viatges per usuari únic se situa en 25,78, mentre que l'usuari més actiu ha realitzat fins a 1.616 trajectes, xifres que fan valdre l'ús d'aquest servei i a la vegada manifesta l'existència d'un grup molt fidelitzat i altament compromès.

Altres aspectes destacats relacionats amb el temps dels trajectes són, per exemple, les diferències en la seva duració. El 71,40% dels viatges són curts (inferiors a 10 minuts), mentre que només un 2,10% s'allarguen més d'una hora, fet que subratlla l'orientació cap a desplaçaments ràpids i puntuals, i posa de manifest que els usos prolongats són molt poc freqüents.

Pel que fa a les dades concretes, la mitjana d'un viatge amb *La Ganxeta* és de 16 minuts i 53 segons, un temps coherent amb un ús urbà convencional. No obstant això, s'ha registrat un trajecte extrem que ha durat 4 dies, 17 hores, 30 minuts i 48 segons, un cas atípic que, com van remarcar els tècnics de Reus, probablement reflecteix una incidència o un ús excepcional de la plataforma, i per tant no és representatiu.

Una altra dada rellevant per analitzar i controlar el sistema és la mitjana de viatges per bicicleta per dia, la qual se situa en 0,79, el que significa que, de la totalitat de bicicletes del servei, més d'un 20% no fa cap viatge al dia, un valor que permet avaluar el nivell d'ocupació de la flota.

<b>Mètrica</b>	<b>Descripció</b>	<b>Resultat</b>
Nombre total de viatges	Total de trajectes realitzats pels usuaris amb el servei durant el període.	83.383
Mitjana de viatges per usuari únic	Nombre mitjà de viatges emprats per cada usuari que ha utilitzat el servei.	25,78
Número màxim de viatges fets per un usuari (TOP 1)	La xifra de viatges més alta registrada per un sol usuari en el període.	1.616
Durada mitjana del viatge	Temps mitjà transcorregut en cada viatge, expressat en minuts i segons.	16 minuts i 53 segons
Durada màxima del viatge	Temps més llarg registrat en un sol viatge, expressat en dies, hores, minuts i segons.	4 dies, 17 hores, 30 minuts i 48 segons
Viatges curts (<10 min) (%)	Percentatge de viatges que han tingut una durada inferior a 10 minuts.	71,40%
Viatges llargs (>60 min) (%)	Percentatge de viatges que han superat l'hora de durada.	2,10%
Viatges que comencen i acaben a la mateixa estació (%)	Percentatge de viatges amb origen i destinació a la mateixa estació.	8,14%
Mitjana de viatges per bici per dia	Nombre mitjà de trajectes que realitza cada bicicleta cada dia.	0,79
Dia de la setmana amb més viatges	Dia en què s'ha registrat el nombre més alt de viatges totals.	Dijous
Franja horària del dia amb més viatges	Franja horària amb major activitat de viatges registrada durant el període.	19:00 – 19:59h

**Taula 4.3:** Indicadors generals sobre els viatges (01/02/2024 - 31/01/2025).

Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.

El bloc dedicat a les bicicletes (veure taula 4.4) inclou deu indicadors centrats en la gestió

i el rendiment de la flota del servei. Aquests recullen dades d'ús (com el nombre de viatges i les hores acumulades), així com informació sobre incidències i reparacions. Aquest conjunt d'indicadors permet fer un seguiment detallat de l'estat i la disponibilitat de les bicicletes (per exemple, mitjana d'incidències setmanals o temps fora de servei), identificar unitats amb un comportament anòmal (com les que acumulen més incidències o hores d'ús), i optimitzar tant el manteniment com la rotació de la flota.

Mètrica	Descripció	Resultat
Bicicletes totals del servei	Nombre de bicicletes disponibles al servei durant el període analitzat.	250
ID bicicleta amb més viatges	Identificador de la bicicleta que ha acumulat més trajectes.	0111 (519)
ID bicicleta amb més hores d'ús	Identificador de la bicicleta amb major temps total d'ús.	0087 (11 dies, 19 h, 31 min i 56 s)
Mitjana d'incidències per setmana (bicicletes)	Nombre mitjà setmanal d'incidències relacionades amb les bicicletes.	75,33
Incidència més comuna en les bicicletes	Tipus d'incidència que apareix amb més freqüència en les bicicletes.	No tanca viatge
ID bicicleta amb més incidències	Identificador de la bicicleta amb el nombre més alt d'incidències registrades.	0012 (71)
Bicicletes amb incidències però sense reparació (%)	Percentatge de bicicletes que han tingut incidències però no s'han reparat durant el període.	1,19%
ID bicicleta que ha estat més cops reparada	Identificador de la bicicleta amb més intervencions de reparació realitzades.	0064 (12)
Bicicletes amb almenys una reparació (%)	Percentatge de bicicletes que han rebut almenys una reparació.	93,25%
Temps mitjà en que les bicicletes es troben fora de servei	Temps mitjà que una bicicleta està inactiva per incidència o manteniment.	5 h, 1 min i 48 s

**Taula 4.4:** Indicadors generals sobre les bicicletes (01/02/2024 - 31/01/2025).

*Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.*

Alguns indicadors clau per mesurar tant l'ús com la salut operativa del servei inclouen, per exemple, el nombre total de bicicletes disponibles (actualment 250 unitats), que determina el volum de recursos a disposició dels usuaris. Aquesta xifra pot fluctuar en funció de l'evolució del servei i de la demanda, de manera que un creixement en el nombre de viatges o l'expansió geogràfica requereix ajustar la flota per garantir la cobertura òptima i el nivell de servei esperat.

Un altre indicador interessant és la mitjana setmanal d'incidències, la qual se situa en 75,33, la qual cosa posa de manifest la freqüència amb què es produeixen problemes a la flota. La incidència més comuna reportada vers les bicicletes és que el viatge no es tanca, assenyalant un defecte recurrent en el sistema d'ancoratge que cal solucionar de manera prioritària per minimitzar els viatges fallits i millorar l'experiència de l'usuari.

D'altra banda, el 93,25% de les bicicletes ha requerit almenys una intervenció de reparació durant el període, cosa que revela els desperfectes ocasionats tant per l'exposició constant a l'entorn urbà com per un ús incontrolat en alguns casos. A més, el temps mitjà fora de servei

per incidència o manteniment és de 5 h 1 min 48 s, xifra que evidencia l'impacte operatiu de cada reparació i subratlla la importància d'optimitzar els processos de manteniment per reduir al màxim la pèrdua de disponibilitat de la flota.

Pel que fa al bloc de la infraestructura, el qual s'inclouen les estacions i els *racks* (veure taula 4.5), trobem un total de dotze indicadors, on s'exposen els indicadors de les estacions i els seus *racks* (nombre total, fluxos d'arribada i sortida, i estat de manteniment). Aquests ens permeten a avaluar la salut de la xarxa d'estacions (incidències, reparacions de *racks*), detectar desequilibris de flux (estacions amb dèficit o excedent) i optimitzar la distribució i planificar ampliacions o ajustos en punts crítics.

<b>Mètrica</b>	<b>Descripció</b>	<b>Resultat</b>
Estacions totals del servei	Nombre d'estacions operatives del servei en tot el sistema.	21
<i>Racks</i> totals del servei	Nombre total de punts d'ancoratge ( <i>racks</i> ) disponibles a totes les estacions.	456
Estació amb més sortides	Estació des de la qual han començat més viatges.	Oques (6.999)
Estació amb més arribades	Estació on han acabat més viatges.	Greco (6.345)
Major flux net positiu (arivals – departures)	Estació amb el màxim excedent d'arribades respecte a sortides.	Astorga 2 (2.253)
Major flux net negatiu (departures – arivals)	Estació amb el dèficit més gran de sortides respecte a arribades.	Oques (-2.870)
Mitjana d'incidències per setmana ( <i>racks</i> )	Nombre mitjà setmanal d'incidències relacionades amb els <i>racks</i> .	6,33
Incidència més comuna en els <i>racks</i>	Tipus d'incidència que apareix amb més freqüència en els punts d'ancoratge.	Altres
<i>Racks</i> amb més incidències	Identificador del <i>racks</i> on s'han registrat més incidències.	510 (6)
<i>Racks</i> amb menys incidències	Identificador del <i>racks</i> amb menys incidències registrades.	24 (1)
<i>Racks</i> amb més reparacions	Identificador del <i>racks</i> amb més intervencions de reparació.	523 (3)
<i>Racks</i> amb menys reparacions	Identificador del <i>racks</i> amb menys reparacions realitzades.	101 (1)

**Taula 4.5:** Indicadors generals sobre la infraestructura (01/02/2024 - 31/01/2025).

Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.

Un dels indicadors més rellevants és el nombre d'estacions operatives, que defineix l'abast del servei. Durant el període analitzat, aquest valor s'ha mantingut en 21 estacions actives, tot i que pot variar a mesura que s'afegeixin o es retirin punts de servei. En paral·lel, el nombre total de *racks*, és a dir, els punts d'ancoratge per estacionar les bicicletes, ha estat de 456. Aquesta xifra determina la capacitat màxima de la flota i influeix directament en la comoditat d'ús: com més *racks* té una estació, més fàcil és per als usuaris trobar lloc per aparcar o recollir una bici. Igual que les estacions, el nombre de *racks* pot ajustar-se en funció de la demanda i de l'expansió de la xarxa.

Altres indicadors clau analitzen el trànsit per estació: Oques és la que registra més sortides (6.999), mentre que Greco encapçala les arribades (6.345) indicant els punts d'origen i destí més freqüentats pels usuaris. Si mirem els fluxos nets (diferència entre arribades i sortides) veiem que Astorga 2 acumula l'excés més gran de bicicletes (flux net positiu, amb 2.253), mentre que Oques presenta el dèficit més gran (flux net negatiu, amb -2.870). Aquesta informació és

fonamental per planificar intervencions de redistribució i assegurar un equilibri òptim de la flota en tota la xarxa.

A més, la infraestructura de *racks* experimenta una mitjana de 6,33 incidències setmanals, molt inferior al ritme d'incidències que afecten la flota de bicicletes. Aquest indicador ens revela que, malgrat existir problemes en els punts d'ancoratge, la seva freqüència és moderada i relativament estable. Curiosament, la categoria "Altres" encapçala els registres d'incidència, la qual cosa suggereix que molts dels incidents no encaixen en les categories predefinides. Això posa de manifest la necessitat de revisar i ampliar el llistat de tipologies d'incidències per poder classificar millor els errors més habituals, agilitzar-ne la resolució i millorar la qualitat del manteniment dels *racks*.

El darrer bloc està dedicat a les operacions de distribució de bicicletes a càrrec de *Reus Mobilitat i Serveis* (RMS) i inclou sis indicadors clau per mesurar la seva eficiència (veure taula 4.6). S'hi recullen el nombre i la durada de cada moviment, el percentatge d'operacions llargues, així com quines bicicletes i quines estacions participen més en aquestes redistribucions. Aquestes indicadors permeten avaluar el rendiment logístic, detectar punts i unitats amb major activitat i, per tant, amb més necessitat de revestiment, i poder optimitzar tant les rutes com la programació temporal del servei de redistribució.

Mètrica	Descripció	Resultat
Mitjana d'operacions de distribució per bicicleta	Nombre mitjà de reubicacions de cada bicicleta per operacions de distribució.	49,16
Durada mitjana de les operacions de distribució	Temps mitjà empleat en cada moviment de redistribució de bicicletes, expressat en hores, minuts i segons.	6 h, 9 min i 46 s
Temps de distribució > 30 min (%)	Percentatge de moviments de redistribució que han superat 30 minuts.	51,24%
Bicicleta amb més moviments de distribució	Identificador de la bicicleta més traslladada per operacions de distribució.	0059 (73)
Estació d'origen més activa en distribucions	Estació des de la qual s'han iniciat més moviments de redistribució.	Greco (1.504)
Estació amb més recepció de bicicletes per distribució	Estació que ha rebut més bicicletes per moviments de redistribució.	Renfe (1.894)

**Taula 4.6:** Indicadors generals sobre la distribució (01/02/2024 - 31/01/2025).

Font: *Reus Mobilitat i Serveis*, 2025. Elaboració pròpia.

Algunes indicadors clau de la redistribució de bicicletes revelen tant la intensitat com els colls d'ampolla operatius de la nostra logística. Per exemple, cada bicicleta s'ha reubicat de mitjana 49,16 vegades durant el període, una rotació notable que posa de manifest la demanda constant i la necessitat d'equilibrar la flota entre estacions.

A més a més, s'ha de tenir en compte que aquestes operacions de redistribució són molt llargues, on el temps mitjà per operació se situa en 6 h 9 min 46 s, un còmput que engloba la càrrega, el trajecte i la descàrrega de les bicicletes. Addicionalment, el 51,24% dels moviments supera els 30 min, fet que assenyalava clarament quines rutes o processos podrien beneficiar-se d'una revisió per guanyar eficiència.

Finalment, identificar quines unitats i quins punts generen més activitat ajuda a prioritzar esforços: la bicicleta 0059 és l'element més traslladat de la flota (73), mentre que l'estació Greco

(1.504) concentra el major nombre de sortides de distribució i Renfe (1.894) n'és la destinació principal. Aquests nodes crítics marquen on cal focalitzar recursos i optimitzar horaris i rutes.

### 4.3 Descriptors estratificats

Com a part de les propostes d'anàlisi dissenyades a partir del model de dades, aquest apartat aprofundeix en la comprensió del funcionament del servei mitjançant l'ús d'indicadors descriptius estratificats. Suposa un pas metodològic rellevant respecte a l'anàlisi inicial, centrada en indicadors generals, ja que permet explorar amb més detall la interrelació entre variables i detectar dinàmiques d'ús més específiques. Aquesta aproximació facilita la segmentació de la informació i permet identificar patrons de comportament o variacions temporals que serien difícils de detectar a partir d'una visió agregada del sistema.

En aquest context, una de les primeres dimensions analitzades ha estat el sexe dels usuaris, com a variable clau per començar a identificar possibles desigualtats en l'accés i l'ús del servei. L'estudi de la distribució dels viatges segons aquesta característica permet detectar patrons diferencials en la intensitat d'ús i plantejar hipòtesis sobre les barreres o preferències que podrien explicar-los. A continuació, s'exposa l'anàlisi de la taula (veure taula 4.7), que sintetitza aquestes diferències a través d'estadístiques descriptives segmentades per sexe.

Num. viatges	Homes	Dones	No definits	NULL	Total
1-2 viatges	631	359	11	39	1.039
3-10 viatges	628	318	10	56	1.015
11-25 viatges	283	125	2	50	461
26-60 viatges	234	67	3	52	357
+60 viatges	227	72	4	59	363
<b>Total</b>	2.008	941	30	256	3.235

**Taula 4.7:** Distribució del nombre de viatges realitzats per sexe.

*Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.*

Una primera observació de les dades mostra un predomini clar dels homes en totes les franges de nombre de viatges. Tant en els usuaris esporàdics (1-2 viatges) com en els més intensius (més de 60 viatges), els homes superen de manera sistemàtica les dones en nombre absolut. Aquesta pauta podria indicar una desigualtat en la manera com els diferents sexes utilitzen el servei, amb una presència masculina més marcada, especialment entre els usuaris habituals. Aquesta situació pot estar relacionada amb factors com la disponibilitat temporal, el tipus de desplaçament (lleure vs. obligat), la percepció de seguretat en l'ús de la bicicleta o la ubicació de les estacions en relació amb els llocs de residència i treball.

També cal destacar que la major part dels usuaris, independentment del sexe, es concentra en les franges de menor nombre de viatges. Aquest comportament reflecteix un ús generalment ocasional o moderat del servei i, a mesura que augmenta la intensitat d'ús, es produeix una disminució progressiva del nombre d'usuaris. Es tracta d'un patró habitual en serveis de mobilitat compartida, on una part important dels usuaris són puntuals o de baixa recurrència, mentre que només una minoria en fa un ús intensiu.

Un aspecte rellevant de l'anàlisi és la presència de dues categories diferenciades en relació amb el sexe: "No definit" i "NULL". La categoria "No definit" inclou aquelles persones que, o bé no s'identifiquen amb cap dels sexes binaris, o bé han triat explícitament no declarar-lo. Com es pot apreciar, aquestes representen un valor petit d'usuaris del servei, centralitzats sobretot en l'ús esporàdic del servei. Per contra, els valors "NULL" corresponen a registres en què no s'ha omplert la casella del sexe, deixant aquesta informació en blanc. La presència

significativa d'aquesta categoria, sobretot en els trams de majors viatges, genera dubtes sobre la qualitat, exhaustivitat i rigor en la recollida de dades demogràfiques. Aquesta manca d'informació representa una limitació clara per a una anàlisi de gènere completa i precisa, i posa en evidència la necessitat de revisar i millorar els processos de registre i gestió de dades per tal de garantir una millor representativitat i fiabilitat en futurs estudis.

Tot i les diferències en nombres absoluts, cal remarcar que la distribució percentual dels usuaris segons el nombre de viatges mostra un comportament similar entre homes, dones i no definits. Això suggereix que, proporcionalment, l'ús intensiu del servei és minoritari, reforçant la idea d'un ús esporàdic generalitzat del sistema.

A més de l'anàlisi per sexe, una altra dimensió demogràfica fonamental per entendre l'ús del servei és l'edat dels usuaris. Enllaçant amb les diferències observades entre homes i dones, la següent taula (veure taula 4.8) aporta informació complementària en mostrar com es distribueixen els viatges segons trams edat-viatge.

Num. viatges	Joves (14-29)	Adults (30-64)	Sènior (+64)	NULL	Total
1-2 viatges	389	565	46	39	1.039
3-10 viatges	428	508	20	59	1.015
11-25 viatges	222	183	6	51	461
26-60 viatges	162	138	4	53	357
+60 viatges	150	148	4	60	363
<b>Total</b>	1.351	1.542	80	262	3.235

**Taula 4.8:** Distribució del nombre de viatges realitzats per edat.

Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.

En primer lloc, observem que els dos grups d'edat més representatius són el col·lectiu Adult (30-64 anys), amb un 47,66% dels usuaris, i el col·lectiu Jove (14-29 anys), amb un 41,76%. El segment Sènior (+ 64 anys) només arriba al 2,47%, i els registres "NULL" (usuaris que no han informat l'edat) representen un 8,10% de la mostra. Tot i que els Adults constitueixen la major part dels usuaris en valors absoluts, el grup de Joves mostra una proporció lleugerament superior en els intervals d'ús més intensiu (més de 25 viatges), cosa que suggereix una inclinació més marcada d'aquest últim cap a l'ús freqüent de la bicicleta compartida. Aquest matis obliga a diferenciar entre volum total d'usuaris i perfil d'usuari, i pot orientar estratègies de fidelització i comunicació diferenciades per a cada col·lectiu.

Quant a la intensitat d'ús, els patrons coincideixen amb l'esperat en un servei de mobilitat compartida: la majoria d'usuaris realitzen viatges puntuals o moderats. Concretament, els intervals de "1-2 viatges" i "3-10 viatges" acullen més del 60% dels Joves i gairebé el 70% dels Adults, cosa que evidencia que el gruix de l'activitat es concentra en usos ocasionals o de freqüència baixa. A mesura que augmenta el nombre de viatges, passant als blocs de "11-25 viatges", "26-60 viatges" i "més de 60 viatges", s'observa una caiguda progressiva dels usuaris en ambdós col·lectius. No obstant això, aquesta reducció és menys marcada en els trams més elevats ("26-60" i "+60 viatges"), on Joves i Adults, malgrat representar una proporció menor en nombre absolut, es mouen en percentatges relativament similars dins del grup d'usuaris més fidels.

Pel que fa al col·lectiu Sènior, la seva presència és pràcticament testimonial en totes les categories, amb menys del 2% dels usuaris en qualsevol interval de viatges. Aquesta baixíssima participació podria respondre a factors diversos, des d'obstacles físics (l'esforç necessari), fins a tecnologies poc intuïtives (ús de l'app) o la percepció d'un entorn viari insegur. Entendre les barreres específiques d'aquest segment requeriria una recerca qualitativa profunda, amb la realització d'enquestes, entrevistes o altres mètodes per entendre que està passant, i poder dissenyar posteriorment mesures adaptatives que n'afavoreixin la integració.

Cal assenyalar que els registres amb edat “NULL” (usuaris que no han informat la seva franja) sumen un 8% de la base i apareixen de forma relativament estable en tots els intervals. En tractar-se de dades no informades, aquests casos actuen com un grup independent que pot alterar els percentatges reals i emmascarar tendències rellevants. Per mitigar aquest biaix, convindria reforçar els camps de registre, fent-lo obligatori, millorant la transparència de la sol·licitud d’informació, de manera que, en un futur anàlisi, es pugui disposar d’una visió més neta i fiable de l’impacte de l’edat sobre l’ús del servei.

Després de l’anàlisi demogràfica centrada en el sexe i l’edat dels usuaris, resulta especialment útil introduir una nova dimensió d’estudi que ens permeti entendre el comportament temporal de l’ús del servei, analitzant la distribució dels viatges per estació i trimestre. Aquesta perspectiva permet aprofundir en els patrons d’ús i a la temporalitat, complementant la visió de perfil d’usuari amb una lectura dinàmica del sistema en l’espai i el temps.

El següent gràfic (veure figura 4.2), mostra el nombre de viatges realitzats des de cada estació en cadascun dels trimestres compresos entre febrer de 2024 i gener de 2025. A través d’aquesta informació es poden identificar estacions amb una demanda més elevada i detectar estacionalitats o canvis en la intensitat d’ús segons el període de l’any.

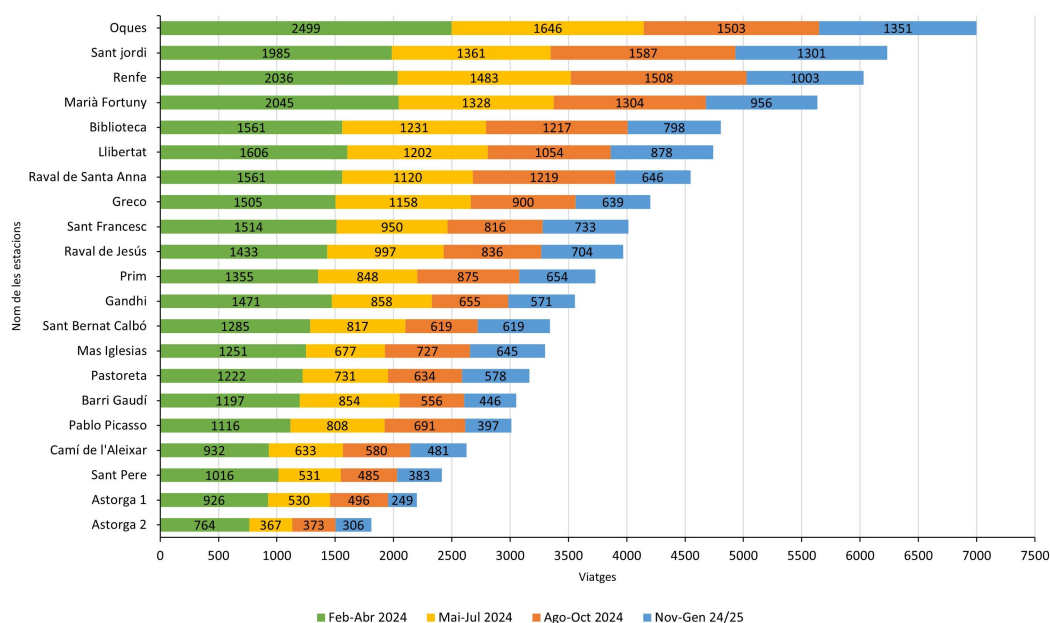


Figura 4.2: Distribució del nombre de viatges realitzats per trimestre per cada estació.

Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia..

Una primera observació revela que les estacions Oques, Sant Jordi, Renfe i Marià Fortuny acumulen el volum més gran de viatges, amb valors totals per sobre dels 5.500 viatges en l’any analitzat. Aquesta concentració d’ús pot estar vinculada a la seva ubicació estratègica, propera a nodes de mobilitat (com l’estació de tren), zones residencials d’alta densitat o equipaments cívics i comercials de rellevància (com el mercat o el centre comercial de la Fira).

En l’extrem oposat, les estacions Astorga 2, Astorga 1, Sant Pere i Aleixar són les que registren el menor nombre de viatges, amb totals que no arriben als 2.700 usuaris anuals. Aquestes diferències poden reflectir una combinació de factors, com són una menor densitat poblacional a l’entorn, distàncies més llargues al centre urbà o manca d’equipaments i serveis pròxims que incentivin l’ús de la bicicleta compartida.

Pel que fa a la distribució temporal de l’ús del servei, s’aprecia una caiguda sostinguda del nombre de viatges des del llançament fins al gener següent. Concretament, els mesos de febrer a abril de 2024 concentren el pic de demanda més elevat, amb 30.280 viatges. Aquest

coincideix amb el període on el servei era completament gratuït, fet que va provocar que un nombre elevat de viatgers volguessin provar el servei com a una nova oportunitat per a desplaçar-se. Un cop a principis de maig es va activar el sistema de pagament, el volum de viatges va començar a reduir-se de forma progressiva en cada trimestre següent.

Aquest comportament es pot interpretar de dues maneres complementàries. D'una banda, la gratuïtat inicial va atraure molts usuaris interessats a provar el sistema; d'aquests, només una part va acabar convertint-se en usuaris recurrents un cop van valorar-ne la utilitat i la comoditat. D'altra banda, la introducció de tarifes, pot ser, va suposar una barrera addicional per a alguns usuaris ocasionals, que van reduir o abandonar completament l'ús després de la fase de prova gratuïta.

A més, aquesta tendència de descens en els trimestres posteriors (de maig–juliol, agost–octubre i novembre–gener) es veu amplificada per l'estacionalitat climàtica (temperatures més baixes i condicions meteorològiques menys favorables a l'hivern) i per la disminució de la mobilitat urbana durant períodes festius com les vacances de Nadal. Com a resultat, a l'últim trimestre (novembre 2024–gener 2025) es registren els mínims anuals de viatges, fruit tant del factor tarifari com de canvis estacionals i d'hàbits de desplaçament.

Cal, però, tenir en compte que només disposem de dades corresponents a un any de funcionament, de manera que no es poden extreure encara conclusions definitives sobre aquesta tendència descendent; serà necessari, per tant, comparar aquestes dades amb els resultats que s'obtinguin en un futur anàlisi per a validar si aquest patró es manté al llarg del temps.

## 4.4 Comparativa de l'ús del servei en diferents períodes estacionals

Dins el conjunt de propostes d'anàlisi plantejades, s'ha explorat la influència de l'estacionalitat i dels factors contextuals en l'ús del servei. En aquest sentit, cal remarcar que l'enfocament adoptat permetria fer comparatives més àmplies, tant entre diferents períodes dins d'un mateix any com de manera interanual, amb l'objectiu de detectar patrons i tendències d'ús al llarg del temps. Com a exemple il·lustratiu, s'han analitzat tres setmanes representatives de moments diversos de l'any: la tercera setmana de juliol (del 15/07/2024 al 21/07/2024), la tercera setmana de gener (del 13/01/2025 al 19/01/2025) i, posteriorment, la setmana del 19/02/2024 al 25/02/2024, corresponent a una fase inicial significativa del servei.

L'elecció d'aquestes setmanes respon a la voluntat d'observar diferències en els patrons d'ús associats tant a les condicions climàtiques com a l'evolució del servei. Així, la setmana de juliol reflecteix un període d'activitat estival intensa, amb temperatures elevades, vacances i presència de turisme; la setmana de gener exemplifica un escenari hivernal amb menor activitat recreativa i rutina laboral consolidada; mentre que la setmana de febrer coincideix amb una etapa inicial del servei, encara gratuït, fet que va afavorir una elevada participació d'usuaris nous que el volien provar.

Així doncs, la següent taula (4.9), mostra diversos indicadors d'ús del servei durant les setmanes seleccionades, cosa que permet identificar diferències notables entre període estival i l'hivern.

En primer lloc, s'observa una major demanda total del servei durant la setmana del 19 al 25 de febrer (3.257 viatges), seguida de la tercera setmana de juliol (1.351 viatges) i, finalment, la tercera setmana de gener (1.051 viatges). Aquesta elevada xifra de febrer pot atribuir-se al fet que correspon a una etapa inicial del servei, en què molts usuaris van voler provar-lo, especialment perquè durant aquest període el servei era gratuït. Aquest fet posa de manifest la influència que poden tenir, a més de l'estacionalitat, factors com la gratuïtat o la novetat

Setmana	Viatges totals	Màxims diaris	Mínims diaris	Entre setmana	Cap de setmana
19–25 febrer 2024	3.257	566	275	2.581	676
15–21 juliol 2024	1.351	231	81	1.126	225
13–19 gener 2025	1.051	187	87	846	205

**Taula 4.9:** Comparativa d'ús del servei durant la tercera setmana de Febrer i juliol de 2024, i gener de 2025.

*Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.*

del servei en la seva demanda.

Pel que fa a la intensitat de l'ús diari, la setmana de febrer destaca amb valors molt superiors tant pel que fa al nombre màxim de viatges en un dia (566) com al mínim (275), xifres molt per sobre de les observades al juliol (231 i 81) i al gener (187 i 87). Aquestes dades apunten a una forta intensitat d'ús durant el període inicial, possiblement vinculada a la curiositat dels usuaris i a la facilitat d'accés al servei sense cost.

La comparativa entre les setmanes de juliol i gener mostra una demanda clarament superior a l'estiu, amb 1.351 viatges respecte als 1.051 de gener, és a dir, 300 viatges més. Aquesta diferència suggereix una tendència a un ús més intensiu del servei durant els mesos càlids, probablement afavorit per les condicions climàtiques més agradables, un augment de l'oci i el turisme, així com per la disponibilitat de temps lliure associada a les vacances.

En analitzar la distribució de l'ús al llarg de la setmana, la setmana de febrer presenta també els valors més alts, amb 2.581 viatges entre setmana i 676 durant el cap de setmana. A juliol, es van registrar 1.126 viatges entre setmana i 225 durant el cap de setmana, mentre que al gener, els valors van ser de 846 i 205 respectivament. Aquesta comparativa reforça la idea que, tot i que l'ús del servei és sempre superior entre setmana, la diferència entre setmana i cap de setmana és més acusada al juliol, fet que podria estar relacionat amb un ús més habitual per desplaçaments quotidians en un context d'estiu. En canvi, la setmana de febrer mostra un ús molt intens tant entre setmana com en cap de setmana, possiblement per l'efecte combinat de la gratuïtat i la novetat del servei.

L'anàlisi comparativa apunta a una major demanda global del servei durant el període estival, caracteritzada per una intensitat d'ús diari més elevada i una diferència més accentuada entre l'ús entre setmana i el del cap de setmana. A més, la setmana de febrer, coincidint amb l'inici del servei i el període de gratuïtat, mostra unes xifres molt superiors a la resta, tant en volum total de viatges com en intensitat d'ús diari. Aquest fet posa de manifest que, més enllà de l'estacionalitat, també poden influir de manera decisiva altres factors com la gratuïtat o la novetat del servei. Així, els resultats obtinguts suggereixen una combinació de condicionants climàtics, socials i d'oferta que poden afectar l'ús del servei de bicicletes a Reus.

## 4.5 Concentració espai-temporal de la demanda

Una altra de les propostes d'anàlisi desenvolupades se centra en la concentració espai-temporal de la demanda, amb l'objectiu de posar de manifest la variació horària en la demanda del servei. Aquesta aproximació permet detectar els períodes de major i menor ús al llarg de la jornada i aporta informació rellevant per a la gestió operativa del sistema. En una primera fase, s'ha analitzat el nombre de viatges registrats per franges horàries d'una hora. A continuació, s'ha fet una agregació en tres grans intervals (matí, tarda i nit), amb la finalitat d'obtenir una visió sintètica del comportament del sistema i identificar els principals moments de concentració de la demanda.

Aquesta anàlisi de la concentració espai-temporal de la demanda pot aplicar-se a qualsevol

període de l'any, fet que permetria explorar les variacions horàries segons l'estacionalitat, els dies laborables o festius, o altres factors contextuals. En aquest cas, s'ha pres com a referència un període específic per mostrar el funcionament del mètode i extreure uns valors preliminars, amb la voluntat que aquesta aproximació pugui ser replicada en altres moments per obtenir una visió més completa de l'evolució del servei.

Aquest enfocament no només quantifica l'evolució de l'ús hora a hora, sinó que també permet comparar les diferents franges i revelar patrons de mobilitat vinculats als desplaçaments laborals, escolars i d'oci. A més, ofereix una base sòlida per proposar estratègies d'optimització, per exemple, la redistribució preventiva de bicicletes, encaminades a ajustar l'oferta als punts i moments de més necessitat.

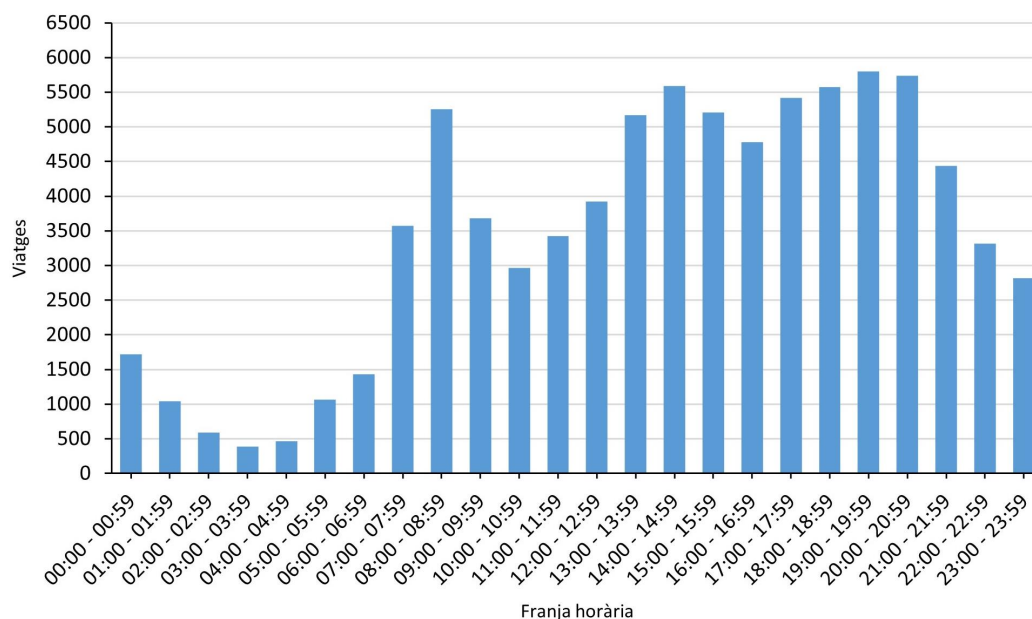
Aprofundint en aquesta concentració espai-temporal de la demanda, s'ha elaborat un gràfic de barres que reflecteix la fluctuació de la demanda al llarg del dia (veure figura 4.3). Durant les hores nocturnes (00:00–05:59), l'activitat del sistema és molt reduïda, amb valors marginals que oscil·len entre un màxim de 1.716 viatges (01:00–01:59) i un mínim de 388 (03:00–03:59). Aquest comportament evidencia la pràctica inactivitat de la flota en aquesta franja horària, coincidint amb una menor mobilitat urbana i un ús testimonial del servei, probablement vinculat a torns laborals nocturns o desplaçaments puntuals. A partir de les 06:00 s'inicia un increment sostingut del nombre de viatges, que assoleix un primer pic a les 08:00–08:59, amb 5.259 trajectes. Aquesta franja coincideix amb l'inici de la jornada laboral i escolar, evidenciant un ús intensiu del servei per part d'usuaris que opten per la bicicleta com a mitjà de transport funcional i ràpid dins la ciutat. A continuació, entre les 09:00 i les 11:59, el nombre de viatges disminueix lleugerament, però es manté relativament elevat (entre 2.900 i 3.900 viatges), suggerint una continuïtat moderada d'usos relacionats amb activitats professionals menys rígides, gestions matinals i mobilitat esporàdica.

El tram comprès entre el migdia i la tarda (12:00–19:59) concentra els valors més alts de tot el dia, amb una activitat sostinguda i diversos punts de màxima demanda. S'observa un primer pic al voltant de les 13:00–13:59 (5.171 viatges), seguit per les 14:00–14:59 (5.594 viatges). Aquestes xifres podrien estar associades tant a la pausa del migdia, amb desplaçaments per dinar, gestions personals o canvis de torn laboral, com a l'ús recreatiu del servei. A partir de les 15:00 i fins a les 19:59, la demanda es manté elevada, oscil·lant entre 4.700 i 5.800 viatges, arribant al màxim absolut a les 19:00–19:59 (5.800 viatges). Aquest patró indica un ús intensiu del servei tant per motius funcionals com d'oci, i reforça la importància d'aquesta franja com a eix central de la mobilitat urbana en bicicleta.

Finalment, durant la vesprada i nit (20:00–23:59), l'activitat mostra un descens progressiu, passant de 5.737 a 2.815 viatges. Aquest declivi reflecteix el tancament gradual de les activitats laborals, comercials i recreatives, on s'observa un ús residual vinculat a desplaçaments de retorn o activitats de lleure.

Per corroborar la tendència observada en el perfil horari i aportar una visió més qualitativa de la mobilitat, s'ha reagrupat la informació en tres grans franges: matí (06:00–13:59), tarda (14:00–19:59) i nit (20:00–05:59) (vegeu taula 4.10). Per a cadascun d'aquests períodes s'han identificat les estacions amb més sortides i arribades, fet que ajuda a entendre millor els fluxos de mobilitat i els punts calents del sistema.

Durant el matí, es realitzen un total de 29.432 viatges, representant gairebé el 34% dels viatges diaris. L'estació d'Oques emergeix com el principal punt de sortida, que es pot explicar per la seva ubicació cèntrica i excel·lent connexió amb altres modes de transport públic, que la converteixen en un node estratègic per a la intermodalitat. Per contra, l'estació de Mas Iglesias, que concentra el volum més alt d'arribades, es troba molt propera a l'estació d'autobusos de Reus, connecta la ciutat amb altres municipis del territori com Tarragona, Vila-seca, Salou o Cambrils. Aquesta configuració reforça la hipòtesi de desplaçaments d'entrada per motius laborals, escolars o de connexió interurbana, i posa de manifest la relació funcional entre la



**Figura 4.3:** Patró d'ús per hores de *La Ganxeta* en el seu primer any d'ús.

Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.

xarxa de bicicletes i les infraestructures de transport col·lectiu.

A la tarda, franja amb més moviment del dia amb 32.380 viatges (un 38% del total), l'estació d'Oques es manté com el principal punt de sortida, confirmant la seva centralitat i rol com a node d'origen. No obstant això, es produeix un canvi significatiu en el patró de destinació, on l'estació de Greco registra el nombre més elevat d'arribades. Aquest canvi pot estar relacionat amb una diversificació dels motius de mobilitat propis d'aquesta franja horària, com ara activitats de lleure, compres, visites o gestions personals, que impliquen una redistribució espacial de la demanda respecte del matí. L'estació de Greco, situada a prop de l'estació d'autobusos, però inserida en una àrea més residencial, amb presència d'equipaments escolars i comerços, actua com a pol d'atracció per a usos més quotidians i vinculats a la vida veïnal.

Finalment, durant la franja nocturna (20:00–05:59), es registren 21.571 viatges, que representen un 25% de l'activitat diària. Tot i aquesta davallada en la demanda en comparació amb la resta del dia, s'observa un comportament singular, l'estació de Sant Jordi esdevé el principal punt d'origen dels trajectes nocturns, mentre que l'estació de Greco manté el lideratge en nombre d'arribades. Aquest patró pot respondre a dinàmiques associades a l'oci nocturn, torns laborals fora dels horaris convencionals o desplaçaments de retorn al domicili. En aquest sentit, la ubicació de l'estació de Sant Jordi, és molt propera al centre comercial La Fira i envoltada d'equipaments com el Reus Deportiu i altres serveis, que pot explicar l'activació d'aquesta estació durant la nit, ja que probablement és utilitzada per treballadors dels establiments de la zona o usuaris que acaben activitats esportives o d'oci i es desplacen cap a casa. Tot plegat reflecteix un ús menys estructurat però funcional del servei en horari nocturn.

Interval d'hores	Viatges totals	Estació amb més sortides	Estació amb més arribades
Matí (06:00 – 13:59h)	29.432	Oques	Mas Iglesias
Tarda (14:00 – 19:59h)	32.380	Oques	Greco
Nit (20:00 – 05:59h)	21.571	Sant Jordi	Greco

**Taula 4.10:** Distribució de viatges per franja horària i estacions destacades.

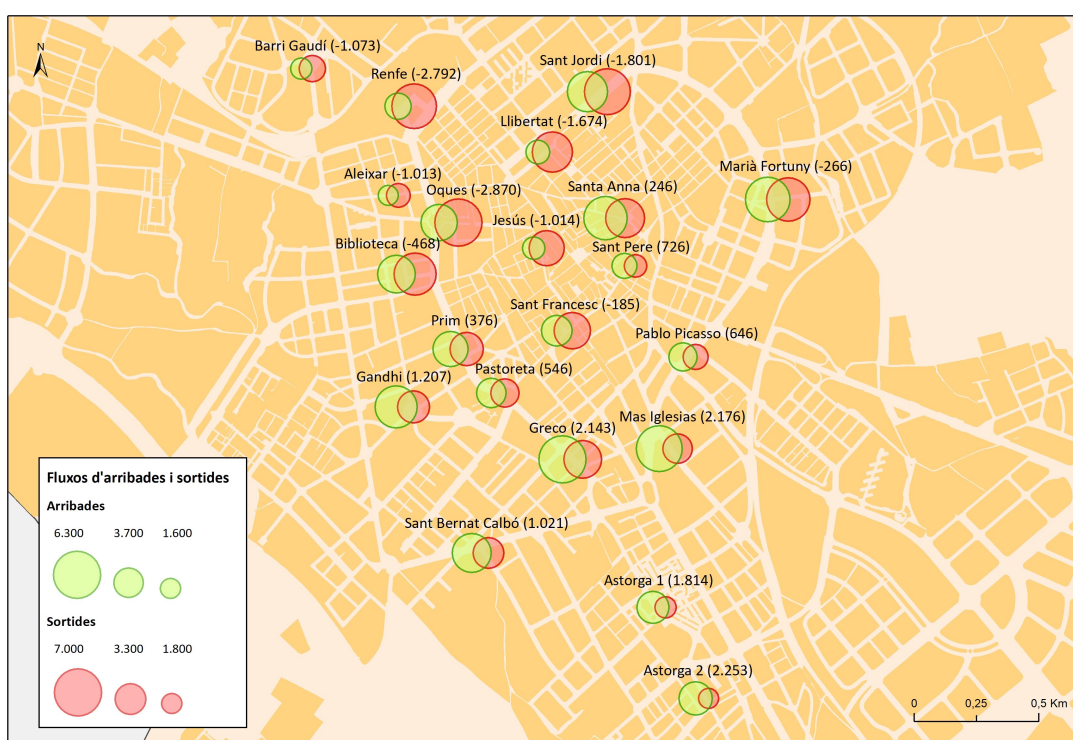
Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.

## 4.6 Nivell d'activitat en les estacions

Una manera efectiva d'entendre la dinàmica del sistema és mitjançant el concepte d'activitat neta a les estacions, que representa la diferència entre el nombre de sortides i arribades registrades a cada punt. Aquesta mesura facilita la identificació clara dels punts de la xarxa que funcionen principalment com a orígens, quan presenten un excés de sortides respecte a arribades, o com a destinacions, quan el balanç és a favor de les arribades. D'aquesta manera, l'activitat neta contribueix a interpretar millor els patrons de mobilitat i la funcionalitat de cada estació dins del municipi.

Tot i que en aquest apartat es presenta una anàlisi centrada en un període específic, la metodologia emprada és replicable en diferents escenaris temporals, permetent comparatives entre setmanes, mesos o fins i, en un futur, entre anys. Això obre la porta a estudis evolutius i a una millor comprensió de com els usos canvien al llarg del temps o en resposta a canvis estructurals o estacionals.

La representació cartogràfica de l'activitat neta a les estacions ha estat elaborada mitjançant la superposició de cercles proporcionals (veure figura 4.4), on el cercle verd indica el volum d'arribades i el cercle vermell el de sortides per a cada estació del sistema de bicicletes de *La Ganxeta*. Aquesta visualització permet identificar ràpidament quines estacions presenten un balanç positiu (arribades superiors a sortides) o un balanç negatiu (sortides superiors a arribades), evidenciat també pel valor numèric de l'activitat neta situat entre parèntesis al costat del nom de l'estació.



**Figura 4.4:** Mapa d'activitat (prestej i devolucions) a les estacions de *La Ganxeta*.

Font: *Reus Mobilitat i Serveis*, 2025. Elaboració pròpia.

L'anàlisi territorial dels resultats mostra una distribució clarament diferenciada: les estacions del sud i del centre del municipi presenten majoritàriament activitats netes positives, mentre que les del nord acumulen activitats netes negatives. Aquest patró reflecteix una dinàmica de mobilitat predominant en sentit nord-sud, amb una major generació de desplaçaments a la zona nord i una major recepció d'usuaris al sud.

Pel que fa a les estacions amb major activitat neta positiva, destaquen Astorga 2 (+2.253), Mas Iglesias (+2.176), Greco (+2.143) i Astorga 1 (+1.814), totes ubicades a la zona sud. Aquestes dades suggereixen que aquestes estacions actuen com a pols d'atracció de la mobilitat urbana, absorbint un elevat volum d'arribades.

En canvi, les estacions amb una activitat neta més negativa són Oques (-2.870), Renfe (-2.792), Sant Jordi (-1.801) i Llibertat (-1.674). Tot i que presenten una elevada activitat global, aquestes estacions tenen una funció predominantment emissora, amb moltes més sortides que arribades.

Una altra proposta d'anàlisi lligada amb el flux net se centra en la classificació funcional de les estacions a partir del seu comportament diferencial. Aquesta aproximació permet anar més enllà del simple balanç entre entrades i sortides, i analitzar quines estacions presenten un rol predominant com a punts d'origen o de destinació, així com identificar aquelles amb un nivell d'activitat més alt o més baix. Aquesta visió segmentada contribueix a una comprensió més precisa del funcionament intern del sistema i pot orientar actuacions específiques de millora.

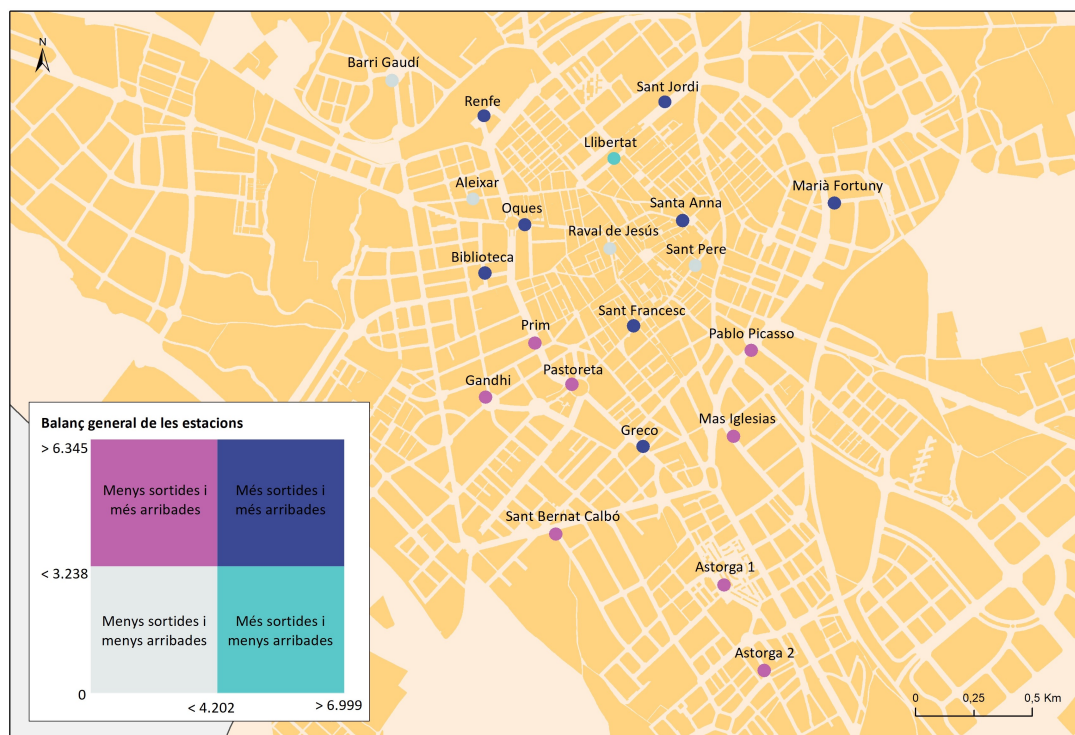
Per a aquest propòsit, s'han utilitzat quatre categories de colors per diferenciar les tipologies d'estacions segons la seva funció dins del sistema de mobilitat. Les estacions amb moltes arribades i poques sortides, que actuen clarament com a punts de destí, s'identifiquen amb el color magenta. Les que presenten moltes sortides i poques arribades, i per tant un comportament predominant d'origen, es representen en blau clar. Les estacions amb baixos valors tant d'arribades com de sortides apareixen en gris clar, mentre que aquelles que acumulen un volum alt en ambdues magnituds es marquen en blau fosc.

Per classificar cada estació en un d'aquests quatre grups s'ha aplicat el mètode de Jenks, conegut com a intervals naturals. Aquest mètode agrupa les dades minimitzant la variància interna i maximitzant la diferència entre grups, cosa que permet identificar millor les diferències reals entre estacions amb comportaments similars. Cal destacar que algunes estacions es troben molt properes a la frontera entre dos grups, però han estat assignades al grup corresponent segons els límits establerts per Jenks.

Tal com es pot observar en el mapa (veure figura 4.5), la distribució espacial dels diferents tipus d'estacions mostra patrons ben definits que reflecteixen la dinàmica de mobilitat dins el municipi. Les estacions representades amb color magenta, caracteritzades per un menor nombre de sortides respecte a les arribades, es concentren principalment a la zona sud, actuant com a punts receptors on es registra una afluència elevada de persones que arriben, tal com s'havia evidenciat en l'anàlisi dels fluxos nets.

Per altra banda, entre les estacions de color blau clar destaca especialment Llibertat, que presenta un comportament clarament diferenciat. Aquesta estació registra un alt volum de sortides i un nombre relativament baix d'arribades, posicionant-se com un important punt emissor.

En canvi, les estacions representades amb colors blau fosc i gris clar, que indiquen respectivament un volum elevat i baix tant de sortides com d'arribades, es distribueixen sobretot a la zona central i nord del municipi. Aquest patró suggereix una diversitat funcional: les estacions blau fosc corresponen a nodes d'alta activitat amb un moviment bidireccional intens, mentre que les estacions grises marquen àrees amb menor intensitat de mobilitat però amb un equilibri relativament estable entre entrades i sortides.



**Figura 4.5:** Mapa de balanç general de les estacions de *La Ganxeta*.

Font: *Reus Mobilitat i Serveis*, 2025. *Elaboració pròpia*.

## 4.7 Nivell d'ocupació i disponibilitat de les estacions

Un altre factor que s'ha proposat analitzar com a exemple ha estat el nivell d'ocupació i disponibilitat de les estacions. Aquesta qüestió va sorgir durant l'estada de pràctiques a RMS, arran de diverses converses amb els tècnics de l'empresa, en les quals es va posar de manifest el debat entorn de la necessitat de dur a terme processos de redistribució de bicicletes entre estacions. Segons els criteris dels tècnics, aquest procés podria no ser imprescindible, ja que els patrons de mobilitat dels usuaris podrien generar, de forma natural, un cert equilibri en la distribució de bicicletes al llarg del dia.

Per aquest motiu, i a mode d'exemple, s'ha decidit desenvolupar un indicador que permeti avaluar i valorar fins a quin punt les estacions es mantenen equilibrades en termes de disponibilitat i ocupació al llarg del temps. En aquest cas, l'indicador s'ha calculat a escala anual per simplificar-ne la representació i l'anàlisi, però cal destacar que també podria ser aplicat a escales temporals més detallades, com ara per dia, per franges horàries o per períodes específics, fet que permetria detectar amb més precisió els moments de desequilibri o saturació.

Per tal de construir l'indicador, s'ha dut a terme una anàlisi de dades per identificar amb quina freqüència les estacions es troben en situacions crítiques: és a dir, quan disposen de menys de cinc bicicletes (escassetat), quan queden cinc o menys espais lliures per estacionar-ne (saturació), les vegades que s'han quedat amb 0 bicicletes i, les vegades que s'ha quedat l'estació completament plena (veure taula 4.11). Aquestes situacions indiquen moments de baixa funcionalitat del sistema, ja que dificulten tant la recollida com la devolució de bicicletes.

Cal destacar que actualment es duu a terme una redistribució de bicicletes diàriament, amb l'excepció dels diumenges. Aquest anàlisi vol aportar dades que ajudin a valorar si aquestes operacions de redistribució són realment necessàries o si, per contra, el sistema pot funcionar de manera autònoma sense generar disfuncions destacables.

Estacions	racks totals	% d'escas- setat (>5)	% de saturació (>5)	Vegades amb 0 bicicletes	Vegades ocupació màxima
Raval Jesús	13	27,33	13,38	2.274	312
Barri Gaudí	18	21,24	0,74	1.476	0
Astorga 1	16	17,96	5,40	30	378
Sant Jordi	25	10,13	0,03	1.171	0
Renfe	31	8,17	0,76	2.122	0
Pastoreta	16	7,69	5,65	68	252
Aleixar	20	7,55	0,20	572	0
Llibertat	24	6,98	0,02	771	0
Santa Anna	20	6,03	3,02	233	193
Sant Francesc	25	6,02	1,53	1.044	0
Biblioteca	18	5,68	3,86	67	141
Astorga 2	20	5,46	3,95	14	167
Marià Fortuny	24	4,29	3,05	920	901
Oques	30	4,11	0,14	343	0
Prim	20	2,50	1,32	61	0
Sant Pere	26	2,21	0,27	435	0
Bernat Calbó	18	2,17	4,00	21	60
Pablo Picasso	18	1,99	5,56	23	184
Greco	24	1,62	1,62	322	1
Gandhi	20	1,06	6,01	0	183
Mas Iglesias	30	0,58	1,26	37	187

**Taula 4.11:** Nivells de disponibilitat i saturació del servei de bicicletes per estació durant el període analitzat.

*Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.*

L'anàlisi de les dades ha permès identificar les estacions que presenten amb més freqüència situacions de baixa funcionalitat, tant per manca de bicicletes disponibles com per saturació dels suports d'estacionament. D'entre totes, destaca l'estació del Raval de Jesús, on en el 27,33% dels registres s'hi ha detectat menys de cinc bicicletes disponibles, i en un 13,38% menys de cinc suports lliures. A més, aquesta estació s'ha quedat completament sense bicicletes en 2.274 ocasions i ha estat plena en 312. Tal com s'ha observat en l'anàlisi dels fluxos nets, el Raval de Jesús presenta un flux negatiu de -1.014, indicatiu d'un major nombre de sortides que d'arribades. Aquest desequilibri ajuda a explicar les freqüents situacions d'esgotament de bicicletes, ja que es tracta d'una estació predominantment utilitzada com a punt d'origen. Per contra, la saturació ocasional dels suports podria estar relacionada amb episodis puntuals de retorn massiu o amb accions de redistribució del sistema.

També destaquen les estacions de Barri Gaudí i Astorga 1, que presenten freqüents situacions de baixa disponibilitat o saturació. En el cas del Barri Gaudí, el 21,24% dels registres indiquen menys de cinc bicicletes disponibles, mentre que només en el 0,74% dels casos hi ha menys de cinc suports lliures. Aquesta estació s'ha quedat sense bicicletes en 1.476 ocasions, però no s'ha trobat mai completament plena. En canvi, l'estació d'Astorga 1 presenta un 17,96% dels registres amb menys de cinc bicicletes disponibles i un 5,4% amb menys de cinc suports lliures. Tot i això, només en 30 ocasions s'ha quedat completament sense bicicletes, mentre que ha estat plena fins a 378 vegades. Aquestes diferències poden explicar-se, en part, pels fluxos nets de cada estació. El Barri Gaudí presenta un flux negatiu, és a dir, hi ha més sortides que arribades, la qual cosa afavoreix l'esgotament de bicicletes. En canvi, Astorga 1 té un flux positiu, amb més arribades que sortides, fet que incrementa la probabilitat que s'ompli.

Altres estacions, com Sant Jordi, Renfe, Aleixar i Llibertat, també mostren percentatges relativament elevats de situacions amb escassetat de bicicletes, situats entre el 6% i el 10% dels registres. No obstant això, aquestes estacions gairebé no presenten episodis de saturació per manca de suports d'aparcament disponibles, i mai han presentat algun cas en què l'estació hagi quedat plena. L'anàlisi del flux net indica que totes elles tenen valors negatius, és a dir, registren més sortides que arribades. Aquesta tendència reforça la idea que es tracta d'estacions principalment utilitzades com a punts d'inici de trajectes, fet que explicaria la freqüent manca de bicicletes i, alhora, la baixa incidència de saturació dels suports.

D'altra banda, es pot observar com l'estació de Marià Fortuny presenta uns desequilibris significatius en ambdós sentits, on s'ha quedat sense bicicletes en 920 ocasions i ha estat completament plena en 901. Malgrat això, aquesta estació mostra un flux net molt proper a zero, indicant un balanç gairebé equitatiu entre sortides i arribades. Aquest cas posa de manifest que, fins i tot amb un flux equilibrat, un volum elevat de moviments pot acabar generant també problemes recorrents tant en la manca de bicicletes com en la saturació dels suports disponibles.

En canvi, estacions com Mas Iglesias, Greco i Sant Pere presenten valors baixos de conflicte, tant pel que fa a la manca de bicicletes com a la saturació dels suports, inferior al 2% en tots els casos. D'aquestes tres, Mas Iglesias és la que ha registrat menys ocasions sense bicicletes (37), mentre que Greco i Sant Pere han superat les 300 ocasions. Pel que fa a la saturació, Sant Pere i Greco gairebé no han experimentat situacions amb tots els suports ocupats (0 i 1 ocasió, respectivament), mentre que Mas Iglesias n'ha registrat 187. Tot i els fluxos nets clarament positius de Mas Iglesias (+2.176), Greco (+2.143) i, en menor mesura, Sant Pere (+726), aquestes estacions no mostren una incidència elevada de saturació. En el cas de Greco i Sant Pere, els episodis amb tots els suports ocupats són pràcticament inexistent (1 i 0 ocasions, respectivament), i només Mas Iglesias presenta un nombre relativament elevat (187 vegades). Aquest comportament s'explica pel fet que totes tres estacions compten amb més de 25 suports, cosa que els permet absorbir un volum elevat d'arribades sense col·lapsar. També és possible que les arribades es produeixin de manera esglaonada al llarg del dia, evitant concentracions que podrien generar saturació en moments puntuals, a diferència d'altres estacions amb pics de demanda més intensos i sobtats.

En conjunt, aquestes dades permeten identificar quines estacions podrien requerir una redistribució activa de bicicletes i quines podrien funcionar correctament sense intervenció, afavorint una gestió més eficient dels recursos. També evidencien que les dinàmiques d'ús són molt diferents segons la localització de l'estació, amb punts clarament orientats a la sortida o l'arribada de trajectes.

## 4.8 Incidències recorrents en la finalització dels viatges: anàlisi per estacions

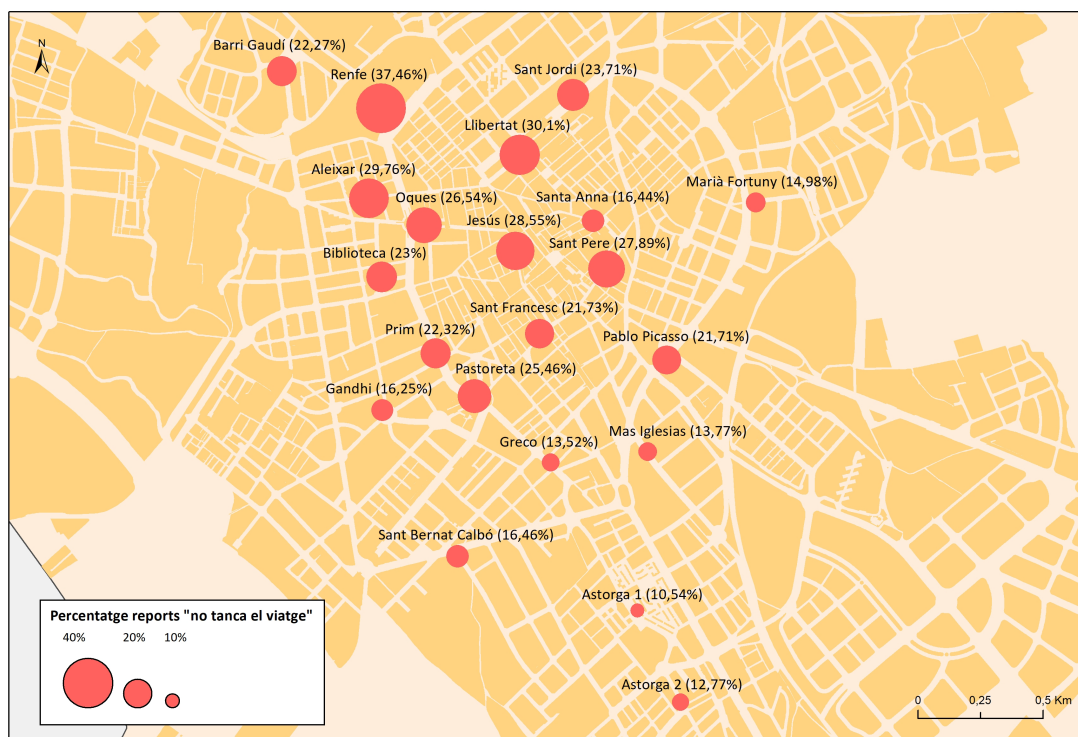
Un altre indicador que s'ha considerat a mode d'exemple, a partir del contacte amb els tècnics de *Reus Mobilitat i Serveis* durant l'estada de pràctiques, és la recurrència d'incidències tècniques al sistema. Davant la constatació que alguns problemes es produeixen de manera reiterada s'ha volgut construir un indicador que permeti detectar quines estacions presenten un funcionament problemàtic.

A partir dels informes d'incidències registrats al sistema, es poden identificar els problemes més habituals reportats pels usuaris, tant en relació amb les bicicletes com amb les estacions de retorn (*racks*). Entre les incidències més comunes associades a les bicicletes s'hi troben problemes amb la roda davantera, el manillar o el seient. Pel que fa a les estacions,

sovint es registren defectes en el sistema d'indicadors lluminosos, actes de vandalisme (com pintades) o altres desperfectes.

Tot i això, el problema més repetit durant el període analitzat ha estat el fet que la bicicleta “no tanca el viatge”. Aquest tipus d'incidència ha estat registrada de forma massiva, tot i que sovint no és clar si l'origen del problema és la mateixa bicicleta o bé el punt d'ancoratge. Cal tenir en compte que és l'usuari qui selecciona el tipus d'incidència i l'objecte (bicicleta o estació), fet que pot introduir certa imprecisió en l'origen real del problema. A més, un mateix usuari pot afegir més d'un report per a un mateix viatge, cosa que pot incrementar el volum aparent d'algunes incidències. En aquest cas, s'ha optat per analitzar aquesta incidència en concret pel seu volum i rellevància operativa, però cal destacar que el mateix tipus d'anàlisi podria aplicar-se a altres problemes habituals del sistema, com ara avaries mecàniques a les bicicletes o desperfectes a les estacions.

Per tal d'aprofundir en aquesta qüestió, s'ha realitzat una proposta d'anàlisi de quines són les estacions de destinació amb més incidències del tipus “no tanca el viatge”, però relacionant aquest volum amb el total d'arribades registrades a cada estació, com es pot veure en el mapa següent (veure figura 4.6). Aquesta anàlisi percentual permet identificar problemes estructurals o de funcionament que no estan únicament relacionats amb l'alta afluència d'usuaris, sinó que podrien derivar de deficiències específiques en el sistema d'ancoratge o en el manteniment de l'estació.



**Figura 4.6:** Mapa dels reports registrats per estació on no tanca el viatge.

*Font: Reus Mobilitat i Serveis, 2025. Elaboració pròpia.*

Els resultats posen de manifest que una proporció significativa d'estacions, concretament tretze de les vint-i-una analitzades, presenta un percentatge d'incidències superior al 20%. D'entre aquestes, criden especialment l'atenció les estacions de Renfe (37,46%) i Llibertat (30,10%), que superen àmpliament el llindar del 30% d'incidències respecte al total de viatges que arriben a l'estació. Aquestes xifres són especialment rellevants, ja que indiquen que gairebé 1 de cada 3 usuaris que finalitzen el seu trajecte a Renfe experimenten dificultats per

tancar correctament el viatge. Aquest elevat percentatge podria reflectir problemes tècnics recurrents, deficiències en la infraestructura o una ubicació que concentra un perfil d'usuaris amb comportaments que generen més incidències en la devolució de les bicicletes.

En un segon grup, trobem estacions com Jesús (28,55%), Sant Pere (27,89%), Oques (26,54%) i Pastoreta (25,46%), que també registren percentatges elevats, superiors al 25%. Aquestes estacions, amb un volum considerable d'arribades, semblen constituir punts neuràlgics de la xarxa on la freqüència d'incidències és prou alta per requerir una anàlisi detallada i possibles mesures correctores, ja sigui en la gestió del servei o en la millora de la infraestructura.

Un tercer grup està format per estacions amb incidències moderades, situades entre el 20 i el 25%, com Sant Jordi, Biblioteca, Prim o Gaudí. En aquest cas, el nivell d'incidències, tot i que menys crític, indica que encara existeixen certes dificultats en la finalització del viatge que podrien abordar-se amb ajustos operatius puntuals o manteniment preventiu.

Finalment, les estacions amb menor percentatge d'incidències, situades per sota del 17%, inclouen punts com Sant Bernat Calbó, Santa Anna, Gandhi, Jardins de Reus i Astorga 1, aquesta última amb un 10,54%. Aquestes dades suggereixen que aquestes estacions gaudeixen d'un millor funcionament en termes de devolució de bicicletes, probablement gràcies a una combinació de factors com una menor pressió d'ús o a una infraestructura que ha generat menys problemes tècnics, on podria influir-hi una menys exigència operativa derivada d'un ús menys intensiu.

Aquest fet posa de manifest diferències importants en el funcionament de les estacions pel que fa a la capacitat de tancar correctament els viatges. Per tal de millorar l'eficiència del sistema i reduir les incidències, caldria dur a terme una anàlisi més profunda que permeti identificar amb precisió els *racks* o punts concrets dins de cada estació que generen més problemes.

## 4.9 Intermodalitat entre el servei d'autobús municipal i *La Ganxeta*

La intermodalitat fa referència a la possibilitat de combinar diferents modes de transport dins d'un mateix desplaçament de manera eficient, àgil i accessible per a l'usuari. Aquest concepte és clau per promoure una mobilitat sostenible, ja que permet optimitzar els avantatges de cada mitjà de transport: per exemple, l'autobús per cobrir distàncies més llargues i la bicicleta per a desplaçaments curts o de darrera milla. Així, la intermodalitat facilita una mobilitat més flexible, redueix la dependència del vehicle privat i millora la connectivitat urbana.

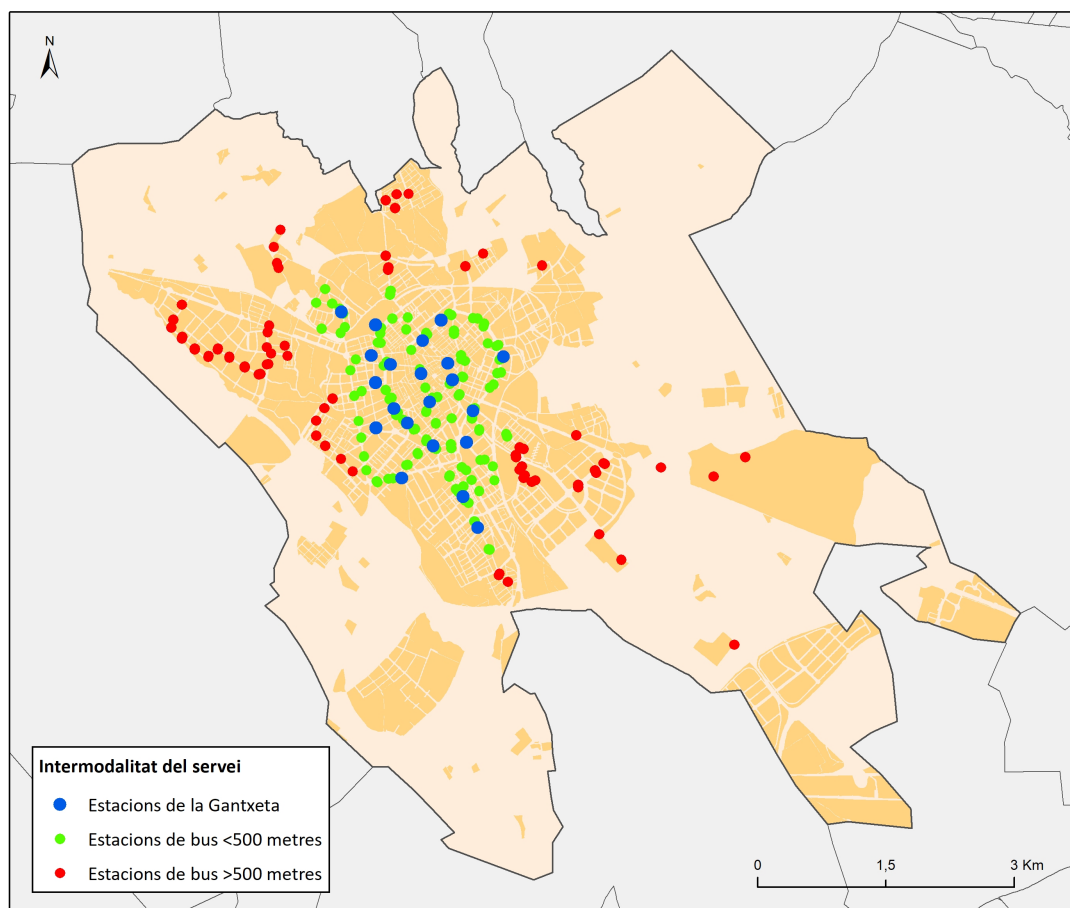
En aquest apartat, s'ha desenvolupat un indicador específic com a cas representatiu per explorar la intermodalitat entre els serveis de bicicleta pública i autobús municipal. Aquesta anàlisi té com a objectiu posar en valor el potencial analític de les dades del sistema quan s'encreuen amb altres fonts externes, com en aquest cas la informació relativa al servei d'autobús, també gestionat per *Reus Mobilitat i Serveis* (RMS). Aquest enfocament exemplifica com la combinació de dades pot donar lloc a estudis més integrats i estratègics sobre la mobilitat urbana.

Per tal de quantificar aquesta intermodalitat, s'ha analitzat la proximitat física entre les estacions d'autobús i les estacions de *La Ganxeta*. Al mapa adjunt (figura 4.7) es mostren dues categories d'estacions d'autobús en funció de la seva distància respecte al sistema de bicicletes: les situades a menys de 500 metres i les que superen aquest llindar. Aquesta distància s'ha definit com a criteri tècnic i funcional, ja que recorreguts més llargs solen ser percebuts com a poc atractius, desincentivant el transbord entre ambdós serveis.

Aquest llinar de 500 metres permet identificar clarament que les zones centrals de Reus són les que actualment presenten una millor intermodalitat entre el servei d'autobús municipal i *La Ganxeta*, gràcies a la proximitat entre les estacions d'ambdós sistemes. En canvi, les àrees situades al sud-est, oest i nord del municipi es troben parcialment desconnectades, ja que superen la distància considerada òptima per afavorir el transbord.

De les 192 estacions d'autobús que conformen la xarxa actual, s'han detectat 76 estacions amb una possibilitat per a la intermodalitat feble, pel fet que es troben a més de 500 metres d'una estació de *La Ganxeta*. La major part d'aquestes estacions es localitzen en àrees perifèriques o amb usos específics, com ara els barris de Sant Josep Obrer, Sol i Vista i El Pinar, el polígon industrial Agro-Reus, l'aeroport o la zona d'equipaments del campus universitari de Bellisens i l'Hospital Universitari Sant Joan de Reus.

Tot i aquesta situació, no es pot considerar necessàriament negativa, ja que *La Ganxeta* és un servei relativament recent i encara en fase d'expansió. Per tant, si s'hi detecta una demanda sostinguda i les condicions tècniques ho permeten, seria raonable plantejar en el futur una ampliació de la xarxa cap a aquestes zones. Això contribuiria a millorar l'equitat territorial del sistema i a fomentar una intermodalitat real i accessible per al conjunt de la ciutadania.



**Figura 4.7:** Estacions de bus situades a menys o més de 500m d'una estació de bicicleta pública.

Font: Reus Mobilitat i Serveis. Elaboració pròpia.

# Capítol 5

## Discussió

Els aspectes tècnics de la proposta desenvolupada en els capítols anteriors es consideren satisfactoris, i es pot afirmar que s'han assolit els objectius plantejats. Tanmateix, les implicacions d'aquest treball transcendeixen la dimensió purament tècnica i poden tenir impacte en l'operativa del servei i en els processos de presa de decisions. En aquest capítol de discussió es reflexiona tant sobre els resultats tècnics com de les implicacions més àmplies del treball. La primera secció (5.1) analitza els resultats generals des d'un punt de vista tècnic, mentre que les seccions següents aborden l'abast i les possibles aplicacions d'aquest treball.

### 5.1 Valoració general dels resultats

En termes generals, es considera que els objectius inicials del treball s'han assolit de manera satisfactòria. No obstant això, durant el desenvolupament han sorgit certs aspectes que podrien ser millorats o aprofundits en futures iteracions del projecte.

Inicialment, es plantejava que les tasques d'aquest treball estiguessin el més automatitzades o semi-automatitzades possible, amb la voluntat de garantir la reproductibilitat del procés, reduir la càrrega de treball manual i afavorir una gestió eficient de les dades (Peng & Hicks, 2021). L'automatització no només permet estalviar temps i minimitzar errors humans, sinó que facilita també la traçabilitat i adaptabilitat del flux de treball a futures actualitzacions o ampliacions (G. Wilson *et al.*, 2017). Amb aquest enfocament, s'ha prioritzat l'automatització de les primeres fases de la metodologia, ja que són les més propícies per ser sistematitzades mitjançant scripts (Gandhi, 2021). S'ha utilitzat *PyQGIS* per carregar taules, aplicar filtres i preparar un conjunt de dades geoespacionals complet i coherent en format *GeoPackage* (veure Annex B), que ha permès centralitzar tota la informació del servei de bicicletes compartides de Reus en una única base de dades preparada per a l'anàlisi. Tot i els avanços assolits, la creació de consultes *SQLite* específiques per a cada indicador ha suposat una dificultat major (veure Annex C). Malgrat que s'han desenvolupat les consultes necessàries, aquestes no s'executen de forma seqüencial ni integrades dins un procés automatitzat complet, fet que redueix l'eficiència del sistema. D'altra banda, les tasques associades a l'anàlisi i visualització de dades s'han realitzat manualment des de *QGIS* o amb programari de fulls de càlcul, com a part d'un primer acostament exploratori. Beaulieu-Jones i Greene (2017) i Zaragoza *et al.* (2020) coincideixen a destacar que l'automatització completa dels processos no només millora l'eficiència operativa i redueix la probabilitat d'errors humans, sinó que incrementa la capacitat de reproducció, traçabilitat i reutilització dels resultats en nous contextos. A més, Zaragoza *et al.* (2020) afegeixen que l'ús de tecnologies com els contenidors facilita la compartició i transferència del coneixement dins de projectes SIG, afavorint una recerca més oberta i trans-

parent. Aquests autors posen en relleu que els fluxos de treball automatitzats afavoreixen la transparència científica, faciliten la transferència del coneixement entre equips i reforcen la confiança en els resultats generats. Tot i que el present treball no ha assolit aquest nivell d'integració completa, sí que ha suposat un pas important en aquesta direcció. Així doncs, encara que s'ha avançat significativament en la sistematització del procés, hi ha marge de millora pel que fa a la integració automatitzada de totes les fases, especialment si es vol garantir la plena traçabilitat i adaptabilitat del sistema en futurs escenaris de gestió.

La qualitat i l'estructuració adequada de les dades han estat requisits imprescindibles per a la formulació d'indicadors fiables i útils. En aquest sentit, abans de poder definir els indicadors específics, va ser necessari dur a terme un procés rigorós d'anàlisi de l'estructura de cadascuna de les taules de la base de dades, per tal de comprendre el seu contingut, la funció de cadascuna de les columnes i la naturalesa de les dades emmagatzemades. Aquest procés inicial d'anàlisi i preparació de les dades, sovint subestimada, és fonamental per garantir la qualitat i la fiabilitat dels resultats, tal com indiquen Kimball i Ross (2013), ja que una mala qualitat de dades pot afectar directament la robustesa dels indicadors generats. Durant aquesta fase es van posar de manifest problemes comuns en les bases de dades reals, com la presència d'informació redundat o incoherent, que, segons Rahm i Do (2014), si no es corregeixen poden distorsionar l'anàlisi posterior. Per això, el procés de neteja de dades —que va incloure l'eliminació de duplicats i valors nuls, així com la revisió de la normalització— es va mostrar imprescindible per millorar l'eficiència i evitar errors. Aquesta tasca és clau, ja que, com ressalten Azeroual *et al.* (2019), la presència de dades errònies o inconsistents pot portar a conclusions enganyoses, especialment en el context de la generació d'indicadors útils per a la presa de decisions. Un cop clarificada l'estructura i depurades les dades, es va poder avançar en el disseny d'un model entitat-relació que no només organitza la informació de manera lògica i coherent, sinó que també facilita les consultes i càlculs necessaris per obtenir els indicadors. És important destacar que aquest model es va concebre amb una visió de futur, pensant en la seva escalabilitat i adaptabilitat a possibles ampliacions futures, un aspecte que sovint es passa per alt, però que resulta fonamental per garantir la sostenibilitat i utilitat a llarg termini del sistema (Batini & Scannapieco, 2009). Així doncs, aquest procés ha facilitat tant la preparació de la informació com el desenvolupament d'un model que afavoreix la comprensió de les interrelacions entre les diferents taules, contribuint a una organització més eficient de les dades i a una extracció més precisa dels indicadors.

Junt amb el model ER, un dels resultats més significatius d'aquest treball ha estat la formulació d'una bateria d'indicadors que inclou una àmplia diversitat de tipus per tal d'analitzar les dades de *La Ganxeta*. Aquests indicadors s'han generat de manera sistemàtica a partir d'una anàlisi del model ER i l'aplicació del coneixement adquirit durant l'estada en pràctiques a RMS. En concret, a partir d'aquest model (veure Annex A), es van identificar components temàtics de dades (com ara el d'infraestructures), dels quals es van extreure consultes a la base de dades per derivar mètriques específiques. Aquest procediment de formulació d'indicadors a partir de l'estructura relacional de les dades s'alinea amb els enfocaments descrits per Batini i Scannapieco (2009), que subratllen la importància de la qualitat estructural i semàntica de la base per a generar mètriques fiables. Posteriorment, es van explorar combinacions entre taules per obtenir indicadors més complexos, i finalment, es van proposar mètriques que incorporaven dimensions espacials i/o temporals. Aquesta estratègia exploratòria és coherent amb els principis de l'*exploratory data analysis* (EDA), entès com un procés iteratiu d'examen i transformació de dades per descobrir patrons, anomalies o relacions potencialment rellevants, especialment útil en entorns amb incerteses i gran volum de dades (Carranza, 2021). Tot i aquesta metodologia estructurada, es reconeix que la formulació d'aquests indicadors s'ha fet, en part, "a cegues", és a dir, sense tenir una certesa clara de quins aspectes seran més rellevants per als tècnics de *La Ganxeta*. Aquesta qüestió és habitual en les fases inicials de projectes de *business intelligence* i desenvolupament de *dashboards*, on la incertesa sobre

els requeriments obliga a iterar sobre prototips inicials. En aquest sentit, Bach *et al.* (2022) subratllen la importància de seguir patrons de disseny adaptatius que inclouen la creació i refinament progressiu de prototips, permetent assimilar millor les necessitats dels usuaris i ajustar els indicadors de manera dinàmica. La possibilitat de realitzar consultes i obtenir retroacció directa dels tècnics només va poder iniciar-se un cop es va disposar d'un conjunt de dades suficientment treballat i estructurat. Fins aquell moment, era necessari prioritzar el disseny i la preparació de la base de dades, la qual cosa va endarrerir la interacció amb l'equip tècnic. Aquesta manca de retroacció inicial era, per tant, inevitable, atès el marge temporal limitat i la necessitat de garantir una base sòlida per a l'anàlisi posterior. De fet, des d'un inici, es volia oferir una bateria inicial que pogués servir com a punt de partida per a la reflexió i la discussió amb l'equip tècnic. Aquest enfocament és coherent amb el que proposa Elsey *et al.* (2023), que descriu un procés iteratiu i participatiu per al desenvolupament d'un sistema d'indicadors a nivell de barri. En aquest procés, una primera versió d'indicadors serveix com a base per a múltiples cicles de retroacció i refinament amb els agents implicats, garantint així la seva rellevància i adequació a les necessitats locals. En aquest sentit, cal tenir present que hi ha altres maneres d'abordar la generació d'indicadors. Per exemple, l'estudi de Nikitas *et al.* (2023) proposa un enfocament basat en el coneixement expert, mitjançant el qual es recull l'opinió de tècnics i especialistes del sector per establir una jerarquia d'indicadors rellevants. Aquesta metodologia pot garantir una major alineació amb les necessitats reals de gestió i planificació, tot i que requereix una estructura participativa i recursos per a la seva implementació. Per tant, es pot afirmar que l'enfocament seguit en aquest treball és vàlid com a exercici inicial, orientat a explorar el potencial de les dades disponibles i generar idees. Tanmateix, caldria complementar-lo, en fases posteriors, amb metodologies participatives que integrin el coneixement tècnic i les prioritats de l'equip gestor, per tal d'afinar i validar els indicadors proposats. Aquesta combinació d'anàlisi tècnica i de retroacció experta és, probablement, el camí més adient per obtenir indicadors robustos i realment útils per a la presa de decisions.

En aquesta línia, la retroacció posterior d'aquesta bateria d'indicadors amb els tècnics de *Reus Mobilitat i Serveis* ha estat fonamental per contrastar la seva utilitat pràctica i ajustar-ne l'enfocament. El fet que l'equip tècnic valori positivament indicadors com el recompte d'origens i destins o la recurrència de les rutes confirma la seva rellevància per analitzar patrons d'ús, tal com també indiquen estudis recents (Kapuku *et al.*, 2024). Aquestes mètriques permeten no només una gestió més informada sinó també una planificació estratègica més efectiva, que és un objectiu clau en la modernització dels sistemes de transport públic (Gkiotsalitis, 2023). En canvi, altres indicadors, com la durada màxima del trajecte, han estat qüestionats pel fet que poden reflectir dades anòmales o errors del sistema, i per tant poden distorsionar les conclusions analítiques si no es depuren adequadament. D'altra banda, des d'un punt de vista més ampli, s'ha posat de manifest el valor afegit que ofereixen els indicadors amb dimensió espacial. En conjunt, aquest procés ha servit per constatar que els indicadors proposats són útils com a base inicial, però també que cal continuar avançant cap a una definició més precisa i operativa d'alguns d'ells. A més, serà necessari incorporar progressivament nous indicadors a mesura que s'identifiquin noves necessitats per part de l'equip tècnic, així com revisar i ajustar els existents per garantir-ne la rellevància i la funcionalitat en contextos de planificació i gestió reals.

Un altre aspecte rellevant que es deriva d'aquest treball és la possibilitat de realitzar recomanacions orientades a l'aprofitament estratègic de les dades per millorar la presa de decisions. Les dades recollides no només tenen un valor analític, sinó que poden esdevenir un actiu clau per optimitzar processos, detectar problemàtiques i generar solucions efectives en la gestió del servei (Korayim *et al.*, 2024). A partir de la interacció amb els tècnics de *Reus Mobilitat i Serveis* (RMS) i l'anàlisi dels resultats, s'han plantejat diverses possibilitats sobre com aquesta informació operativa podria integrar-se de manera més efectiva en el flux de treball habitual,

així com contribuir a resoldre reptes quotidians de gestió. Tot i que aquestes propostes són fruit de la reflexió personal derivada del diàleg amb l'equip, evidencien oportunitats rellevants per incrementar el valor estratègic de les dades. Aquesta observació es veu reforçada per l'article de Shollo i Galliers (2016), que indiquen que la incorporació efectiva de dades en la presa de decisions requereix no només fonts fiables, sinó també un entorn que en faciliti la comprensió i l'ús pràctic. Així, és essencial que qualsevol recomanació tingui en compte tant els requisits tècnics com els condicionants organitzatius. En aquest sentit, el treball posa de manifest la necessitat de desenvolupar protocols i eines, com ara una futura taula de control (*dashboard*), que ajudin a interpretar els indicadors i permetin als tècnics accedir fàcilment a informació rellevant i actualitzada (Rabiei *et al.*, 2024). A més, la flexibilitat i adaptabilitat de les solucions serà clau per respondre a problemàtiques diverses i canviants. Això implica que, a mesura que s'identifiquin nous reptes o es modifiquin les necessitats, les eines i estratègies proposades hauran de poder evolucionar. La interacció contínua amb els usuaris i els tècnics serà, per tant, imprescindible per ajustar les propostes i garantir-ne una aplicació efectiva al llarg del temps. Així doncs, el repte no és només generar dades i indicadors, sinó assegurar que aquests siguin realment útils i integrats de forma estratègica en els processos de decisió, un objectiu complex però fonamental per a la millora contínua de la gestió pública.

És important destacar que el treball ha estat plantejat des d'una perspectiva inicial i preparatòria, centrada en establir una base sòlida per a una futura explotació analítica, més que no pas en desenvolupar una aplicació analítica completa o en oferir resultats d'explotació directa. Així doncs, encara que el treball no ha aprofundit en la fase d'explotació analítica en si mateixa, sí que ha assolit l'objectiu de dissenyar i implementar una metodologia clara i estructurada que permeti la gestió, neteja i organització eficient de les dades, així com la formulació d'indicadors inicials i la definició d'una línia de treball per a la seva futura anàlisi.

## 5.2 Implicacions polítiques i potencial estratègic del servei de bicicleta compartida

Els indicadors dissenyats per analitzar el servei de bicicletes compartides no haurien de limitar-se exclusivament a la gestió operativa, sinó que poden esdevenir eines clau per visibilitzar els beneficis socials i ambientals associats al seu ús. En aquest sentit, proporcionen un suport objectiu que pot ser utilitzat per responsables polítics i tècnics per argumentar, en espais de presa de decisions com els plens municipals, la necessitat de reforçar el finançament del servei. D'aquesta manera, els indicadors no només ajuden a optimitzar el funcionament diari, sinó que també esdevenen una eina estratègica per impulsar polítiques públiques de mobilitat sostenible.

Sabem que la bicicleta és una opció de mobilitat més saludable i sostenible, però cal demostrar-ho amb dades concretes que permetin evidenciar els impactes positius tant per als usuaris com per a la comunitat. En aquest sentit, caldria incorporar indicadors orientats a avaluar la contribució del servei a la sostenibilitat urbana, més enllà del seu funcionament intern. Per exemple, es podrien definir mètriques per fer un seguiment de les emissions de CO<sub>2</sub> evitades, associant el bon nivell d'ús del servei amb una menor dependència del vehicle privat. Com s'ha esmentat a la introducció, l'adopció de modes de transport sostenibles pot contribuir a una reducció d'emissions d'entre el 10% i el 25%, segons estimacions de la Generalitat de Catalunya (Generalitat de Catalunya, 2021). Tenint en compte que la crisi climàtica està impulsada per l'alliberament massiu de gasos amb efecte d'hivernacle i que les seves conseqüències es tradueixen en fenòmens extrems cada vegada més freqüents, és fonamental dotar-se d'eines per quantificar l'impacte real d'iniciatives com *La Ganxeta*. D'aquesta manera, es podrien **formular indicadors útils per als tècnics municipals i altres actors**

**implicats, que permetessin extreure conclusions rellevants sobre els beneficis ambientals del servei i orientar millor la seva planificació futura.**

A banda dels beneficis ambientals, l'ús de la bicicleta també comporta importants efectes positius en l'àmbit de la salut pública, que sovint queden fora del "radar" de les mètriques habituals. Moure's en bicicleta és una activitat física que afavoreix la salut, enforteix la musculatura i millora la resistència general. Com s'ha vist a la introducció d'aquest treball, diversos estudis apunten que les persones que pedalen regularment presenten una millor percepció de salut, més vitalitat i nivells més baixos d'estrès (Otero *et al.*, 2018). També s'ha observat una possible reducció del risc de patologies com el càncer de colòn i de mama, per la seva contribució a la regulació del pes corporal i al reforç del sistema immunitari (Avila-Palencia *et al.*, 2018; Generalitat de Catalunya, 2024). Malgrat aquests efectes positius àmpliament reconeguts, la seva incorporació en les anàlisis d'impacte dels sistemes de bicicletes compartides encara és limitada. Tot i que sí que existeixen propostes d'indicadors per mesurar beneficis ambientals i de salut associats a l'ús de la bicicleta, sovint aquestes mètriques no s'apliquen de manera transversal o integrada als serveis concrets de lloguer de bicicletes. Autors com Fishman *et al.* (2013), Gössling (2013) i Mueller *et al.* (2015) han proposat indicadors per quantificar les emissions evitades, l'activitat física generada o la reducció del risc de malalties, però aquestes aportacions es troben sovint disperses i aplicades a contextos específics (Fishman *et al.*, 2013; Gössling, 2013; Mueller *et al.*, 2015). Aquest buit limita la capacitat d'argumentar de forma integral els avantatges del servei i d'integrar la perspectiva de salut i sostenibilitat en la seva planificació. Per aquest motiu, seria convenient desenvolupar una revisió de la literatura científica i tècnica existent que permeti consensuar un conjunt d'indicadors útils, robustos i aplicables en contextos locals. Aquests indicadors haurien d'incloure tant criteris ambientals (com emissions evitades o consum energètic) com indicadors de salut pública (com la reducció del sedentarisme o l'estimació de guanys en qualitat de vida), tal com apunten també estudis recents sobre avaluació d'impacte de la mobilitat activa (de Nazelle *et al.*, 2011; Rabl & de Nazelle, 2012; Woodcock *et al.*, 2014). En un context marcat per reptes globals com el canvi climàtic i l'increment de patologies associades a estils de vida sedentaris, és essencial implementar estratègies que no només redueixin les emissions contaminants, sinó que també fomentin hàbits saludables entre la població. Disposar d'indicadors integrats ajudaria a reforçar l'argumentari polític i tècnic en favor dels serveis de bicicleta compartida, tot facilitant una millor planificació, seguiment i avaluació de les seves contribucions al benestar col·lectiu.

La disponibilitat de dades de mobilitat tant en l'àmbit de la bicicleta com per a altres mètodes de transport o de telefonia mòbil representa una oportunitat clau per millorar la planificació urbana i la presa de decisions en matèria de mobilitat. Aquestes dades permeten identificar patrons de desplaçament, detectar punts crítics i avaluar l'eficiència de la infraestructura existent, facilitant així un disseny més adaptat a les necessitats reals dels usuaris. Tal com ja s'ha posat de manifest a la introducció, estudis com el de Chen *et al.* (2022) mostren com l'explotació de la tecnologia actual pot oferir informació rellevant sobre l'evolució de l'ús dels sistemes de bicicleta compartida, fins i tot en ciutats on aquests serveis són relativament nous. En el seu cas, fan servir dades per analitzar la distribució espacial i temporal de la demanda, contribuint a orientar la gestió i l'expansió del sistema. No obstant això, en el cas del servei de *La Ganxeta*, aquestes dades de mobilitat encara no es recullen de manera sistemàtica ni amb el nivell de precisió necessari. En un futur pròxim, s'espera que el servei reculli de forma sistemàtica aquestes dades de trajectòries, cosa que permetrà realitzar estudis de distribució espacial i temporal de la demanda, modelització de les trajectòries reals dels ciclistes, anàlisi de selecció de rutes i avaluació de nivells de seguretat i congestió en la xarxa ciclista. A diferència de les dades de Strava Metro (o altres serveis similars) que, tal com assenyalen Robinson *et al.* (2024), presenten limitacions com l'agregació espacial i temporal, el baix de representativitat. Aquestes dades només reflecteixen els hàbits d'una part de la població usuària de l'aplicació i manquen dades de precisió de les trajectòries per motius de privacitat. Les

dades de *La Ganxeta* no comptaran amb aquestes restriccions. En disposar de *tracks GPS* reals i completes, s'obindrà informació molt més potent, que permetrà una millor comprensió de la mobilitat del col·lectiu ciclista. Aquesta informació serà especialment valuosa per als tècnics i responsables polítics, ja que els oferirà una base empírica sòlida per planificar, dimensionar i optimitzar la infraestructura ciclista d'acord amb les necessitats reals de la ciutadania.

### 5.3 Limitacions

Com qualsevol treball acadèmic desenvolupat en un temps i un context concrets, aquest treball presenta algunes limitacions que han condicionat parcialment el seu abast i la profunditat de l'anàlisi realitzada. Aquestes limitacions no han compromès en cap cas l'assoliment dels objectius plantejats, però sí que han influït en el grau d'exploració que ha estat possible en determinats aspectes del projecte.

En tot procés de recerca aplicada, especialment quan es treballa amb dades i indicadors vinculats a una realitat territorial o sectorial concreta, el contrast amb els actors implicats esdevé un element clau per garantir la utilitat i la viabilitat dels resultats obtinguts. El treball amb els tècnics experts, que coneixen de primera mà el funcionament intern del servei, els reptes històrics que han hagut d'afrontar i els criteris amb què es prenen les decisions, aporta una mirada complementària molt valuosa que ajuda a ajustar l'anàlisi a les necessitats reals. En aquest sentit, la interacció amb aquests perfils pot ser entesa com una forma de construcció de coneixement compartit, en línia amb el que assenyalen Shollo i Galliers (2016) pel que fa al paper dels sistemes d'informació i anàlisi en la comprensió col·lectiva dins les organitzacions. Des de l'inici del projecte, es va contemplar la importància de poder comptar amb el punt de vista dels tècnics de mobilitat de RMS, tant per contrastar els enfocaments metodològics com per interpretar els resultats o explorar possibles línies de millora. Tanmateix, diversos condicionants van limitar la possibilitat de dur a terme una col·laboració més estructurada. Un dels principals factors ha estat la naturalesa progressiva del treball, on la proposta metodològica i l'anàlisi de dades es van anar construint de forma gradual, i no va ser fins a una fase ja molt avançada del desenvolupament d'aquest treball que es va disposar d'uns primers resultats d'interès per generar un intercanvi tècnic realment profitós. Tot i haver pogut mantenir algunes xarrades informals amb els tècnics durant l'estada de pràctiques realitzada a *Reus Mobilitat i Serveis* i el posterior intercanvi d'algunes de les indicadors obtingudes, no es va poder establir una col·laboració més estreta. La manca de temps i profunditat en les converses va dificultar abordar qüestions clau i aprofundir en noves mètriques. Tot i assolir els objectius i calcular alguns indicadors, l'anàlisi hauria pogut ser més rica amb un retorn tècnic a temps. Amb tot, aquesta limitació no ha compromès els resultats, però sí que ha restringit el marge per contrastar i consolidar la rellevància de les decisions metodològiques adoptades.

Un element també important per garantir la continuïtat i reutilització dels resultats d'aquest treball és l'existència d'una documentació clara i accessible del codi desenvolupat. Més enllà de l'anàlisi i de la formulació d'indicadors, s'ha creat un conjunt de *scripts* per processar, analitzar i visualitzar les dades del servei de bicicletes. Aquesta part més tècnica encara no ha estat completament documentada de manera sistemàtica, fet que suposa un obstacle a l'hora de transferir aquest coneixement als tècnics o a tercers. En particular, cal tenir present que una de les finalitats d'aquest estudi és que els tècnics de *Reus Mobilitat i Serveis* puguin aprofitar la metodologia i els processos creats per continuar desenvolupant l'anàlisi del servei de bicicletes. Sense una documentació completa, tant pel que fa a l'estructura dels *scripts* com al seu funcionament i lògica interna, aquesta transferència resulta limitada (Beaulieu-Jones & Greene, 2017). Actualment, el codi es troba allotjat en un repositori privat a la plataforma *GitHub*, fet que ha comportat que no s'hagi considerat prioritari preparar una documentació exhaustiva durant el desenvolupament. Tanmateix, si es preveu fer públic, compartir o facili-

tar aquest codi als tècnics de RMS, serà imprescindible generar una documentació adequada que permeti entendre, replicar i adaptar els processos implementats. Per ara, l'únic recurs que descriu la lògica del codi i el seu ús és aquest mateix treball, que actua com a primera aproximació metodològica, però que en cap cas substitueix una documentació tècnica completa. Aquesta qüestió obre la porta a una línia de treball futura orientada a fer més accessible, reutilitzable i útil el conjunt d'eines desenvolupades en aquest projecte.

Un dels pilars fonamentals d'aquest treball ha estat el tractament i anàlisi de dades generades pel servei de bicicleta compartida *La Ganxeta*. En aquest sentit, les dades disponibles han determinat fortament les possibilitats metodològiques del projecte. Inicialment, es preveia poder accedir a una base de dades completa on hi haurien les trajectòries GPS associades als desplaçaments, fet que hauria permès dur a terme una anàlisi espacial de gran interès per al camp de la geografia, el qual he estudiat. Això hauria obert la porta a l'explotació de indicadors com el càlcul de distàncies de proximitat a equipaments o punts d'interès, la confluència d'usos o el reconeixement de patrons d'ús territorial. No obstant això, ben aviat es va constatar que l'enregistrament de les trajectòries presentava nombroses deficiències. De les més de 83.000 operacions registrades, només en aproximadament un terç s'ha disposat d'alguna mena de traça GPS. A més, en un 60% d'aquests casos, les *tracks* obtingudes constaven de cinc o menys posicions, generalment associades únicament als punts d'inici i final del trajecte. Aquest escàs detall espacial es deu, en gran part, al fet que l'aplicació només registra dades mentre el dispositiu mòbil es manté actiu. Quan l'usuari bloqueja el telèfon, com és habitual durant el desplaçament, la captació de dades s'interromp. Això ha dificultat greument l'anàlisi de la mobilitat real dins el municipi. A més, s'han detectat errors sistemàtics associats a una altra problemàtica del servei: les dificultats per tancar correctament els viatges. Aquest mal tancament provoca que el registre GPS continuï, pel fet que aquest es registra a través del dispositiu mòbil, mostrant recorreguts ficticis que arriben a localitats veïnes, com Riudoms, Salou o Vila-seca, o, fins i tot, a punts tan distants com Barcelona. Aquesta qüestió, tot i que afecta la qualitat del registre, ja s'està abordant amb millores tècniques que s'implementaran pròximament. A més d'aquesta problemàtica, cal assenyalar que el treball s'ha hagut de basar en un conjunt de dades tancat, obtingut a partir d'un backup proporcionat a l'inici del projecte. Això implica que no s'ha disposat de dades actualitzades al llarg del desenvolupament del treball, sinó que s'ha treballat únicament amb un conjunt de registres corresponents a un període concret del passat. Aquesta limitació ha restringit la possibilitat de contrastar l'evolució temporal del servei o de detectar canvis recents en els patrons d'ús. També ha condicionat l'anàlisi de l'impacte de possibles millores tècniques implementades posteriorment, així com l'adaptació dels indicadors a situacions noves que podrien haver aparegut. Tot plegat ha obligat a centrar el treball en una fotografia fixa del funcionament del sistema en un moment determinat, perdent en certa manera la dimensió dinàmica que hauria enriquit els resultats. Aquestes limitacions exemplifiquen la importància de mantenir un sistema robust de gestió i avaluació de la qualitat de les dades, tal com plantegen Batini i Scannapieco (2009).

En la fase d'anàlisi de les dades, el rol de les eines informàtiques ha estat fonamental per poder estructurar i extreure informació rellevant a partir del volum considerable de registres disponibles. L'ús de l'entorn *QGIS*, combinat amb el llenguatge *PyQGIS*, ha permès establir una metodologia clara per al tractament inicial de les dades: inventariar, netejar, seleccionar i carregar els conjunts d'informació ha estat una tasca àgil i efectiva. Aquest entorn també ha estat clau per formular el conjunt d'indicadors que estructuraven el treball i orientar l'anàlisi espacial des d'un enfocament metodològic rigorós. Tanmateix, un cop superada aquesta primera etapa, s'ha posat de manifest una limitació important vinculada a la fase d'execució de les consultes. Malgrat l'esforç per desenvolupar *scripts* que automatitzessin el càlcul dels indicadors, les funcionalitats pròpies de *QGIS* han dificultat l'execució conjunta o encadenada de diverses operacions. En alguns casos, el sistema només permetia executar les consultes d'una en una, fet que no només allargava el procés, sinó que també n'afectava la reproductibilitat

i l'eficiència. Aquest tipus de limitacions tecnològiques, que comprometen l'automatització completa del flux de treball, són especialment rellevants en contextos on la traçabilitat i la transparència dels processos analítics són essencials per garantir-ne la fiabilitat (Beaulieu-Jones & Greene, 2017). Això ha implicat haver d'afrontar manualment algunes fases que, idealment, haurien pogut ser automatitzades. Si bé s'ha pogut complir l'objectiu previst, les limitacions tècniques de *QGIS* han condicionat les possibilitats d'assolir una automatització plena del procés.

## 5.4 Recomanacions

Tot i que aquest treball i el repositori associat recullen part de la feina desenvolupada, és important anar més enllà i reforçar la transferència dels resultats obtinguts. Seria útil organitzar sessions de discussió, elaborar una documentació més clara i adaptada per als tècnics que hagin de fer-ne ús, i també preparar materials que es puguin compartir de manera oberta amb altres professionals o públic interessat. Aquesta tasca, que podrà ser assumida per l'autor del treball, tindrà com a objectiu assolir que qualsevol persona amb coneixements tècnics essencials pugui entendre, adaptar o ampliar el sistema existent. Una millor documentació també facilitarà l'obertura del codi, el seu ús compartit amb altres serveis i la seva integració en eines més àmplies d'anàlisi de mobilitat. Atès que actualment només es descriu parcialment el funcionament del sistema, es considera prioritari abordar aquest aspecte en una futura continuació del projecte. La manca de documentació adequada s'identifica com una de les principals barreres per a la contribució i adopció de projectes de codi obert, fet que fa necessària una inversió en transferència i divulgació per garantir-ne l'èxit i la sostenibilitat (Steinmacher *et al.*, 2017).

Un dels aspectes clau per garantir la sostenibilitat, escalabilitat i utilitat de qualsevol sistema de monitoratge i explotació de dades és la disposició d'un entorn de treball únic i integrat, on l'anàlisi i la producció no estiguin desvinculats. Com s'ha comentat anteriorment en aquesta discussió, els autors Batini i Scannapieco (2009) destaquen com, la qualitat d'aquestes dades i la seva gestió depenen en gran mesura d'una arquitectura tecnològica que permeti la integració, l'automatització i la coherència de les fonts d'informació. En el cas de *La Ganxeta*, s'opera amb una arquitectura de producció pròpia, mentre que la proposta realitzada fins ara s'han desenvolupat en un entorn paral·lel orientat a l'anàlisi, amb l'ús de fitxers *Geopackage* i *scripts* en *PyQGIS*. Aquesta separació ha comportat una gestió fragmentada de la informació, basada en còpies de les dades que dependran d'exportacions puntuals i formats no sincronitzats, detalls que impossibiliten l'actualització automàtica dels indicadors i limiten la viabilitat de crear un panell de visualització dinàmic com el que s'ha anticipat en aquest treball. La proposta actual, com que no es troba connectada al servidor del servei de RMS, esdevé una solució inconexa que, si bé útil com a prova de concepte, no pot ser mantinguda a llarg termini ni adaptada a un ús continuat per part dels tècnics. Així, es recomana iniciar un procés progressiu de migració cap a una plataforma integrada, allotjada en el propi servidor del servei, que permeti la connexió directa amb la base de dades en producció. Aquesta plataforma hauria de facilitar el càlcul automatitzat d'indicadors a mesura que s'incorporin noves dades i hauria d'estar construïda amb tecnologies més robustes i escalables, com *Python* (prescindint de *QGIS* en favor de llibreries externes), *SQL* com a llenguatge de consulta, i una base de dades tipus *PostgreSQL* amb l'extensió *PostGIS*, que és l'opció habitual en entorns SIG professionals multiusuari. Tot aquest procés hauria de plantejar-se tenint en compte l'entorn de treball ja existent del servei i adaptant-se a les seves capacitats tècniques i organitzatives, amb l'objectiu de fer viable, en un futur, una eina consolidada, automatitzada i realment útil per al seguiment i la presa de decisions en relació amb el servei de bicicleta compartida.

Una de les línies amb més potencial analític de cara al futur és l'explotació de les *tracks*

completes dels desplaçaments, és a dir, la seqüència exacta de coordenades que segueix cada bicicleta durant el recorregut. Fins ara només s'ha treballat amb dades d'origen i destinació, però està previst que pròximament es disposi d'aquest registre espacial detallat. Quan això sigui possible, es podran dur a terme anàlisis espacials molt més rellevants i precisos, com ara identificar si els usuaris utilitzen realment els carrils bici, per quins carrers passen amb més freqüència, quines són les zones amb més densitat de trànsit ciclista o quins són els recorreguts més habituals. Aquest tipus d'enfocament ja s'ha començat a aplicar en l'anàlisi de la intermodalitat entre bicicleta compartida i transport públic mitjançant dades detallades de trajectes, com han fet Kapuku *et al.*, 2024. Per aquest motiu, es recomana que, tan bon punt es disposi d'una quantitat significativa de *tracks*, s'activi una línia d'anàlisi orientada a extreure coneixement útil per a la gestió i planificació del servei. Un primer exemple podria ser la comparació entre els recorreguts reals i la infraestructura ciclista existent, la qual cosa permetria detectar mancances o punts de conflicte que no són evidents amb les dades actuals. Aquest tipus d'anàlisi no només aportaria informació valuosa per optimitzar el servei de bicicletes compartides, sinó que també esdevindria una eina rellevant per a la planificació urbana i la promoció de la mobilitat sostenible, ja que permetria ajustar millor les polítiques públiques a l'ús real que fan els ciutadans de la infraestructura disponible.

Per tal de consolidar i fer evolucionar aquest sistema d'anàlisi de dades del servei de bicicletes compartides de Reus, es considera essencial establir un contacte més estret i estructurat amb els tècnics municipals, mitjançant la realització de Focus Grups. Aquest tipus de trobada consisteix en una sessió de treball grupal on un conjunt reduït però representatiu d'experts, en aquest cas personal tècnic amb coneixement directe del servei, comparteix opinions, experiències i propostes entorn d'una temàtica concreta. L'objectiu és generar informació qualitativa valuosa que complementi les dades quantitatives i permeti entendre millor les dinàmiques reals del servei. Tal com assenyalen Fishman *et al.* (2012), aquest enfocament pot ser clau per identificar barreres no evidents a l'ús del servei i facilitar millores basades en la percepció directa dels usuaris o gestors. En aquest sentit, aquest espai de treball compartit hauria de permetre identificar conjuntament les necessitats reals del servei, definir noves mètriques, acordar metodologies de càlcul i adaptar els indicadors existents. Es tracta d'un procés necessàriament iteratiu: un cop establerts els primers indicadors útils, és previsible que apareguin noves demandes d'anàlisi a mesura que evolucioni el servei o sorgeixin situacions no previstes. L'allargament del temps de treball conjunt amb els tècnics es justifica pel seu coneixement pràctic i directe del funcionament diari del servei. Ells són capaços de detectar patrons d'ús, identificar dies en què la recollida de dades no ha estat normal o contextualitzar incidències puntuals sense necessitat d'explorar manualment la base de dades. De fet, converses mantingudes amb el personal tècnic ja han permès detectar patrons d'ús rellevants, com per exemple estratègies dels usuaris per optimitzar l'aprofitament de l'abonament a través del fraccionament o la limitació de recorreguts. Un entorn de treball continu i compartit permetria obtenir informació més rellevant per a la presa de decisions, com ara la detecció precoç de canvis en els patrons d'ús, identificació de franges horàries crítiques, coneixement dels punts de major incidència operativa, avaluació qualitativa de les millores implantades o valoració de la satisfacció dels usuaris des d'una perspectiva interna. Aquesta informació no només reforçaria l'anàlisi quantitativa, sinó que ajudaria a orientar millor les polítiques públiques de mobilitat i les millores del servei.

Un altre pas clau per fer avançar el sistema d'anàlisi de dades i la gestió operativa de *La Ganxeta* és establir aliances amb altres serveis de bicicleta compartida, especialment aquells que comparteixen contextos territorials i funcionals similars, com ara *La Girocleta*. Aquesta col·laboració permetria generar coneixement compartit sobre la gestió, les problemàtiques i les solucions aplicades en sistemes semblants, i obrir vies per a la innovació conjunta. En l'àmbit de les dades, aquesta xarxa podria facilitar l'intercanvi d'experiències sobre què es recull, com s'estructuren les dades i quins indicadors es consideren més rellevants en cada

servei. A partir d'aquí, es podria avançar cap a un model analític o una eina comuna, que no només respongui a les necessitats específiques de *La Ganxeta*, sinó que pugui ser escalable i útil per a altres sistemes de *bike sharing* del territori. Aquest enfocament compartit contribuiria a millorar l'eficiència dels recursos tècnics i humans, evitar la duplicació d'esforços, i obrir la porta a possibles col·laboracions en desenvolupaments de programari, licitacions conjuntes o projectes d'innovació en mobilitat sostenible.

## Capítol 6

# Conclusions

La bicicleta s'ha consolidat com una peça clau en les polítiques de mobilitat sostenible a les ciutats. En aquest marc, els serveis de lloguer de bicicletes emergeixen com una alternativa eficient i flexible, però cal tenir en compte que cada ciutat necessita un model adaptat a les seves particularitats urbanes i socials. Aquests sistemes sovint incorporen un cert grau d'informatització a partir *d'apps* i generen dades que, si s'analitzen adequadament, poden oferir informació molt valuosa per optimitzar el funcionament dels serveis o, fins i tot, ajudar a millorar la planificació urbana associada a la mobilitat ciclista.

En el cas concret del servei de bicicletes de Reus, s'ha comprovat que la qualitat i el volum de les dades disponibles tenen un gran potencial per a generar indicadors útils. Inicialment, s'ha fet una anàlisi de l'estructura de les dades i s'han proposat diferents línies d'investigació que podrien derivar en eines de **suport per a la presa de decisions**. Aquestes eines no només tenen el potencial de poder millorar la gestió interna del servei (redistribució de bicicletes, manteniment preventiu, control d'errors en les estacions), sinó que també podrien nodrir projectes de planificació urbana. Per exemple, es podrien aprofitar aquestes dades pel disseny de carrils bici, la ubicació d'aparcaments en espais més segurs, campanyes de foment de l'ús, entre altres possibilitats.

La metodologia proposada en aquest estudi pot ser útil per a altres serveis de lloguer de bicicletes, sempre que s'adapti a les particularitats de cada ciutat o sistema. Per aquest motiu, seria interessant establir contacte amb altres operadors o administracions per tal d'explorar com es podria extrapolar aquest enfocament a diferents contextos. El fet d'haver utilitzat codi obert i eines de programari lliure facilita aquesta adaptació, ja que permet reutilitzar i modificar els processos d'anàlisi i les eines desenvolupades sense barreres tècniques ni econòmiques. Aquesta flexibilitat obre la porta a futures col·laboracions i a una possible estandardització de metodologies d'anàlisi en l'àmbit de la mobilitat ciclista urbana.

En la següent fase del projecte es plantejarà una reunió amb els tècnics de *Reus Mobilitat i Serveis* per tal de presentar els resultats preliminars en detall i debatre els possibles passos següents. Es discutirà la definició d'**indicadors clau** de rendiment per avaluar el funcionament del servei, la implementació d'un **panell de visualització** (*dashboard*) que permeti el seguiment en temps real de l'estat de cada punt d'ancoratge (*rack*) i la consulta de les darreres traces generades cada vegada que una bicicleta és retornada. També es planificarà la realització de proves pilot per avaluar l'efecte de noves estratègies de redistribució de bicicletes. A més, es plantejarà la incorporació de fonts de dades complementàries, com ara enquestes de mobilitat als usuaris i l'anàlisi de textos i comentaris recollits a través de l'aplicació mòbil, per tal d'enriquir l'anàlisi i orientar les decisions cap a un model de mobilitat cada vegada més integrat i eficient.

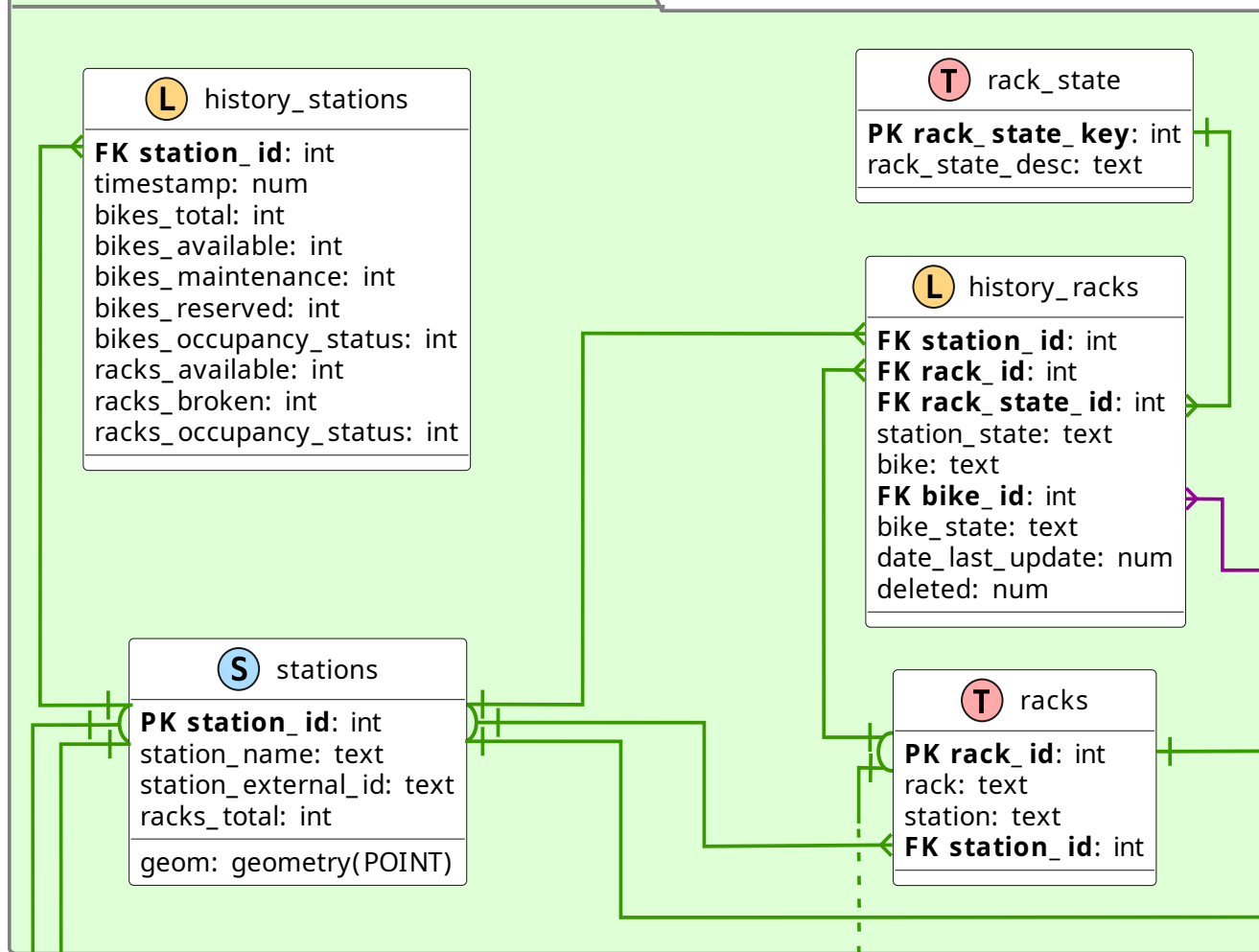


## **Apèndix A**

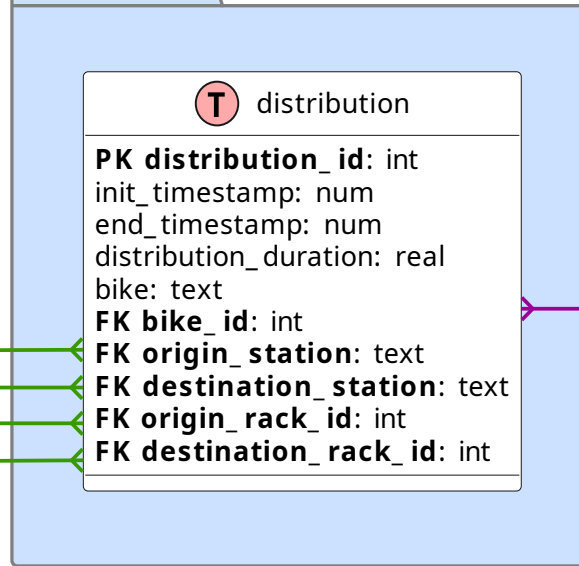
# **Model entitat-relació**

Model Entitat-Relació del sistema de gestió de dades de La Ganxeta.

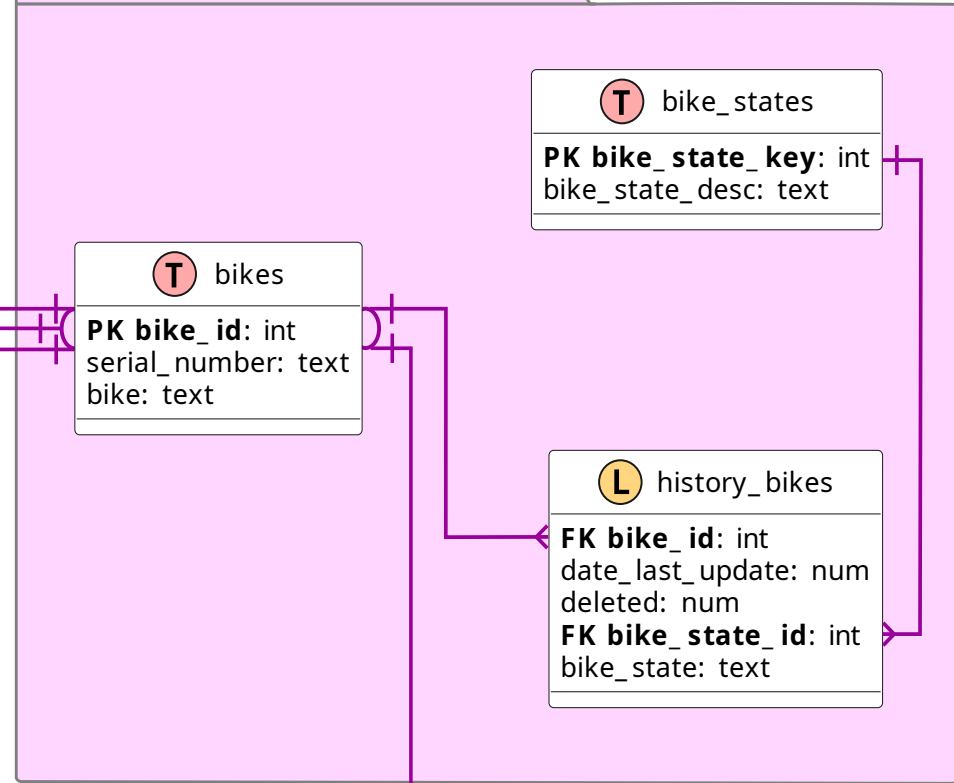
### Components d'infraestructura



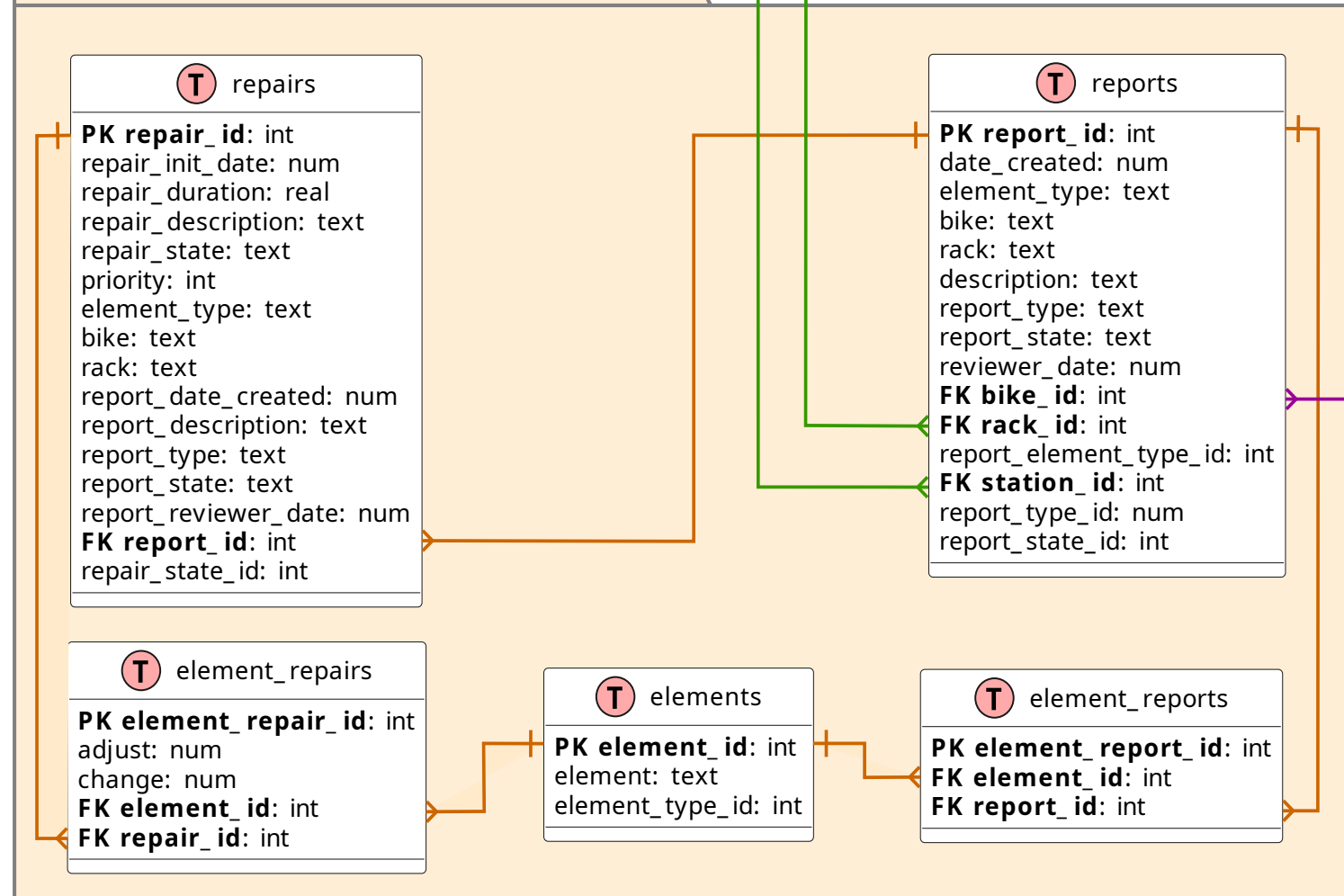
### Distribució



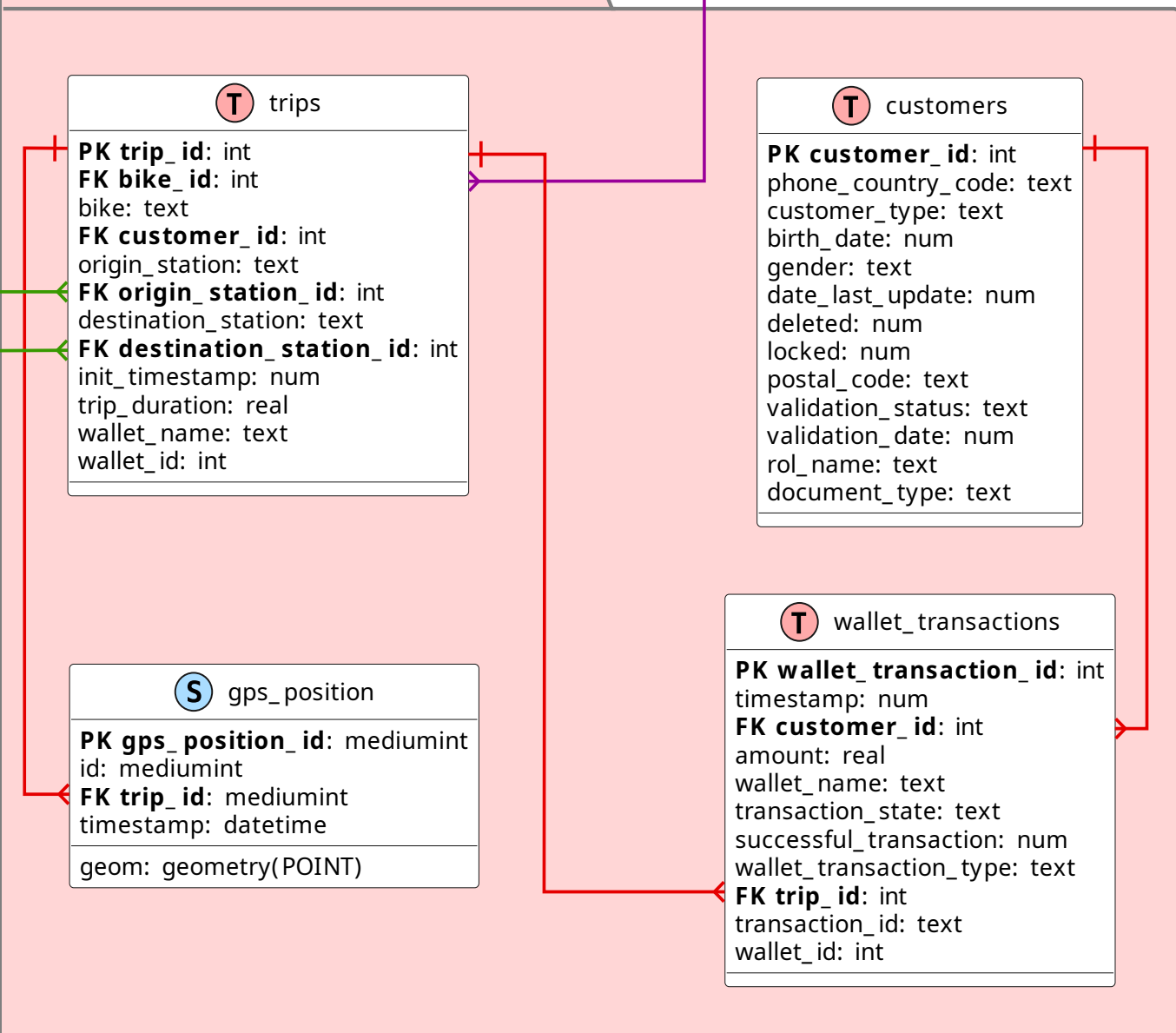
### Components de les bicicletes



### Components de manteniment



### Components dels usuaris



## Apèndix B

# Scripts per a la càrrega de dades

A continuació es mostra l'*script* en Python emprat per a la càrrega massiva de fitxers CSV a QGIS, iniciant pel *01-csv-bulk-load.py*:

**Codi B.1:** Càrrega de fitxers CSV a QGIS

```
1 import os
2 import glob
3 import re
4 import csv
5 from datetime import datetime
6 from qgis.core import QgsVectorLayer, QgsProject
7 from PyQt5.QtWidgets import QFileDialog, QApplication
8
9 # Definir el nom de l'script i el fitxer de registre
10 SCRIPT_NAME = "01-qgis-csv-bulk-load.py"
11 LOG_FILE_NAME = "01-qgis-csv-bulk-load.log"
12
13 # Assegurar que l'objecte QApplication està en execució
14 app = QApplication.instance()
15
16 # Seleccionar carpeta (el diàleg es tanca immediatament)
17 dir_path = QFileDialog.getExistingDirectory(None, f"Selecciona la
18     carpeta per a {SCRIPT_NAME}")
19 app.processEvents() # Assegura que la UI s'actualitza i el diàleg
20     desapareix
21
22 if not dir_path:
23     print("No s'ha seleccionat cap carpeta. Surt de l'script.")
24 else:
25     # Definir la ruta del fitxer de registre
26     log_file_path = os.path.join(dir_path, LOG_FILE_NAME)
27
28     # Obrir el fitxer de registre (mode sobreescritura)
29     with open(log_file_path, "w", encoding="utf-8") as log_file:
```

```

28 def log(message):
29     """Escriure missatges al fitxer de registre i imprimir-
30         los per consola."""
31     print(message)
32     log_file.write(message + "\n")
33
34 # Obtenir tots els fitxers CSV a la carpeta seleccionada i
35     ordenar-los alfabèticament
36 csv_files = sorted(glob.glob(os.path.join(dir_path, "*.csv")
37     ))
38 log(f"Execució iniciada: {datetime.now()}")
39 log(f"Script: {SCRIPT_NAME}")
40 log("Fitxers trobats:")
41 for f in csv_files:
42     log(f" - {f}")
43
44 def clean_name(file_path):
45     """Eliminar els números finals abans de .csv però
46         mantenir la resta del nom del fitxer."""
47     file_name = os.path.basename(file_path)
48     clean_name = re.sub(r"_(\d+)\.csv$", ".csv", file_name)
49     # Elimina _números abans de .csv
50     return clean_name.replace(".csv", "") # Retorna el nom
51     sense extensió per QGIS
52
53 def detect_encoding(file):
54     """Intentar llegir el fitxer amb diferents codificacions
55         (UTF-8 primer, després Latin1, i finalment Windows
56         -1252)"""
57     encodings = ["utf-8", "ISO-8859-1", "Windows-1252"]
58     for enc in encodings:
59         try:
60             with open(file, "r", encoding=enc, errors="
61                 replace") as f:
62                 f.read()
63                 log(f"Utilitzant codificació {enc} per a {file}")
64             return enc
65         except UnicodeDecodeError:
66             continue
67     log(f"Problema de codificació amb {file}, saltant aquest
68         fitxer.")
69     return None # No s'ha trobat una codificació vàlida
70
71 for file in csv_files:
72     clean_filename = clean_name(file)
73

```

```
64     # Detectar la codificació
65     encoding = detect_encoding(file)
66     if not encoding:
67         continue # Saltar el fitxer si no es pot determinar
68                 la codificació
69     else:
70         log(f"Error: No s'ha pogut carregar {clean_filename}
71            a QGIS. Possibles problemes:")
72         log(f"- Revisa els noms de les columnes de
73            coordenades a: {file}")
74         log(f"- Assegura't que els valors numèrics estan ben
75            formats.")
76
77     log("Execució completada.")
```

Posteriorment, es va emprar un script per a poder carregar tota aquesta informació a un *GeoPackage*, a partir de *02-toc-2-gpkg.py*:

**Codi B.2:** Càrrega de fitxers a un *GeoPackage*

```

1 import os
2 from qgis.core import QgsProject, QgsVectorFileWriter, QgsMapLayer
3 from PyQt5.QtWidgets import QFileDialog, QApplication
4
5 # Definir el nom del GeoPackage
6 GPKG_NAME = "ganxeta-b4a.gpkg"
7
8 # Assegurar que l'objecte QApplication està en execució
9 app = QApplication.instance()
10
11 # Demanar a l'usuari on vol guardar el GeoPackage
12 dir_path = QFileDialog.getExistingDirectory(None, f"Selecciona la
13     carpeta per a {GPKG_NAME}")
14
15 if not dir_path:
16     print("No s'ha seleccionat cap carpeta. Surt de l'script.")
17 else:
18     # Definir la ruta del fitxer GeoPackage
19     gpkg_path = os.path.join(dir_path, GPKG_NAME)
20
21     # Obtenir totes les capes carregades
22     project = QgsProject.instance()
23     layers = project.mapLayers().values()
24
25     if not layers:
26         print("No s'han trobat capes a la taula de continguts de
27             QGIS. Surt de l'script.")
28     else:
29         print(f"Guardant capes a {gpkg_path}")
30
31         for idx, layer in enumerate(layers):
32             layer_name = layer.name()
33
34             # Comprovar si la capa és vectorial
35             if layer.type() == QgsMapLayer.VectorLayer:
36                 print(f"Guardant {layer_name} al GeoPackage...")
37
38                 # La primera capa crea el GeoPackage, les altres s'
39                 # afegeixen
39                 action_mode = (
40                     QgsVectorFileWriter.CreateOrOverwriteFile

```

```
40         if idx == 0 and not os.path.exists(gpkg_path)
41         else QgsVectorFileWriter.CreateOrOverwriteLayer
42     )
43
44     # Definir les opcions de guardat de la capa
45     layer_options = QgsVectorFileWriter.
46         SaveVectorOptions()
47     layer_options.driverName = "GPKG"
48     layer_options.fileEncoding = "UTF-8"
49     layer_options.layerName = layer_name
50     layer_options.actionOnExistingFile = action_mode
51
52     # Exportar la capa al GeoPackage
53     error = QgsVectorFileWriter.writeAsVectorFormatV3(
54         layer, gpkg_path, QgsProject.instance().
55         transformContext(), layer_options
56     )
57
58     if error == QgsVectorFileWriter.NoError:
59         print(f" {layer_name} guardada correctament.")
60     else:
61         print(f" Error guardant {layer_name}: {error}")
62
63     else:
64         print(f"Saltant {layer_name} (tipus de capa no
65             suportat).")
66
67     print("Creació del GeoPackage completada.")
```



## Apèndix C

# Exemples d'*scripts* per a l'extracció d'indicadors

A continuació es poden observar algunes de les consultes realitzades per a l'extracció d'indicadors. En cas que es volgués accedir al repositori on es troben totes les consultes emprades per obtenir els indicadors que es mostren en aquest treball, s'haurà de fer a través de petició via correu electrònic, i de la prèvia acceptació per part de Reus Mobilitat i Serveis.

Aquesta primera consulta permet obtenir el nombre total d'usuaris registrats a l'aplicació *La Ganxeta*. Per fer-ho, es compten els valors únics del camp `customer_id` a la taula `customers`, evitant possibles duplicats:

**Codi C.1:** Consulta del total d'usuaris registrats

```
1 -- Comptar el nombre total d'usuaris únics registrats
2 SELECT COUNT(DISTINCT customer_id) AS total_registered_users
3 FROM customers ;
```

Aquesta altra consulta permet extreure quin percentatge d'usuaris registrats a l'aplicació han estat rebutjats durant el procés de validació.

**Codi C.2:** Consulta del percentatge d'usuaris no validats

```
1 SELECT
2   -- Calcular el percentatge de clients amb estat 'Rebutjat' respecte al total de clients
3   ROUND(
4     -- Nombre de clients únics amb estat 'Rebutjat' multiplicat per 100
5     (SELECT COUNT(DISTINCT customer_id) FROM customers WHERE
6      validation_status = 'Rebutjat') * 100.0
7     / (SELECT COUNT(DISTINCT customer_id) FROM customers),
8     2) AS not_validated_percentage -- Arrodonir el resultat a 2 decimals i
   donar-li un nom descriptiu
```

D'altra banda, aquesta consulta és de caràcter més tècnic i té per objectiu avaluar el funcionament de les estacions de bicicletes. Concretament, calcula per a cada estació el percentatge d'instàncies en què hi havia menys de 5 bicicletes disponibles o menys de 5 aparcaments lliu-

res, així com el nombre de vegades que s'ha quedat completament sense bicicletes o totalment plena:

**Codi C.3:** Indicadors de disponibilitat de bicicletes i ancoratges per estació

```

1 SELECT
2   s.station_name, -- Nom de l'estació
3   -- Percentatge de registres amb menys de 5 bicicletes disponibles, amb 2 decimals
4   ROUND(100.0 * SUM(CASE WHEN hs.bikes_available < 5 THEN 1 ELSE 0
5     END) / COUNT(*), 2) AS percentage_menys_5_bicis,
6   -- Percentatge de registres amb menys de 5 places lliures per aparcar bicicletes, amb 2
7     decimals
8   ROUND(100.0 * SUM(CASE WHEN hs.racks_available < 5 THEN 1 ELSE 0
9     END) / COUNT(*), 2) AS percentage_menys_5_racks,
10  -- Nombre total de registres on no hi havia bicicletes disponibles (0 bicicletes)
11  SUM(CASE WHEN hs.bikes_available = 0 THEN 1 ELSE 0 END) AS
12  vegades_bicis_zero,
13  -- Nombre total de registres on l'estació estava plena (0 places lliures)
14  SUM(CASE WHEN hs.racks_available = 0 THEN 1 ELSE 0 END) AS
15  vegades_estacio_plena
FROM history_stations hs
JOIN stations s ON hs.station_id = s.station_id -- Unim dades de
l'històric amb les estacions
WHERE hs.station_id NOT IN (83, 84, 21) -- Excloem aquestes estacions
concretes
GROUP BY hs.station_id -- Agrupem per estació per calcular els percentatges i sumes
ORDER BY percentage_menys_5_bicis DESC; -- Ordenem per percentatge de
menys de 5 bicicletes disponible, de més a menys

```

Aquesta darrera consulta permet analitzar l'evolució de l'activitat a les estacions d'origen al llarg de quatre trimestres consecutius. Es compten els trajectes únics iniciats en cadascuna de les estacions durant diferents períodes de tres mesos, així com el total global:

**Codi C.4:** Distribució trimestral dels trajectes iniciats per estació d'origen

```

1 SELECT
2   st.station_name, -- Nom de l'estació d'origen
3
4   -- Comptar trajectes únics iniciats durant el primer trimestre analitzat (febrer, març,
5     abril)
6   COUNT(DISTINCT CASE
7     WHEN strftime('%Y-%m', t.init_timestamp) IN ('2024-02', '2024-03
8     ', '2024-04')
9     THEN t.trip_id
10  END) AS "Feb-Abr 2024",
11
12  -- Comptar trajectes únics iniciats durant el segon trimestre (maig, juny, juliol)
13  COUNT(DISTINCT CASE
14    WHEN strftime('%Y-%m', t.init_timestamp) IN ('2024-05', '2024-06
15    ', '2024-07')
16    THEN t.trip_id

```

```

14 END) AS "Mai-Jul 2024",
15
16 -- Comptar trajectes únics iniciats durant el tercer trimestre (agost, setembre, octubre)
17 COUNT(DISTINCT CASE
18     WHEN strftime('%Y-%m', t.init_timestamp) IN ('2024-08', '2024-09',
19         '2024-10')
20     THEN t.trip_id
21 END) AS "Ago-Oct 2024",
22
23 -- Comptar trajectes únics iniciats durant el quart trimestre (novembre, desembre, gener)
24 COUNT(DISTINCT CASE
25     WHEN strftime('%Y-%m', t.init_timestamp) IN ('2024-11', '2024-12',
26         '2025-01')
27     THEN t.trip_id
28 END) AS "Nov-Gen 24/25",
29
30 -- Comptar el total general de trajectes únics iniciats per estació
31 COUNT(DISTINCT t.trip_id) AS total_trips
32
33 FROM
34     trips t -- Taula de trajectes
35 JOIN
36     stations st ON t.origin_station_id = st.station_id -- Unim amb la
37     taula d'estacions per obtenir el nom de l'estació d'origen
38
39 GROUP BY
40     st.station_name -- Agrupem per estació per calcular els comptatges per períodes
41
42 ORDER BY
43     st.station_name; -- Ordenem alfabèticament per nom d'estació

```



# Bibliografia

- Acevedo, J., & Bocarejo, J. P. (2009). Movilidad sostenible: Una construcción multidisciplinaria. *Revista de Ingeniería*, 29, 72 - 74. [http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-49932009000100009&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0121-49932009000100009&script=sci_arttext)
- Agència Europea de Medi Ambient. (2018). La congestió urbana a les ciutats europees. <https://www.eea.europa.eu/es>
- Ajuntament de Reus. (2025). Geoportal de l'Ajuntament de Reus. <https://geoportal.reus.cat/inici/>
- Alió, X. D., & Gras, J. M. S. (Ed.). (2023). *La bicicleta al Camp: Una perspectiva territorial i social*. Universitat Rovira i Virgili. [https://www.gratet.urv.cat/media/upload/domain\\_1944/arxius/Bicicleta\\_Camp\\_Llibre\\_Digital.pdf](https://www.gratet.urv.cat/media/upload/domain_1944/arxius/Bicicleta_Camp_Llibre_Digital.pdf)
- Avila-Palencia, I., Int Panis, L., Dons, E., Gaupp-Berghausen, M., Raser, E., Götschi, T., Gerike, R., Brand, C., De Nazelle, A., Orjuela, J., Anaya-Boig, E., Stigell, E., Kahlmeier, S., Iacorossi, F., & Nieuwenhuijsen, M. (2018). The effects of transport mode use on self-perceived health, mental health, and social contact measures: A cross-sectional and longitudinal study. *Environment International*, 120, 199 - 206. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.08.002>
- Azeroual, O., Saake, G., & Abuosba, M. (2019). Data Quality Measures and Data Cleansing for Research Information Systems. *arXiv preprint arXiv:1901.06208*. <https://arxiv.org/abs/1901.06208>
- Bach, B., Freeman, E., Abdul-Rahman, A., et al. (2022). Dashboard Design Patterns: A Systematic Literature Review. *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics*, 28(1), 1005 - 1015. <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9903550>
- Banister, D. (2008). The sustainable mobility paradigm. *Transport Policy*, 15(2), 73 - 80. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2007.10.005>
- Batini, C., & Scannapieco, M. (2009). Methodologies for data quality assessment and improvement. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 41(3), 1 - 52. <https://dl.acm.org/doi/10.1145/1541880.1541883>
- Beaulieu-Jones, B. K., & Greene, C. S. (2017). Reproducible computational workflows with continuous analysis. *Nature biotechnology*, 35(4), 342 - 346. <https://doi.org/10.1038/nbt.3780>
- Benavides, J., Usmani, S., & Kioumourtzoglou, M.-A. (2022). Scaling the Superblock model to city level in Barcelona? Learning from recent policy impact evaluations. *Contesti*.

- Città, Territori, Progetti*, (2), 79 - 94. <https://oajournals.fupress.net/index.php/contesti/article/view/14178>
- Bertolini, L., le Clercq, F., & Kapoen, L. (2005). Sustainable accessibility: A conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. *Transport Policy*, 12(3), 207 - 220. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2005.01.006>
- Bieliński, T., & Ważna, A. (2020). Electric Scooter Sharing and Bike Sharing User Behaviour and Characteristics. *Sustainability*, 12(22), 9640. <https://doi.org/10.3390/su12229640>
- Bieliński, T., & Ważna, A. (2018). Hybridizing bike-sharing systems: The way to improve mobility in smart cities. *Transport Economics and Logistics*, 79, 53 - 63. <https://doi.org/10.26881/etil.2018.79.04>
- Cannondale. (2025). Our Bikes. <https://www.cannondale.com>
- Carranza, E. (2021). Exploratory Data Analysis. A B. S. D. Sagar, Q. Cheng & F. Agterberg (Ed.), *Encyclopedia of Mathematical Geosciences* (p. 1 - 12). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-26050-7\\_98-1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-26050-7_98-1)
- Cervero, R., & Duncan, M. (2003). Walking, bicycling, and urban landscapes: Evidence from the San Francisco Bay Area. *American Journal of Public Health*, 93(9), 1478 - 1483. <https://ajph.aphapublications.org/doi/full/10.2105/AJPH.93.9.1478>
- Cervero, R., & Guerra, E. (2011). Urban densities and transit: A multi-dimensional perspective. *Journal of Transport and Land Use*, 4(1), 43 - 56. <https://doi.org/10.5198/jtlu.v4i1.153>
- Clockston, R. L. M., & Rojas-Rueda, D. (2021). Health impacts of bike-sharing systems in the U.S. *Environmental Research*, 202, 111709. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111709>
- Cycling Promotion Fund. (2012, setembre). Fotografia emblemàtica sobre la mobilitat: Comparació d'espai entre autobusos, bicicletes i cotxes. <https://veloaficionado.com/blog/cycling-promotion-fund-canberra-transport-photo>
- Chen, W., Liu, X., Chen, X., Cheng, L., Wang, K., & Chen, J. (2022). Exploring year-to-year changes in station-based bike sharing commuter behaviors with smart card data. *Travel Behaviour and Society*, 28, 75 - 89. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2022.03.007>
- Cherry, C., Worley, S., & Jordan, D. (2010). *Electric bike sharing—System requirements and operational concepts* (inf. tèc.). University of Tennessee, Department of Civil i Environmental Engineering. <https://doi.org/10.2172/1024211>
- de Nazelle, A., Nieuwenhuijsen, M. J., Antó, J. M., Brauer, M., Briggs, D., Braun-Fahrlander, C., Cavill, N., Cooper, A. R., Desqueyroux, H., Fruin, S., et al. (2011). Improving health through policies that promote active travel: A review of evidence to support integrated health impact assessment. *Environmental International*, 37(4), 766 - 777. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2011.02.003>
- Decathlon. (2025). Bicicletes BTwin. <https://www.decathlon.es/es/deportes/ciclismo/bicicletas>
- Deenihan, G., & Caulfield, B. (2014). Estimating the health economic benefits of cycling. *Journal of Transport & Health*, 1(2), 141 - 149. <https://doi.org/10.1016/j.jth.2014.02.001>
- Else, H., Thomson, D., Lin, R., Maharjan, U., Agarwal, S., & Newell, J. (2023). An Iterative, Participatory Approach to Developing a Neighborhood-Level Indicator System of He-

- alth and Wellbeing. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1456. <https://www.mdpi.com/1660-4601/20/2/1456>
- Ewing, R., & Cervero, R. (2010). Travel and the Built Environment. *Journal of the American Planning Association*, 76(3), 265 - 294. <https://doi.org/10.1080/01944361003766766>
- Faghih-Imani, A., Eluru, N., El-Geneidy, A. M., Rabbat, M., & Haq, U. (2017). How land-use and urban form impact bicycle flows: Evidence from the bicycle-sharing system (BIXI) in Montreal. *Journal of Transport Geography*, 62, 64 - 74. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2017.05.005>
- Fishman, E., Washington, S., & Haworth, N. (2013). Bike share: A synthesis of the literature. *Transport Reviews*, 33(2), 148 - 165. <https://doi.org/10.1080/01441647.2013.775612>
- Fishman, E., Washington, S., & Haworth, N. (2012). Barriers and facilitators to public bicycle scheme use: A qualitative approach. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 15(6), 686 - 698. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.08.002>
- Fuentes Pérez, C. A. (2015). Climatología urbana por modificación antropogénica. Alteración del balance de energía natural. *Contexto. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León*, 9(11), 73 - 91. <https://contexto.uanl.mx/index.php/contexto/article/view/88>
- Gandhi, U. (2021). Automating GIS Workflows with QGIS (Full Workshop). <https://courses.spatialthoughts.com/automating-gis-workflows.html>
- García-Palomares, J. C., Gutiérrez, J., & Latorre, M. (2012). Optimizing the location of stations in bike-sharing programs: A GIS approach. *Applied Geography*, 35(1), 235 - 246. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2012.07.002>
- Generalitat de Catalunya. (2024). Beneficis de l'activitat física [Accés el 22 de juny de 2025]. <https://canalsalut.gencat.cat/ca/vida-saludable/activitat-fisica/beneficis/>
- Generalitat de Catalunya. (2021). Recomanacions per a una mobilitat en bicicleta i vehicles de mobilitat personal [Departament de Territori i Sostenibilitat]. [https://territori.gencat.cat/ca/01\\_departament/documentacio/mobilitat/bicicleta/](https://territori.gencat.cat/ca/01_departament/documentacio/mobilitat/bicicleta/)
- Gkiotsalitis, K. (2023). Strategic Planning of Public Transport Services. A K. Gkiotsalitis (Ed.), *Public Transport Optimization* (p. 377 - 434). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-12444-0\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-031-12444-0_8)
- Gössling, S. (2013). Urban transport transitions: Copenhagen, City of Cyclists. *Journal of Transport Geography*, 33, 196 - 206. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2013.10.013>
- Hosford, K., Beirsto, J., & Winters, M. (2022). Is the 15-minute city within reach? Evaluating walking and cycling accessibility to grocery stores in Vancouver. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 14, 100602. <https://doi.org/10.1016/j.trip.2022.100602>
- ICAEN. (2021). Avantatges energètics i ambientals [Institut Català d'Energia, recuperat]. <https://icaen.gencat.cat/>
- Kapuku, C., Park, S. H., & Cho, S.-H. (2024). Modeling the intermodality between public transport and bike-sharing using smartcard trip Chain data. *International Journal of Urban*

- Sciences*, 28(3), 452 - 478. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/12265934.2024.2312284>
- Kimball, R., & Ross, M. (2013). *The Data Warehouse Toolkit: The Definitive Guide to Dimensional Modeling* (3rd). Wiley. <https://books.google.es/books?id=4rFXzk8wAB8C&lpg=PR27&ots=3q7LMfW3OI&dq=The%20Data%20Warehouse%20Toolkit%3A%20The%20Definitive%20Guide%20to%20Dimensional%20Modeling&lr&hl=ca&pg=PR1#v=onepage&q&f=false>
- Korayim, D., Chotia, V., Jain, G., Hassan, S., & Paolone, F. (2024). How big data analytics can create competitive advantage in high-stake decision forecasting? The mediating role of organizational innovation. *Technological Forecasting and Social Change*, 199, 123040. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162523007254>
- Kou, Z., & Cai, H. (2021). Comparing the performance of different types of bike share systems. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 94, 102823. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102823>
- Küster, F., & Peters, M. (2018). Making buildings fit for sustainable mobility: Comparing regulations for off-street bicycle and car parking in Europe. [https://www.ecf.com/media/resources/2018/Making\\_Buildings\\_Fit\\_For\\_Sustainable\\_Mobility.pdf](https://www.ecf.com/media/resources/2018/Making_Buildings_Fit_For_Sustainable_Mobility.pdf)
- Li, A., Zhao, P., Huang, Y., & Gao, K. (2020). An empirical analysis of dockless bike-sharing utilization and its explanatory factors: Case study from Shanghai, China. *Journal of Transport Geography*, 88, 102828. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102828>
- Litman, T. (2015). Evaluating active transport benefits and costs. <https://www.vtpi.org/nmt-tdm.pdf>
- Macioszek, E., Świerk, P., & Kurek, A. (2020). The bike-sharing system as an element of enhancing sustainable mobility—A case study based on a city in Poland. *Sustainability*, 12(8), 3285. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/8/3285>
- Maimon, O., & Rokach, L. (2005). *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*. Springer.
- Mezzetti, G., Badia i Perpinyà, A., & Gisbert Traveria, M. (2021). La dispersió urbana i els costos temporals de la mobilitat: el cas de Matadepera, Regió Metropolitana de Barcelona. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 67(1), 153 - 177. <https://doi.org/10.5565/rev/dag.630>
- Moreno, C., Allam, Z., Chabaud, D., Gall, C., & Pratlong, F. (2021). Introducing the 15-minute city: Sustainability, resilience and place identity in future post-pandemic cities. *Smart Cities*, 4(1), 93 - 111. <https://doi.org/10.3390/smartcities4010006>
- Mueller, N., Rojas-Rueda, D., Cole-Hunter, T., de Nazelle, A., Dons, E., Gerike, R., Gotschi, T., Panis, L. I., Kahlmeier, S., & Nieuwenhuijsen, M. J. (2015). Health impact assessment of active transportation: A systematic review. *Preventive Medicine*, 76, 103 - 114. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2015.04.010>
- Nankervis, M. (1999). The effect of weather and climate on bicycle commuting. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 33(6), 417 - 431. [https://doi.org/10.1016/S0965-8564\(98\)00022-6](https://doi.org/10.1016/S0965-8564(98)00022-6)

- Nieuwenhuijsen, M. J. (2020). Urban and transport planning pathways to carbon neutral, liveable and healthy cities; A review of the current evidence. *Environment International*, 140, 105661. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105661>
- Nikitas, A., Chatziionanou, I., Tsigdinos, S., Tzouras, P. G., Karolemeas, C., Rexfelt, O., & Wallgren, P. (2023). Ranking sustainable urban mobility indicators and their matching transport policies to support liveable city futures: A MICMAC approach. *Transportation Research Part A / Sustainable Urban Mobility (ScienceDirect)*, -. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2590198223000350>
- Oldenziel, R., & de la Bruhèze, A. A. (2011). Contested Spaces: Bicycle Lanes in Urban Europe, 1900–1995. *Transfers*, 1(2), 31 - 49. <https://doi.org/10.3167/trans.2011.010203>
- O'Mahony, E., & Shmoys, D. (2015). Data Analysis and Optimization for (Citi)Bike Sharing. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 29(1), Article 1. <https://doi.org/10.1609/aaai.v29i1.9245>
- Orbea. (2025). Bicicletes Orbea. <https://www.orbea.com>
- Otero, I., Nieuwenhuijsen, M. J., & Rojas-Rueda, D. (2018). Health impacts of bike sharing systems in Europe. *Environment International*, 115, 387 - 394. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.04.014>
- Peng, R. D., & Hicks, S. C. (2021). Reproducible Research: A Retrospective. *Annual Review of Public Health*, 42(1), 79 - 93. <https://doi.org/10.1146/annurev-publhealth-012420-105110>
- Plazier, P. A., Weitkamp, G., & Berg, A. E. V. D. (2018). Exploring the Adoption of E-Bikes by Different User Groups. *Frontiers in Built Environment*, 4. <https://doi.org/10.3389/fbuil.2018.00047>
- Pouzoukidou, G., & Chatziyiannaki, Z. (2021). 15-Minute City: Decomposing the New Urban Planning Eutopia. *Sustainability*, 13(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/su13020928>
- Pucher, J., & Buehler, R. (2012). Cycling to work in 90 large American cities: New evidence on the role of bike paths and lanes. *Transportation*, 39(2), 409 - 432. <https://doi.org/10.1007/s11116-011-9355-8>
- Pucher, J., Dill, J., & Handy, S. (2010). Infrastructure, programs, and policies to increase bicycling: An international review. *Preventive Medicine*, 50, S106 - S125. <https://doi.org/10.1016/j.ypmed.2009.07.028>
- Rabiei, R., Bastani, P., Ahmadi, H., Dehghan, S., & Almasi, S. (2024). Developing public health surveillance dashboards: a scoping review on the design principles. *BMC Public Health*, 24(1), 392. <https://link.springer.com/article/10.1186/s12889-024-17841-2>
- Rabl, A., & de Nazelle, A. (2012). Benefits of shift from car to active transport. *Transport Policy*, 19(1), 121 - 131. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2011.08.002>
- Rahm, E., & Do, H. H. (2014). Data Cleaning: Problems and Current Approaches. *IEEE Data Engineering Bulletin*, 27(4), 3 - 13. <https://cs.brown.edu/courses/cs227/archives/2017/papers/data-cleaning-IEEE.pdf#page=5>

- Ricci, M. (2015). Bike sharing: A review of evidence on impacts and processes of implementation and operation. *Research in Transportation Business & Management*, 15, 28 - 38. <https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2015.03.003>
- Robinson, P. J., Johnson, P. A., Vernooy, M., & Klein, L. (2024). Strava Metro Data as an Urban Planning Input: Seizing Opportunities and Managing Limitations. *International Journal of E-Planning Research*, 14(1), 1 - 17. <https://doi.org/10.4018/IJEPR.332791>
- Romanillos, G., Zaltz Austwick, M., Ettema, D., & De Kruijf, J. (2016). Big Data and Cycling. *Transport Reviews*, 36(1), 114 - 133. <https://doi.org/10.1080/01441647.2015.1084067>
- Shaheen, S. A., & Guzman, S. (2011). Worldwide bikesharing. [https://www.accessmagazine.org/wp-content/uploads/sites/7/2016/01/access39\\_bikesharing.pdf](https://www.accessmagazine.org/wp-content/uploads/sites/7/2016/01/access39_bikesharing.pdf)
- Shaheen, S. A., Guzman, S., & Zhang, H. (2010). Bikesharing in Europe, the Americas, and Asia: Past, present, and future. *Transportation Research Record*, 2143(1), 159 - 167. <https://doi.org/10.3141/2143-01>
- Shaheen, S., Martin, E., & Cohen, A. (2013). Public bikesharing and modal shift behavior: A comparative study of early bikesharing systems in North America. *International Journal of Transportation*, 1(1), 35 - 54. <https://escholarship.org/uc/item/7010k9p3>
- Shollo, A., & Galliers, R. D. (2016). Towards an understanding of the role of business intelligence systems in organisational knowing. *Information Systems Journal*, 26(4), 339 - 367. <https://doi.org/10.1111/isj.12071>
- Song, M., Wang, K., Zhang, Y., Li, M., Qi, H., & Zhang, Y. (2020). Impact Evaluation of Bike-Sharing on Bicycling Accessibility. *Sustainability*, 12(15), Article 15. <https://doi.org/10.3390/su12156124>
- Specialized. (2025). Bikes. <https://www.specialized.com>
- Steinmacher, I., Silva, M. A. G., Conte, T., & Redmiles, D. F. (2017). Barriers faced by newcomers to open source projects: A systematic literature review. *Information and Software Technology*, 59, 67 - 85. [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-55128-4\\_21](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-55128-4_21)
- Subirats, X., Cebollada Frontera, À., & Vera, A. (2024). Transformacions urbanes i la seva influència en els locals comercials. Anàlisi a ciutats mitjanes catalanes. <https://ddd.uab.cat/record/303567>
- Trek Bikes. (2025). Bikes. <https://www.trekbikes.com>
- Vanparijs, J., Int Panis, L., Meeusen, R., & de Geus, B. (2015). Exposure measurement in bicycle safety analysis: A review of the literature. *Accident Analysis & Prevention*, 84, 9 - 19. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.08.007>
- Verywell Health. (2025). What Happens to Your Body When You Start Cycling Regularly. <https://www.verywellfit.com/can-you-cycle-every-day-7546277>
- Wilson, D. G., & Schmidt, T. (2020). *Bicycling Science* (4th). The MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262538404/bicycling-science/>
- Wilson, G., et al. (2017). Good Enough Practices in Scientific Computing. *PLOS Computational Biology*, 13(6). <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1005510>

- Woodcock, J., Tainio, M., Cheshire, J., O'Brien, O., & Goodman, A. (2014). Health effects of the London bicycle sharing system: Health impact modelling study. *BMJ*, 348, g425. <https://doi.org/10.1136/bmj.g425>
- Zaragozí, B. M., Trilles, S., & Navarro-Carrión, J. T. (2020). Leveraging Container Technologies in a GIScience Project: A Perspective from Open Reproducible Research. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(3), 138. <https://doi.org/10.3390/ijgi9030138>
- Zhang, L., Wang, W., & Huang, X. (2014). Evaluating performance of bike-sharing systems: The case of Shanghai. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 48, 148 - 160. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2014.03.005>
- Zheng, L., & Li, Y. (2020). The Development, Characteristics and Impact of Bike Sharing Systems: International Review for Spatial Planning and Sustainable Development. *International Review for Spatial Planning and Sustainable Development*, 8(2), 37 - 52. [https://doi.org/10.14246/irspsd.8.2\\_37](https://doi.org/10.14246/irspsd.8.2_37)

