

LA CIRCULACIÓ DE BICICLETES A BARCELONA, CARRER PER CARRER



Agraïments

Agraïm de manera especial als voluntaris que han recollit dades per a aquest projecte: Albert Orta, Álvaro Urbano, Andrés Navarro, Carlos Ortí, Carlos Padilla, Carlos Ramiro, Claudio Cattaneo, Dani Rodés Almer, Eduard Folch, Erundina González, Felix Vilaseca, Fred U., Gerard Feliu, Guiller, Ignasi Orta, Ingrid Vives, John Owen, Juan Granero, Laura Heckmann, Mercedes Vidal, Mònica Enrich, Montse Aulinas, Rosemarie Nagel, Silvia Martin, Toni Carneros, Xavier Ballart, Xesc Arbona.

Autors

Jordi Honey-Rosés
Luca Liebscht
Gerard Castilla
Adrià Arenas
Helene Ballart
Laura Chaves
Mintu Miah
Samuel Nel.lo-Deakin
Gemma Simón-i-Mas
Carmen Georgina Treviño
Frederic Udina
Patricio Reyes

Citació

Honey-Rosés, J., L. Liebscht, G. Castilla, A. Arenas, H. Ballart, L. Chaves, M. Miah, S. Nel.lo-Deakin, G. Simón-i-Mas, C.G. Treviño, F. Udina, P. Reyes (2025). La Circulació de Bicicletes per Barcelona, carrer per carrer. City Lab Barcelona, Institut de Ciència i Tecnologies Ambientals (ICTA-UAB), Barcelona Supercomputing Center (BSC), Bicicleta Club de Catalunya (BACC).

Disseny, il·lustració i maquetació

Laura Chaves

Fotografia

Tomas Russi

Setembre 2025

Índex

Introducció	5
Objectius	6
Mètodes	7
Origen de les dades	7
1. Caracterización de calles de la ciudad	8
2. Recollida de dades amb BiciZen	10
3. Control de qualitat de les dades	12
4. Patrons temporals i expansió	13
5. Modelització i predicció	14
Resultats	15
1. Caracterització dels carrers de la ciutat	15
2. Les dades recollides amb BiciZen	16
3. Generació de models de circulació	18
4. Predicció per als segments de carrer	19
Conclusions	21
Referències	22
Finançament	23
Apèndix - Control de qualitat de les dades	24

Resum Executiu

Aquest informe presenta una primera estimació del volum de bicicletes i patinets que es mouen per Barcelona, carrer per carrer. Mitjançant tècniques avançades de modelatge, s'ha estimat la intensitat mitjana diària (IMD) a escala de segment de carrer per a més de 20.000 trams viaris.

Les estimacions es basen en dades dels comptadors automàtics de l'ajuntament i dades recollides per voluntaris i organitzacions de la societat civil.

El model més precís, XGBoost, permet visualitzar els fluxos ciclistes a tota la ciutat i constitueix una eina valuosa per a la planificació urbana, la millora de la infraestructura i els estudis de seguretat viària. Un dels principals èxits de l'estudi ha estat demostrar com la participació ciutadana millora la qualitat i la representativitat de les estimacions: gràcies a la feina de 43 voluntaris, s'han pogut cobrir tipologies de carrer i zones fora de l'abast dels comptadors automàtics.

Tot i aquestes millores, el model continua presentant algunes sobre-estimacions, especialment en carrers sense infraestructura ciclista. No obstant això, aquesta versió beta ofereix una base sòlida per a futurs desenvolupaments.

Aquest projecte il·lustra el potencial de la ciència ciutadana i la col·laboració interdisciplinària per avançar cap a una mobilitat més sostenible, equitativa i basada en l'evidència a Barcelona.



Introducció

La mobilitat urbana està experimentant una transformació significativa a mesura que les ciutats cerquen alternatives sostenibles a l'ús del vehicle privat. En aquest context, la bicicleta i altres modalitats de micro mobilitat s'han convertit en un mitjà de transport clau per reduir la congestió, millorar la qualitat de l'aire i fomentar hàbits de mobilitat més saludables. No obstant això, la seva integració en el teixit urbà requereix una planificació basada en dades que permeti dissenyar infraestructures segures i eficients.

En comparació amb altres modes de mobilitat, com el cotxe o el transport públic, sabem menys sobre la mobilitat ciclista. Una inèrcia històrica a favor del vehicle motoritzat ha generat eines, tecnologies, models i estudis dedicats al trànsit motoritzat. En canvi, per a la mobilitat ciclista, no disposem del mateix grau de coneixement.

Un exemple clar d'aquesta asimetria es manifesta en els models de circulació. A Barcelona, com en la majoria de ciutats globals, existeix un sofisticat model de circulació per a vehicles privats i motoritzats. Mitjançant la recollida de dades als diferents carrers de la ciutat i l'àrea metropolitana, equips tècnics i enginyers han creat models dinàmics i predictius per estimar els fluxos de cotxes i motos que circulen per la ciutat.

A més, aquest model de circulació viària té pes en la presa de decisions, ja que programes de pacificació de carrers o propostes de reducció de capacitat viària poden ser rebutjats per l'impacte previst sobre la mobilitat motoritzada. Són models que influeixen en decisions importants i, per tant, tenen un impacte material en la manera com dissenyem la ciutat.

Mentre que el model de circulació motoritzada ocupa un lloc central en el disseny urbà, no existeix un equivalent per a la mobilitat ciclista o per als desplaçaments a peu. Per exemple, l'any 2025 l'Ajuntament va finançar el treball de modelització del transport públic amb un contracte valorat en 300 mil euros, però fins avui, no es coneix una inversió comparable per a la modelització ciclista (Ajuntament de Barcelona, 2025). Encara manca equiparar la mobilitat ciclista amb les mateixes eines, dades, fonts d'informació i finançament que la mobilitat motoritzada.

Tanmateix, la prioritització de la mobilitat activa s'ha recollit en documents estratègics com el Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona 2024 (Ajuntament de Barcelona, 2024) i en uns valors socials que evolucionen. Aquest treball pretén ajudar-nos a entendre i visualitzar com es mou la comunitat ciclista per la ciutat de Barcelona, carrer per carrer.

Hem desenvolupat una estimació del nombre de bicicletes i patinets que circulen pels carrils bici mitjançant la combinació de dades de diverses fonts: dades dels comptadors automàtics de l'Ajuntament de Barcelona, dades recollides per més de 40 voluntaris mitjançant la plataforma col·laborativa [BiciZen](#) i dades recopilades pel BACC.

Els resultats permeten caracteritzar la xarxa existent i identificar oportunitats per a la seva ampliació i millora. El treball és fruit de la col·laboració entre l'Institut de Ciència i Tecnologia Ambientals (ICTA-UAB), el Barcelona Supercomputing Center (BSC) i el BiciClub de Catalunya (BACC). Amb una combinació d'anàlisi de dades i modelatge avançat, aquest estudi posa les bases per a una planificació ciclista més informada i adaptada a les necessitats de la ciutat.



Objectius

Objectiu general

Desenvolupar un primer model de circulació de micro mobilitat (bicicletes i patinets) a Barcelona.

Objectius específics

- **Contribució de coneixement**
 - » Aportar nou coneixement sobre la circulació ciclista als carrers de Barcelona.
- **Aportació científica i metodològica**
 - » Desenvolupar nous models per estimar els fluxos de bicicletes a la ciutat.
 - » Comparar models i identificar aquells amb major precisió.
 - » Integrar dades recollides a diferents escales, des de la ciència ciutadana fins als comptadors automàtics, per millorar les estimacions.
- **Estimació de circulació i seguretat**
 - » Contribuir als estudis de seguretat viària, oferint capes “*d’exposició*” essencials per a la identificació de punts de risc viari segons el volum de ciclistes per carrer i cruïlla.
- **Inclusió i participació**
 - » Fomentar la col·laboració i participació ciutadana en la generació de coneixement, diagnòstic i anàlisi de la mobilitat ciclista, a través de la plataforma BiciZen.
- **Divulgació i comunicació**
 - » Impulsar el debat urbà sobre la modelització ciclista, incentivant el desenvolupament de més estudis liderats per l'Ajuntament i altres que permetin entendre les dinàmiques de moviment de la comunitat ciclista i l'ús dels carrils bici de la ciutat de Barcelona.

Preguntes de recerca

Quina és l'estimació del nombre de ciclistes i altres usuaris, calculat com a Intensitat Mitjana Diària (IMD) per segment de carrer a la xarxa viària de Barcelona?

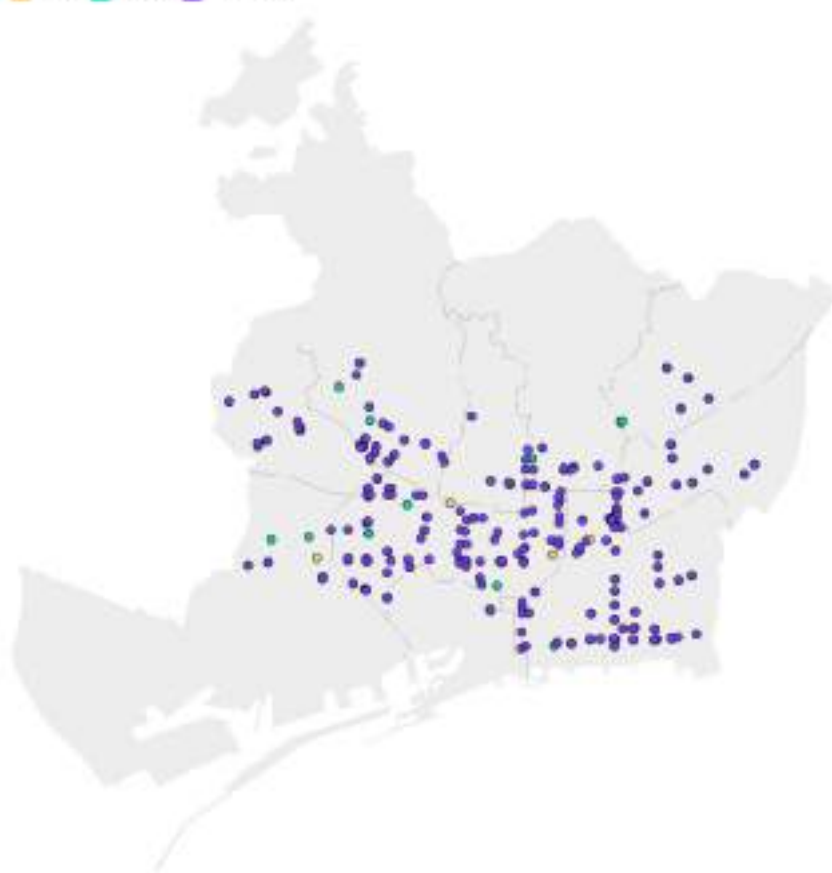
Com poden el crowdsourcing i la ciència ciutadana contribuir a la millora dels models d'estimació de la demanda ciclista i quines en són les limitacions?

Mètodes

Origen de les dades

Mapa de punts de recompte a Barcelona

■ BACC ■ BiciZen ■ Contadores



Map: Mapa de punts de recompte en Barcelona - Map data: BCN - Created with Datawrapper

Figura 1. Hem recollit dades sobre la circulació de bicicletes a la ciutat de Barcelona

Contadores municipales: Barcelona disposa d'una xarxa de comptadors al llarg de la seva infraestructura ciclista, que capten dades constants sobre el flux de bicicletes en diferents punts, moments i direccions. Es va realitzar una sol·licitud d'informació pública per obtenir dades amb més resolució temporal i, com a resultat, es va aconseguir un conjunt de dades amb resolució de 15 minuts entre 2017 i 2024, amb un total de 66,5 milions d'observacions. Cada registre inclou l'identificador del comptador, la data, l'hora, el recompte de bicicletes i l'error associat.

El nombre d'estacions ha anat variant al llarg dels anys, arribant al seu màxim el 2024 amb 381 comptadors. Les estacions estan ubicades exclusivament en carrils bici, la qual cosa dificulta la modelització dels fluxos ciclistes en altres tipus de vies. A més, la informació dels comptadors fixos presenta un biaix, ja que s'instal·len en carrers amb alts fluxos ciclistes i infraestructura específica.

- **BiciZen:** Per complementar les dades dels comptadors automàtics, es va dur a terme un recompte ciutadà mitjançant la plataforma col·laborativa BiciZen (bicizen.org), una eina de ciència ciutadana que permet registrar observacions de manera col·laborativa (Honey-Rosés et al. 2025). A més, la mobilització de persones voluntàries va permetre recollir dades sobre edat i gènere, i mostrejar en tipologies de carrer fora de la xarxa ciclista on no hi ha comptadors de l'Ajuntament.

Es van reclutar 43 voluntaris que van recopilar dades en 30 punts estratègics, aconseguint 1.063 recomptes amb un total de 182 hores i 32 minuts d'observació. Les ubicacions es van seleccionar segons la tipologia de carrer i el volum de trànsit, assegurant la qualitat i representativitat de les dades. A més, l'observació directa va permetre registrar informació addicional com el tipus de vehicle (bicicleta, patinets o altres), gènere percebut (home o dona) i edat percebuda (infant, adult o sènior). En aquest informe només es presenten els resultats dels recomptes totals; l'anàlisi per gènere i edat es deixa per a futurs informes.

- **BACC:** Per complementar les dades de BiciZen i dels comptadors fixos, es van obtenir dades de la Radiografia ciclista de Barcelona (2023–2024) del BACC. Es van fer observacions amb càmeres en sis ubicacions seleccionades segons la xarxa ciclista, l'absència de comptadors, el tipus de carril i el flux d'ús. Les gravacions van permetre identificar el tipus de bicicleta, el tipus de propulsió (elèctrica o mecànica) i, de forma percebuda, el gènere de les persones. L'any 2024 es van comptabilitzar 11.322 observacions en cinc ubicacions diferents (BACC, 2024).

Metodologia

A més de la recollida de dades rellevants pel recompte d'usuaris i usuàries de la infraestructura ciclista, es van seguir els passos següents:

1. **Caracterització dels carrers de la ciutat:** Es van classificar els carrers de Barcelona segons la tipologia de la seva infraestructura ciclista i del trànsit.
2. **Recollida de dades amb BiciZen:** Recopilades per voluntaris a través de la plataforma BiciZen.
3. **Control de qualitat de les dades:** Es van revisar les dades dels comptadors fixos per identificar i corregir errors, com ara ubicacions incorrectes o dades inconsistents. També es van revisar les observacions ciutadanes per garantir-ne la qualitat.
4. **Patrons temporals i expansió:** Es van analitzar els patrons dels comptadors fixos per generar factors d'expansió. Aquests factors van permetre ajustar i estimar amb més precisió les dades dels voluntaris en diferents moments i llocs.
5. **Modelatge i predicció:** Es va desenvolupar un model per predir l'IMD a partir de variables contextuais com la infraestructura i el trànsit. Aquest model es va aplicar a tots els segments de carrer de la ciutat, proporcionant una visió completa del flux ciclista.

Per estimar l'IMD a escala de segment de carrer, va ser necessari caracteritzar la xarxa viària de Barcelona. La ciutat compta amb 3.976 carrers dividits en 21.661 segments, que constitueixen la unitat d'anàlisi de l'estudi.

Per definir la xarxa viària es van comparar diferents fonts: una versió simplificada de l'Ajuntament en el seu model de trànsit motoritzat, una de més detallada de l'Institut Geogràfic Nacional, i una altra procedent d'OpenStreetMap. Finalment, es va escollir la xarxa viària utilitzada per modelitzar el trànsit motoritzat, pel seu nivell de detall i atributs (nombre de carrils, direcció, classificació viària, IMD, etc.).

El darrer pas va consistir a unir la xarxa ciclista amb la xarxa viària. Això es va resoldre mitjançant un join espacial, assignant a cada segment de carrer la infraestructura ciclista més propera al seu centreide.

Un dels atributs clau considerats és la tipologia d'infraestructura ciclista, atès que s'espera un volum d'ús més elevat en aquelles vies amb una infraestructura de més qualitat.

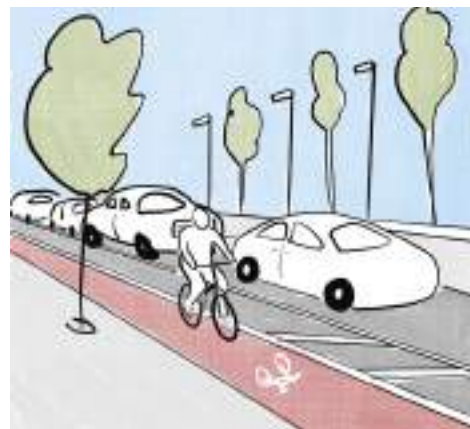
La classificació distingeix, en primer lloc, entre trams compartits amb altres usuaris (cotxes, vianants o autobusos) i trams segregats. Al seu torn, els compartits es reclassifiquen segons amb qui es comparteix l'espai, i els segregats segons la seva ubicació i tipus de separació. Aquesta classificació no pretén ser exhaustiva —tasca més pròpia de l'administració—, sinó útil per distingir entre tipologies amb diferent impacte en l'ús ciclista. Classifiquem la infraestructura ciclista de Barcelona en una tipologia amb set categories (*Figura 2*).

La primera versió d'aquesta classificació es va elaborar a partir de dades obertes de l'Ajuntament, enriquides amb informació sobre separadors i places d'aparcament, i revisada posteriorment en col·laboració amb el BACC. Més endavant es va integrar una versió millorada de la xarxa ciclista municipal, que incloïa detalls com l'any de construcció, la ubicació (calçada o vorera) i si era compartida amb altres vehicles.



Carril bici protegit

Calçada reservada exclusivament per a bicicletes i amb separació física del trànsit motoritzat.



Carril bici protegido por aparcamiento

Calçada reservada exclusivament per a bicicletes i amb separació física del trànsit motoritzat.



Carril bici en eix central

Situat al centre d'una via, de vegades amb separadors físics.



Vorera-bici

Els vianants i les bicicletes comparteixen l'ús de la vorera, amb un espai reservat per a la circulació ciclista degudament senyalitzat.



Carril compartit amb vehicles

Carrers limitats a 30 km/h on s'indica espai compartit amb prioritat per a les bicicletes.



Carril bus-bici

Espai exclusiu per a autobusos i bicicletes (senyalitzat amb pictogrames).



Carril bici (sense protecció)

Via exclusivament reservada a les bicicletes, situada a la calçada i separada de la resta de la circulació per marques viàries.

Figura 2. Tipologia d'infraestructura ciclista a Barcelona

2. Recollida de dades amb BiciZen

- **Captació i formació de voluntaris/es**

Es van reclutar més de 40 voluntaris/es per observar l'ús dels carrils bici a la ciutat. Es van realitzar sessions de formació en línia i presencials per explicar la metodologia, i es va difondre material detallat mitjançant una llista de correu electrònic i grups de WhatsApp.

- **Estratègia de mostreig**

El mostreig tenia dos objectius: (1) obtenir una mostra equilibrada d'observacions en carrers amb i sense infraestructura ciclista, i (2) caracteritzar els patrons d'ús en llocs on ja disposem de dades dels comptadors automàtics, però no d'informació sobre edat i gènere.

Per a ambdós casos, es va utilitzar un mostreig aleatori estratificat. Cal destacar que el mostreig mitjançant ciència ciutadana és essencial per equilibrar el model, ja que l'ús exclusiu de dades dels comptadors automàtics podria produir una sobreestimació.

- **Mostreig de segments de carrer estratificat per infraestructura ciclista i volum de trànsit**

Es van seleccionar segments de carrer de forma aleatòria i estratificada segons: **(i) el tipus d'infraestructura ciclista, i (ii) el nivell de trànsit (alt, mitjà o baix).**

Aquest enfocament permet mesurar els fluxos de micro mobilitat en carrers amb menys trànsit, evitant així una sobreestimació del volum real si només es consideressin comptadors automàtics situats en punts d'alt nivell de trànsit.

- **Mostreig de comptadors estratificat per Districte**

Els comptadors es van estratificar segons els 10 districtes de la ciutat de Barcelona, i se'n va seleccionar un per districte mitjançant un generador de nombres aleatoris a Excel. Aquest enfocament garanteix la representació d'un comptador per cada districte de la ciutat.

Tot i que en aquest informe no es presenten els resultats per edat i gènere, l'estratègia de mostreig va incloure l'observació de les característiques demogràfiques de les persones usuàries de la bicicleta als punts amb comptadors automàtics.



Carrers seleccionats per al mostreig

Carrers	Districte	Infraestructura	Volum de Vehicles Diaris
C/ Aristides Maillol 3106	Les Corts	Carril bici protegido	1422
Av. d'Icària 178	Sant Martí	Acera-bici	1680
Av. Maria Cristina – Palau de Congressos	Sants-Montjuïc	Carril bici en eje central	1602
Av. Meridiana 82	Sant Martí	Carril bici protegido	1104
Av. Rio de Janeiro 59	Nou Barris	Carril bici protegido por aparcamiento	406
Av. Diagonal 670	Sarrià-Sant Gervasi	Acera-bici	246
Av. d'Icària 178	Sant Martí	Acera-bici	1110
C/ Calabria	Eixample	Carril bici protegido	1038
C/ d'Àngel Guimerà 14	Sarrià-Sant Gervasi	Carril bici (sin protección)	516
C/ de Bac de Roda 42	Sant Martí	Carril bici protegido por aparcamiento	876
C/ de la Creu Coberta 113	Sants-Montjuïc	Carril bici protegido	3186
C/ de la Diputació 385	Eixample	Carril bus-bici	1824
C/ de Pi i Margall 114	Gràcia	Carril bici (sin protección)	1596
C/ de Sants 403	Sants-Montjuïc	Carril bus-bici	342
C/ Gran de Gràcia	Gràcia	Sin Infraestructura	186
C/ Joan Blanques	Gràcia	Sin Infraestructura	36
C/ Jocs Florals 175	Sants-Montjuïc	Sin Infraestructura	974
C/ Pontons 1	Sants-Montjuïc	Sin Infraestructura	114
C/ Pujades 3	Ciutat Vella	Carril bici protegido por aparcamiento	468
C/ Torrent de la Carbassa 20	Horta-Guinardó	Sin Infraestructura	0

C/ Bisbe Català 3	Sants-Montjuïc	Sin Infraestructura	60
C/ Bonaplata 22	Sarrià-Sant Gervasi	Sin Infraestructura	870
C/ Calabria 166	Eixample	Carril bici (sin protección)	4572
C/ Garcilaso 64	Sant Andreu	Carril bici protegido	54
C/ Rosselló 161	Eixample	Sin Infraestructura	354
C/ Sant Antoni Maria Claret amb Rambla Volart	Horta-Guinardó	Carril bici en eje central	3210
Pg. Maragall 242	Horta-Guinardó	Sin Infraestructura	1764
Pg. Maragall 84	Horta-Guinardó	Carril bici protegido por aparcamiento	2490
Pg. de la Zona Franca 189	Sants-Montjuïc	Carril bici protegido por aparcamiento	1488
Pg. de Valldaura 259	Nou Barris	Sin Infraestructura	396
Pg. Pujades 3	Ciutat Vella	Carril bici en eje central	2892
Pg. Sant Joan 8	Eixample	Carril bici en eje central	5404
Rambla de Badal 125	Sants-Montjuïc	Carril bici en eje central	84
Rambla de l'Onze de Setembre 2	Sant Andreu	Carril compartido	146
C/ Ramelleres 15	Ciutat Vella	Sin Infraestructura	174
Ronda Guinardó 111	Horta-Guinardó	Carril bici protegido	4362
Travessera de Gràcia 260	Gràcia	Carril bici protegido	10302
Via Augusta 360	Sarrià-Sant Gervasi	Carril bici protegido	564
C/ de Bilbao 117	Sant Martí	Carril bici protegido	54

Creado con Datawrapper

Taula 1. Carrers seleccionats per al mostreig: nom del carrer, districte, tipologia d'infraestructura i volum de vehicles motoritzats.

3. Control de qualitat de les dades

3.1 Dades dels comptadors automàtics

Es van prendre diverses mesures per garantir la qualitat de les dades recollides pels comptadors automàtics. En primer lloc, es van filtrar les dades en funció de l'error estimat (%), un atribut proporcionat per l'Ajuntament, amb l'objectiu de descartar aquelles observacions enregistrades durant períodes en què el sensor presentava fallades. Aquest procés va permetre analitzar les dinàmiques i conservar únicament les observacions en què el sensor estava plenament operatiu.

Un cop depurades, les dades es van agregar a nivell horari i es van aplicar les següents regles per determinar quines observacions es consideraven vàlides:

1. Un mateix comptador no pot tenir 90 hores consecutives o més amb valor zero.
2. No pot haver-hi 6 o més observacions idèntiques majors de 5.
3. El total de registres nocturns (de 20h a 8h) no pot superar el total de registres diürns (de 8h a 20h).
4. El volum horari no pot superar les 885 bicicletes, i el volum diari no pot superar les 11.225 bicicletes.
5. Un dia es considera invàlid si té menys de 22 hores de dades vàlides.
6. Un mes es considera invàlid si no té almenys tres setmanes de dades vàlides.
7. Un any es considera invàlid si no té dades de com a mínim 11 mesos (regla aplicable només al càlcul del factor mes-any).

A partir de les dades recollides pels comptadors automàtics durant 2023 i 2024 (més de 24 milions d'observacions), es va descartar un 5,5% per errors detectats pel propi sistema —segons l'indicador de fiabilitat proporcionat per l'Ajuntament, que assenyala fallades en el funcionament del sensor.

Posteriorment, les dades es van agregar a nivell horari, conservant només les hores amb almenys 30 minuts de dades vàlides. Després d'aquesta agregació, es van aplicar les regles de control de qualitat descrites anteriorment, la qual cosa va permetre classificar com a vàlides el 79,2% de les observacions.

Després del control de qualitat, es va calcular el volum diari de bicicletes (DBT) i posteriorment el promig anual per a cada comptador (IMD) (Miah et al., 2024).

3.2 Dades d'observació

- **Dades BiciZen**

Pel que fa a les dades de BiciZen, el principal repte era assegurar-se que la quantitat d'observacions en un punt de mostreig concret fos suficient per obtenir resultats fiables. Inicialment, es va establir un mínim de 30 observacions —una xifra habitual en estudis de mobilitat—, però aquest llindar es va reduir a 10 per tal de conservar un nombre més gran de punts de mostreig.

- **Dades BACC**

Les dades del BACC es van agrupar en intervals d'una hora, a partir de recomptes realitzats cada 15 minuts. En els casos en què no es disposava de l'hora completa, els valors es van escalar proporcionalment. Atès que moltes ubicacions corresponen a carrils bidireccionals i no es diferenciava el sentit del flux, el total de bicicletes observades es va dividir entre dos.

Com a resultat, es van obtenir dades per a 6 estacions amb un total de 21 mesos d'observacions vàlides.

4. Patrons temporals i expansió

Les dades observacionals consisteixen en recompte de períodes de entre 10 i 30 minuts, per a un lloc i direcció específics. L'objectiu d'aquesta secció és explicar com s'han transformat aquestes observacions en una estimació del IMD. Per a això, s'han generat factors d'expansió a partir dels patrons estacionals obtinguts dels comptadors automàtics.

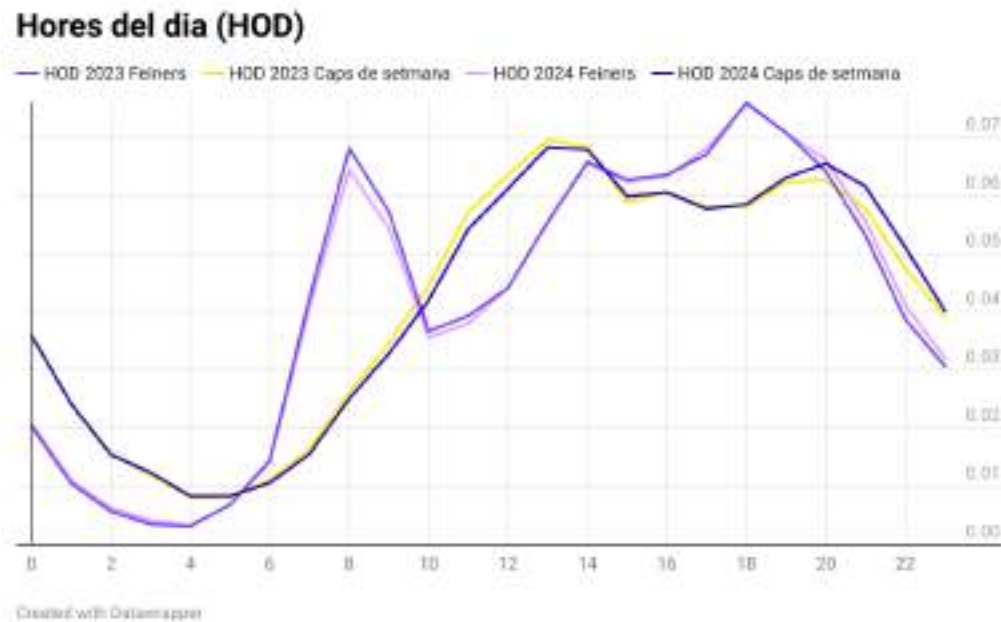


Figura 3. Distribució horària de la mobilitat entre setmana

4.1 Generació de factors d'expansió

Els factors d'expansió són proporcions o índexs que permeten "ampliar" les dades de recompte recollides durant un període curt per estimar el trànsit de bicicletes durant tot un any. S'han calculat tres factors d'expansió:

- **Patró Diari (HOD, Hour of Day):** Relaciona el trànsit en una hora específica amb el trànsit total del dia, calculat per separat per a dies laborables i caps de setmana.
- **Patró Setmanal (DOW, Day of Week):** Relaciona el trànsit d'un dia específic de la setmana amb la mitjana setmanal, per capturar les variacions entre dies laborables i caps de setmana
- **Patró Anual (MOY, Month of Year):** Relaciona el trànsit mensual amb el trànsit anual, permetent tenir en compte l'estacionalitat en l'ús de la bicicleta.

5. Modelització i predicció

S'han combinat les dades de l'IMD dels comptadors, BiciZen i el BACC, que constitueixen el conjunt de dades utilitzat per a la modelització. Els subapartats següents expliquen com s'han caracteritzat els llocs de recompte, com s'han seleccionat les variables explicatives més rellevants, quins models s'han generat, com s'ha escollit el millor i, finalment, com s'ha utilitzat el model final per predir el flux de cada carrer.

5.1 Caracterització dels punts de recompte i selecció de variables

La caracterització dels punts de recompte s'ha centrat en enriquir el seu context, incorporant variables com la proximitat a centres educatius i diferents usos del sòl (incloent zones verdes i masses d'aigua). També s'hi han afegit elements de mobilitat (aparcament de bicicletes, Bicing, senyalització ciclista, transport públic), dades sociodemogràfiques (edat, gènere, ingressos), característiques de la infraestructura ciclista, fluxos de trànsit, morfologia de la via, així com altitud i pendent del terreny.

La selecció de variables s'ha iniciat filtrant aquelles amb una correlació superior a 0,15 amb la variable dependent. Posteriorment, s'ha eliminat les que presenten multicolinealitat i, finalment, s'ha descartat les variables explicatives amb una correlació mútua superior a 0,6.

5.2 Desenvolupament del model de predicció de l'IM

Un cop seleccionades les variables explicatives, s'ha entrenat quatre tipus de models per predir l'IMD: regressió de Poisson, Random Forest, XGBoost i una xarxa neuronal convolucional (CNN).

Aquests models permeten abordar diferents enfocaments, des de mètodes estadístics tradicionals fins a tècniques avançades d'aprenentatge automàtic i profund.

Per avaluar i comparar-ne el rendiment, s'han utilitzat quatre mètriques complementàries: MAE (error absolut mitjà), RMSE (arrel quadrada de l'error quadràtic mitjà), MAPE (error percentual absolut mitjà) i R^2 (coeficient de determinació). Aquestes mètriques permeten analitzar la precisió, robustesa i capacitat explicativa de cada model.

5.3 Aplicació del model per a la predicció en la xarxa viària

Un cop seleccionat el model amb millor rendiment, s'han determinat els centroides dels segments de carrer com a base per a la predicció. Aquests punts s'han enriquit amb les variables explicatives utilitzades en l'entrenament del model. En el cas dels carrers bidireccionals, s'han generat els atributs per a ambdues direccions de circulació.

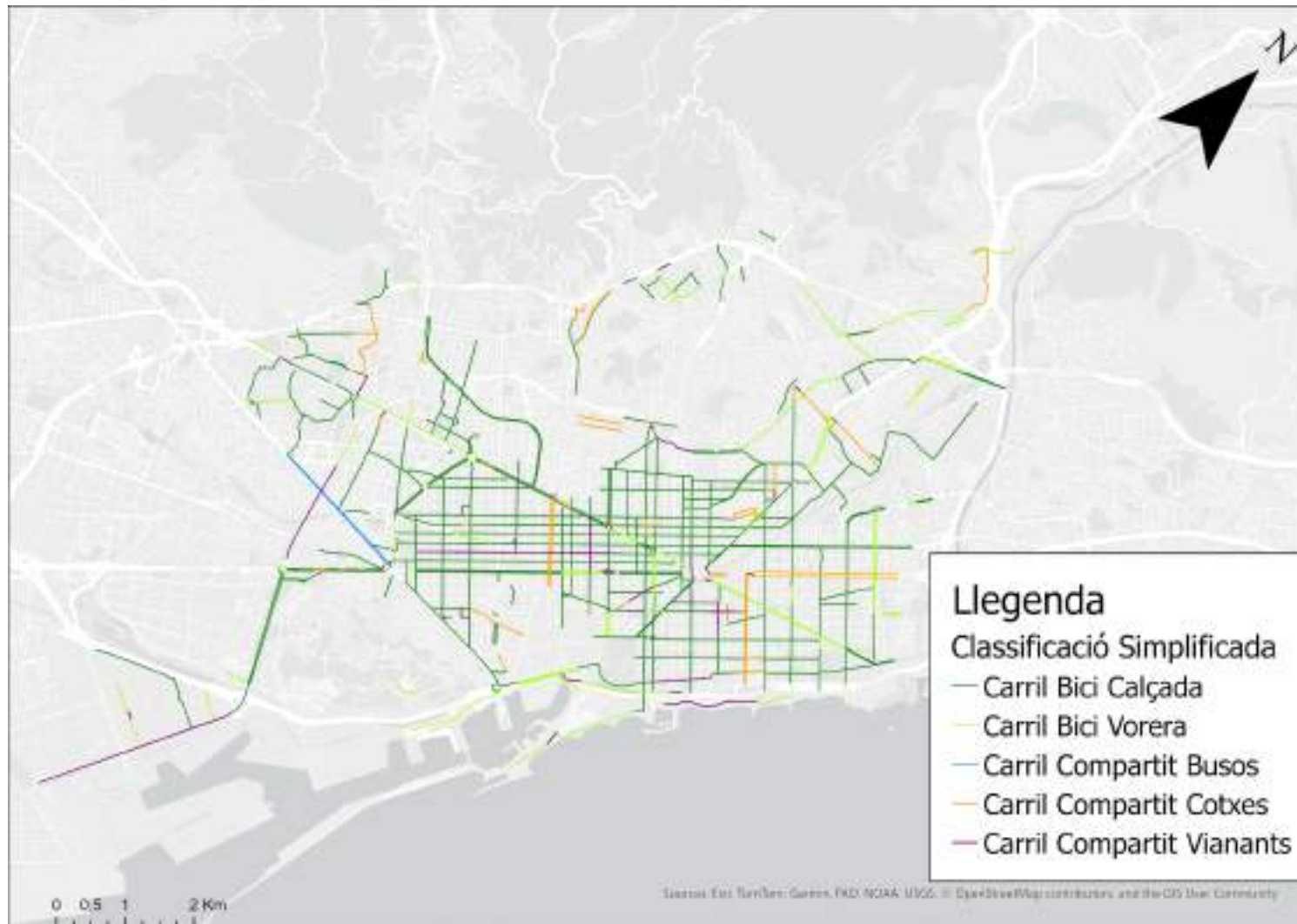
L'IMD s'ha predit de forma independent per a cada direcció i, posteriorment, s'ha calculat el total sumant ambdues. Finalment, els resultats s'han unit a la geometria original dels segments viaris, permetent la seva visualització espacial i anàlisi sobre el conjunt de la xarxa.



Resultats

1. Caracterització dels carrers de la ciutat

Hem construït una classificació de la infraestructura ciclista a Barcelona, agrupada en cinc categories amb finalitats de visualització. Per facilitar la lectura a escala urbana, tots els carrils bici ubicats a la calçada s'han representat com una única categoria.



Com es pot observar a la *Taula 2 (Apèndix)*, s'hi detallen les categories d'infraestructura ciclista utilitzades en el model, juntament amb la longitud total (en km) de cadascuna i la freqüència de cada categoria.

Figura 4. Vies ciclistes de Barcelona 2024

2. Les dades recollides amb BiciZen

A través de BiciZen, es van recopilar un total de 182 hores i 32 minuts d'observacions en les ubicacions esmentades prèviament. Aquest període de registre va permetre obtenir 1.063 observacions amb 43 persones voluntàries. (Apèndix, Figura 12)

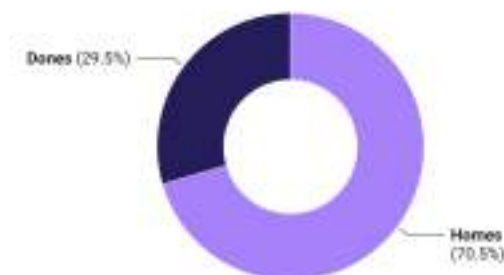
A partir d'aquesta informació, s'han desenvolupat les següents descripcions que reflecteixen la dinàmica ciclista observada en les ubicacions esmentades.

En els gràfics es presenta la informació sobre les tres principals diferenciacions de l'estudi.

- **Tipologia de vehicle**, que mostra clarament que el mitjà de transport més utilitzat és la bicicleta, representant el 74,3% de les observacions, seguida del patinet elèctric, amb un 24,3%.
- **Gènere percebut de les persones que es desplacen en bicicleta**, s'observa que el 70,5% són homes i el 29,5%, dones.
- **Edat percebuda de les persones usuàries de les vies ciclables**, Edat percebuda de les persones usuàries de les vies ciclables, la majoria (95,3%) són persones adultes (18-64 anys), mentre que la presència de persones adultes grans (65 anys o més) i la d'infants i adolescents (17 anys o menys) eren menys de 3%.

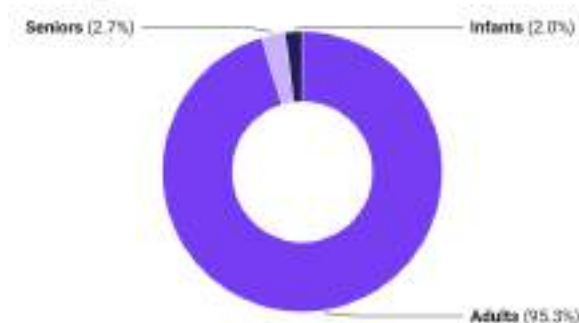
5a.

Gènere percebut



5b.

Edat percebuda



5c.

Tipologia de vehicle

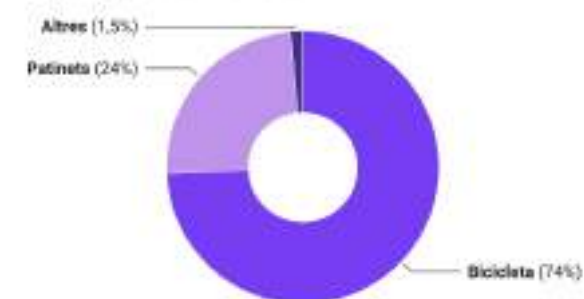
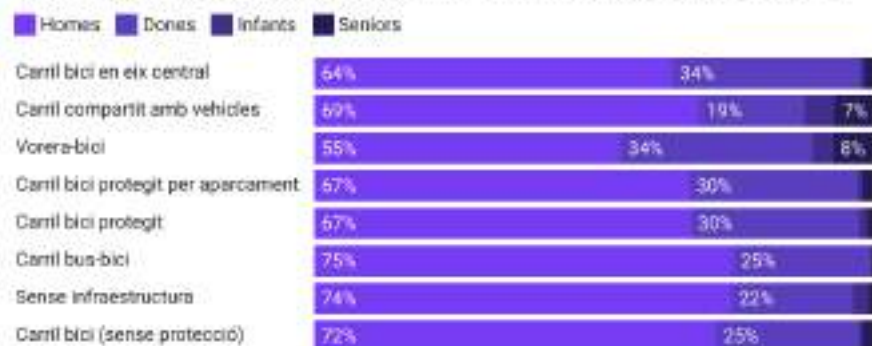


Figura 5. La distribució de gènere percebut (5a), edat (5b) i tipologia de vehicle (5c) en les observacions de ciència ciutadana amb la plataforma BiciZen.

Tipología de ciclistas según la infraestructura ciclista



Creat amb Datawrapper

Figura 6. Tipologia de ciclista segons la infraestructura ciclista

Observacions per dia

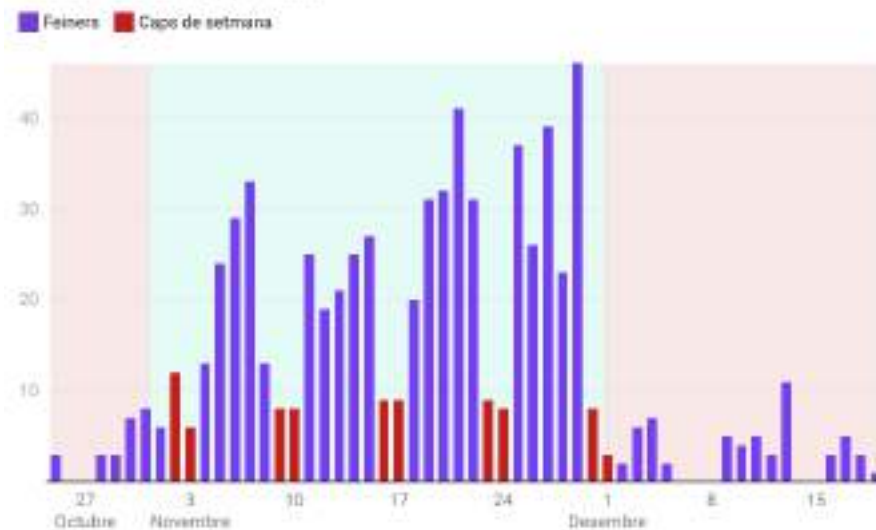


Figura 7. Nombre d'observacions per dia amb els recompte de BiciZen

Així mateix, també es va fer un desglossament considerant la tipologia de la infraestructura ciclable i el perfil d'usuari. En aquesta anàlisi, destaca que la mitjana diària de ciclistes, segons el tipus d'infraestructura, revela un baix percentatge de dones en aquelles zones on les vies presenten infraestructura ciclista deficient o inexistent.



3. Generació de models de circulació

3.1 Caracterització dels punts de comptatge i selecció de variables

Es van generar 71 variables per a les 642 observacions anuals (IMD), que van augmentar a 122 després de convertir les variables categòriques en dummies, de les quals 605 són comptadors, 26 de BiciZen i 11 dades del BACC.

Durant la selecció, es van descartar 86 variables per baixa correlació, 6 per multicolinealitat i 7 per alta correlació mútua, quedant un total de 23 variables explicatives.

3.2 Modelització IMD

S’han utilitzat 23 variables explicatives relacionades amb usos del sòl, mobilitat, accessibilitat, entorn físic i factors sociodemogràfics. S’han entrenat i avaluat quatre models: regressió de Poisson, Random Forest, XGBoost i una xarxa neuronal convolucional (CNN). Com s’ha dit, la comparació s’ha fet utilitzant Mean Average Error (MAE), Root Mean Squared Error (RMSE), Mean Average Percent Error (MAPE) i R². El model XGBoost presenta el millor rendiment global, amb l’error més baix (MAE: 643,74) i el major poder explicatiu (R²: 0,787), millorant significativament respecte la resta d’enfocaments. Anomenem model ‘beta’ al nostre millor resultat, que en aquest cas és el model XGBoost.

Comparativa dels models

Model	MAE	RMSE	MAPE	R2
Poisson Regression	1192.72 ± 74.48	1515.42 ± 109.65	63.53 ± 10.75	0.398 ± 0.108
Random Forest	950.53 ± 90.43	1256.10 ± 121.66	48.10 ± 13.67	0.599 ± 0.064
XGBoost	544.26 ± 81.98	906.04 ± 182.25	24.55 ± 11.09	0.787 ± 0.074
CNN	754.42 ± 113.48	1122.24 ± 221.15	34.67 ± 18.94	0.646 ± 0.176

Created with Datawrapper

Taula 3. Comparació de models de circulació de bicicletes i patinets a Barcelona

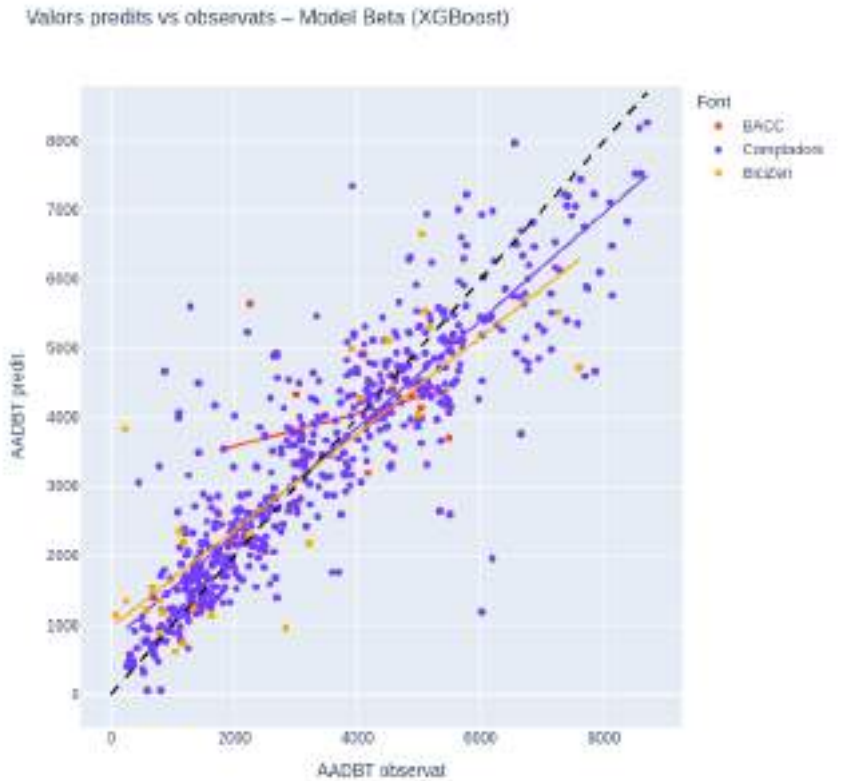


Figura 8. Es va avaluar el model beta comparant la predicció (eix y) de l’IMD amb el valor observat (eix x). Un model ideal coincidiria amb la línia y = x. Observem sobre-estimacions, sobretot en els valors baixos.

4. Predicció per als segments de carrer

S'han extret 17.787 segments de carrer, dels quals 3.077 bidireccionals que s'han duplicat, resultant un total de 20.864 segments.

Per a cadascun s'ha calculat el centroide, que s'ha enriquit amb les 23 variables del model. A partir d'aquestes dades, s'ha generat una predicció individual per segment. En el cas dels bidireccionals, s'han agregat les prediccions de totes dues direccions. Finalment, els resultats s'han unit a la geometria original dels segments, permetent visualitzar els fluxos estimats a la Figura 10.

Mentre que una estimació naïf que només utilitzava les dades dels comptadors automàtics estimava que el volum mitjà per carrer era d'uns 4 mil bicicletes i patinets, quan s'han incorporat les observacions de la ciència ciutadana, aquesta estimació es redueix en un 17%, i s'aproxima a unes estimacions més realistes. Actualment, el model beta estima que un dia mitjà, el volum de bicicletes i patinets que circulen és de 3.284 bicicletes i patinets per dia. Aquest valor segurament encara és una sobreestimació, sobretot en carrers sense infraestructura ciclista i en carrers amb baixa circulació.

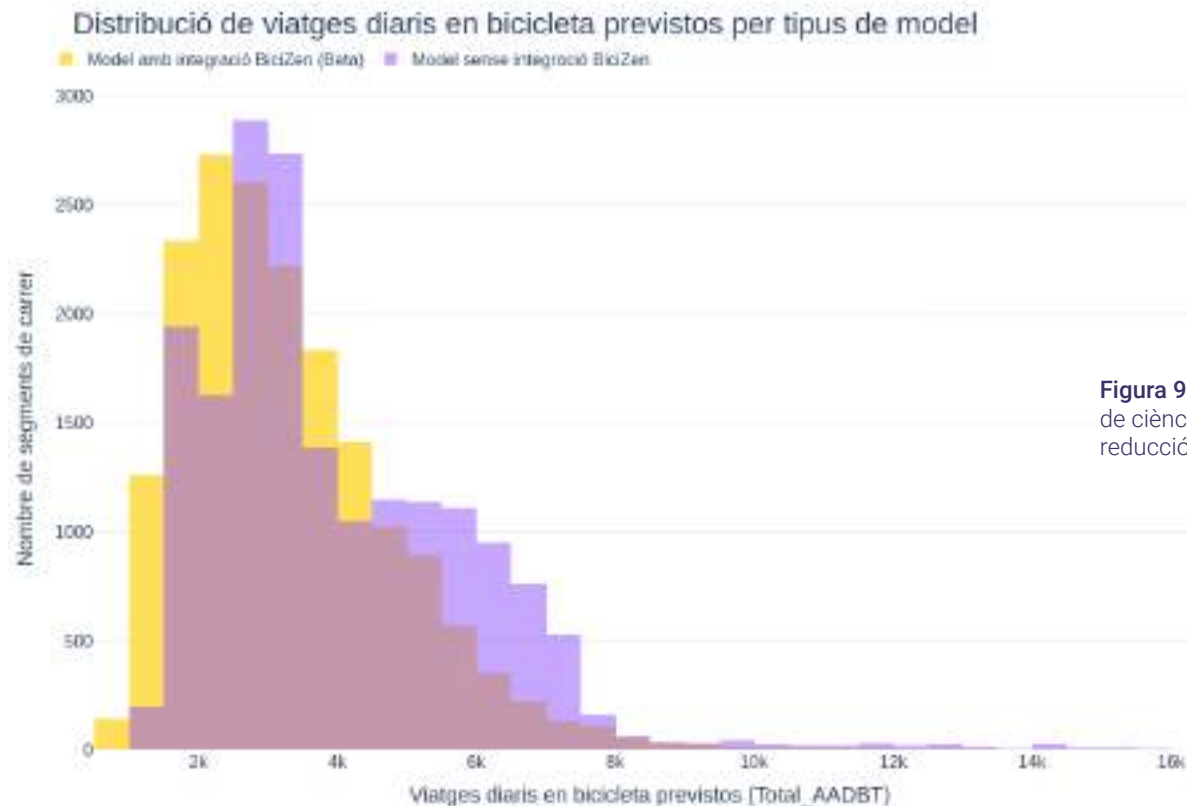


Figura 9. Comparem el nostre model beta amb el mateix model però sense les dades de ciència ciutadana. Observem canvis en la distribució de les estimacions amb una reducció en el pic, la mediana i molts dels valors més alts desapareixen.

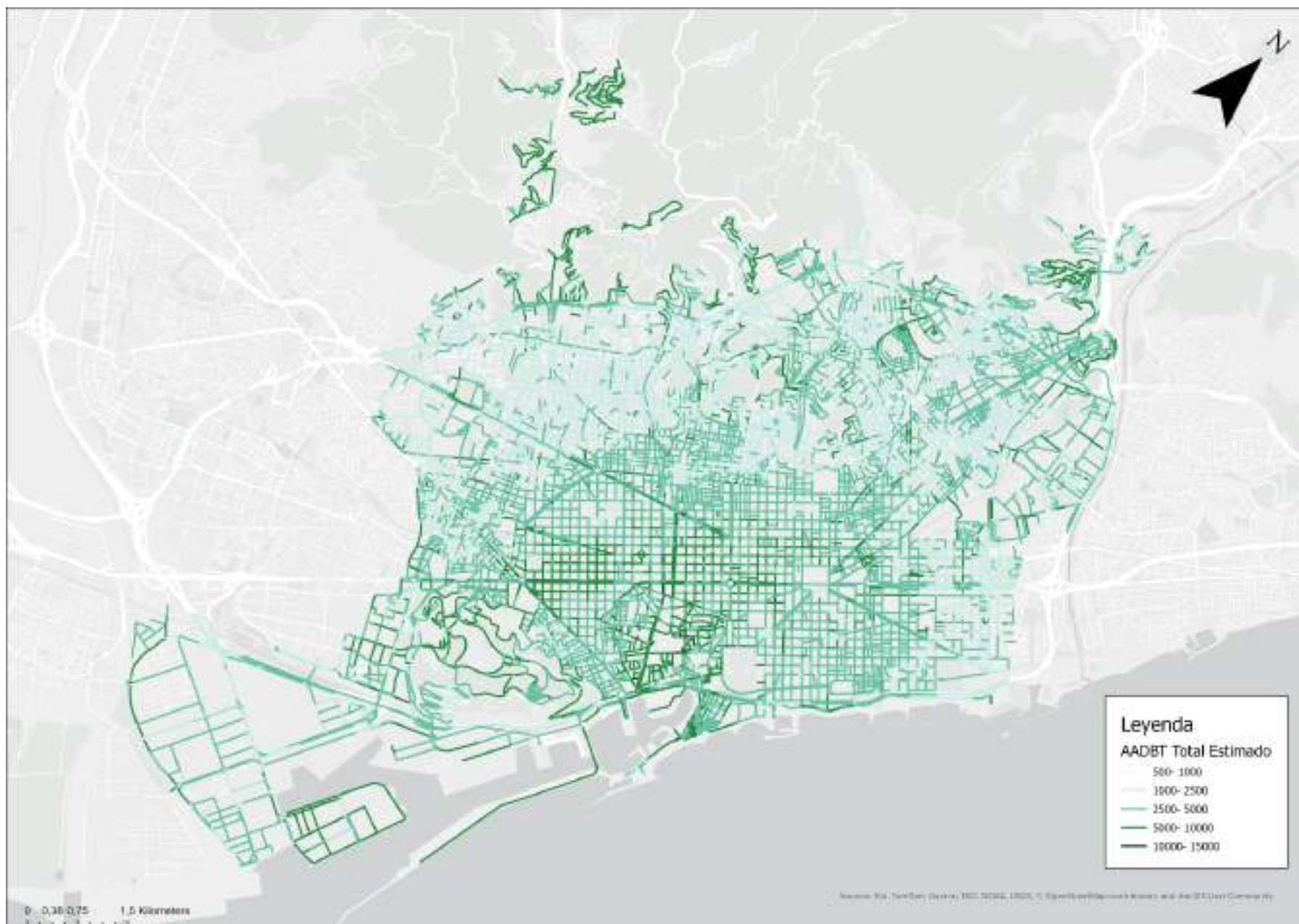


Figura 10. Les estimacions de bicicletes i patinets als carrers de Barcelona, segons el model beta.

Conclusions

Aquest treball és una primera aproximació per entendre el flux de bicicletes a Barcelona a escala de segment de carrer. Des de fa dècades, mentre que els enginyers de trànsit han desenvolupat models per obtenir aquests valors per a la mobilitat motoritzada, encara desconeixem l'equivalent per a la mobilitat ciclista. Contribuïm presentant un primer model de circulació de micro mobilitat a Barcelona.

Observem com les estimacions dels volums de bicicletes i patinets a Barcelona s'han vist millorades gràcies a les contribucions de la ciència ciutadana. En totes les tipologies de carrers, les estimacions es redueixen en incloure observacions de voluntaris.

La comparació de models ha permès comprovar que l'algorisme XGBoost ofereix els millors resultats de manera consistent. El model beta té les seves deficiències, però continua sent un avenç important respecte al que s'ha fet fins ara. Incorpora les condicions i característiques de cada carrer i l'existència i tipologia d'infraestructura ciclista. A més, el model té en compte la direccionalitat dels carrils bici.

El mapa generat ofereix una idea del patró del moviment de bicicletes i patinets que circulen per Barcelona, tenint en compte factors que influeixen en l'ús de la micro mobilitat. En futurs treballs, caldrà integrar les dades de Strava, separar les bicicletes dels patinets i desglossar el flux d'usuaris per edat i gènere.

Aquest projecte il·lustra el que es pot aconseguir amb la col·laboració de la comunitat ciclista, les organitzacions ciclistes i un equip internacional d'investigadors. S'ofereix una primera estimació inicial del flux de bicicletes i patinets als carrers de Barcelona. Aquest model no només representa un avenç tècnic, sinó també un exemple del poder de la ciència ciutadana per transformar els coneixements sobre la mobilitat urbana i donar suport a la presa de decisions a la ciutat.



Referències

- **Ajuntament de Barcelona (2025).** "Servei d'assistència tècnica a la Direcció de Serveis de Mobilitat lligada al Pla de Mobilitat Urbana (PMU) 2025-2030 per la modelització de la xarxa de transport en superfície, metro i ferrocarril suburbà, si s'escau, la xarxa de transport en bicicleta." MOMENTUM GABINET D'ENGINYERIA SL. 368.318,26 €: URL <https://licitacions.bcn.cat/licitacion/licitaciones/detalle?id=9587091> URL:<https://contractaciopublica.cat/ca/detall-publicacio/4fd78048-9ee6-4ab7-af00-729842f26157/300439880>
- **Ajuntament de Barcelona. (2024).** Pla de Mobilitat Urbana de Barcelona 2024. https://bcnroc.ajuntament.barcelona.cat/jspui/bitstream/11703/128157/1/Pla%20de%20Mobilitat%20Urbana_bcn_2024.pdf
- **Bicicleta Club de Catalunya (BACC). (2024).** Radiografia ciclista de Barcelona 2024: Resultats de l'estudi. Recuperado de <https://bacc.cat/radiografia-ciclista-de-barcelona-2024-resultats-de-lestudi/>
- **Generalitat de Catalunya, Departament de Política Territorial i Obres Públiques. (2005).** Manual de diseño de vías ciclistas de Cataluña. Recuperado de <https://terra.bibliotecadigital.gencat.cat/bitstream/handle/20.500.13045/262/manual-dise%C3%B1o-vias-ciclistas-catalu%C3%B1a.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- **Honey-Rosés, J., Liebscht, L., Batista, P., Benatallah, B., Brussel, M., Flacke, J., Häkli, J., Kallio, K. P., Lynn, T., Mäkelä, M., Melo, L., Simón-i-Mas, G., & Vilariño, F. (2025).** BiciZen: Lessons in the development of a crowdsourcing mobile app to make cities more bikeable. Journal of Participatory Research Methods, 6(1), 143–168. <https://doi.org/10.35844/001c.126552>
- **Nelson, T., Roy, A., Ferster C., Fischer J., Brum-Bastos V., Laberee K., Yu H., Winters M. (2021).** Generalized model for mapping bicycle ridership with crowdsourced data. Transportation Research Part C: Emerging Technologies. 125, April 2021, <https://doi.org/10.1016/j.trc.2021.102981>
- **Miah, Md. Mintu, Hyun, K., & Mattingly, S. (2024).** A review of bike volume prediction studies. Transportation Letters: The International Journal of Transportation Research, 16. <https://doi.org/10.1080/19427867.2024.2310831>
- **Miah, Md. Mintu, Griswold, J., Proulx, F., Bigham, J., & Grembek, O. (2024).** Methodology of a large-scale bicycle exposure estimation.
- **Sevtsuk, A., Alhassan, A., (2025).** Madina Python Package: Scalable Urban Network Analysis for Modeling Pedestrian and Bicycle Trips in Cities. Journal of Transport Geography 123:104130. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2025.104130>
- **Simón-i-Mas G., Honey-Rosés, J. (2024).** A Global Overview of Bike Bus: A Journey Toward a Child-Friendly City. International Journal of Sustainable Transportation. 18(12):1012-1025 doi: 10.1080/15568318.2024.2432654
- **Tacq, Roxy, Knol, Arjan. (2025)** 75% Bicycle Intensity Maps. How intensity maps can support cities to achieve UN Road Safety Performance Target 4. Accessed: 2025-05-08. dokdata.nl and iRAP, 2024. <https://storymaps.arcgis.com/stories/4c3d8d6d9b53499d97ca1768e26058b0>
- **Vuk G., Bradley, M. Bowman, J., Overgard C. 2022.** Modeling of Bicycling in the COMPASS Activity-Based Model for Copenhagen. TRB presentation RSG. URL: <https://rsginc.com/wp-content/uploads/2022/01/Modeling-of-Bicycling-in-the-COMPASS-Activity-Based-Model-for-Copenhagen.pdf>

Finançament

Aquest projecte ha rebut finançament del programa d'investigació i innovació Horitzó 2020 de la Unió Europea en virtut de l'Acord de Subvenció núm. 101016888, pel programa SMART-ER de l'ECIU. Aquest resultat reflecteix únicament l'opinió de l'autor i la UE no se'n responsabilitza de l'ús que es pugui fer de la informació que conté. Jordi Honey-Rosés ha rebut el suport del programa Ramón y Cajal (RyC-2019-027279-I) i del Ministeri de Ciència, Innovació i Universitats d'Espanya a través del programa "María de Maeztu" per a Unitats d'Excel·lència (CEX2019-000940-M).



Comptadors seleccionats per al mostreig de ciència ciutadana

Districte	ID	Ubicacions
Ciutat Vella	20112	Travessera de Gràcia - En Grassot (direcció Llobregat)
Eixample	20326	C/ Calàbria - Aragó (direcció muntanya)
Gràcia	20099	Travessera de Gràcia - En Grassot (direcció Besòs)
Horta-Guinardó	20347	Ronda Guinardó - Torrent Melis 2 (direcció Llobregat)
Les Corts	20241	C/ Aristides Maillol - Cardenal Reig (carril bici)
Nou Barris	20194	C/ de Pi Ferrer - C/ del Garrofers (direcció muntanya)
Sant Andreu	20227	C/ Garcilaso - Av. Meridiana (direcció Llobregat)
Sant Martí	20248	Av. Meridiana - Clot (carril bici)
Sants-Montjuïc	20169	Av. Maria Cristina - Pl. Espanya (direcció mar)
Sarrià-Sant Gervasi	20404	Via Augusta - Pg. de la Bonanova (direcció muntanya)

Apèndix 1. Contadors seleccionats per al mostreig de ciència ciutadana

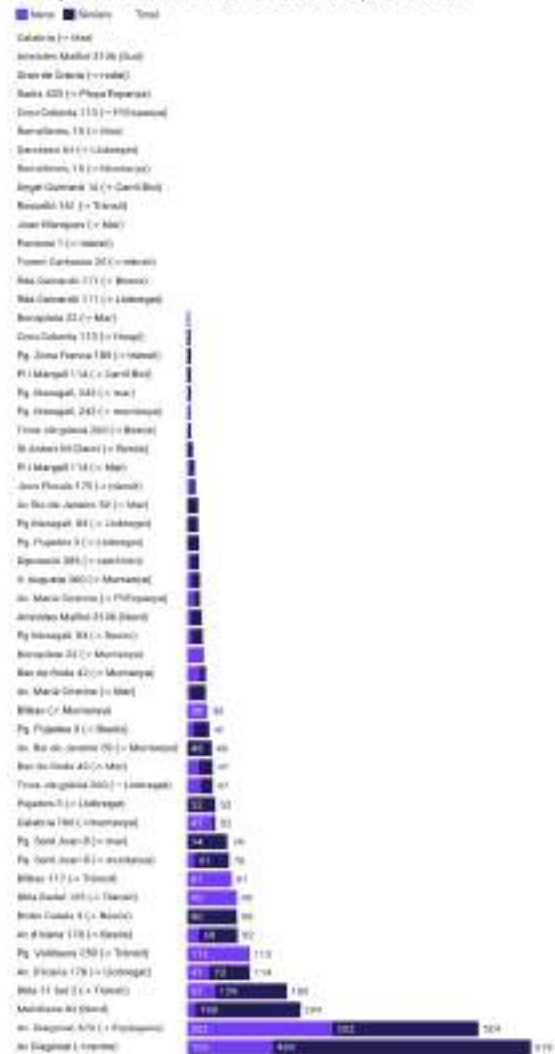
Longitud i segments per tipus d'infraestructura ciclista

Infraestructura	Longitud total	Quantitat de segments
Carril central	9,947	35
Sin separación	848	3
Protegido por aparcamiento	62,130	246
Protegido por separador	107,586	526
Carril compartido Bus/Bici	4,156	14
Ciclocalles	34,467	207
Acera	53,392	250

Created with Datawrapper

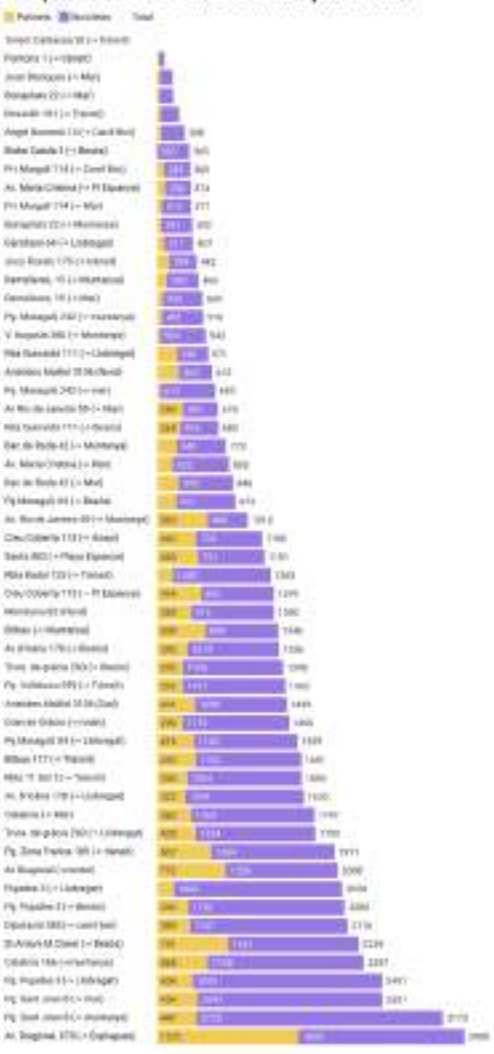
(a) Nombre d'observacions BiciZen. Gènere (b) Nombre d'observacions BiciZen. Edat (c) Nombre d'observacions BiciZen per tipus de vehicle

Extrapolació a dades diàries de ciclistes per ubicació



(b) Nombre d'observacions BiciZen_Edat.

Extrapolació a dades diàries de ciclistes per ubicació

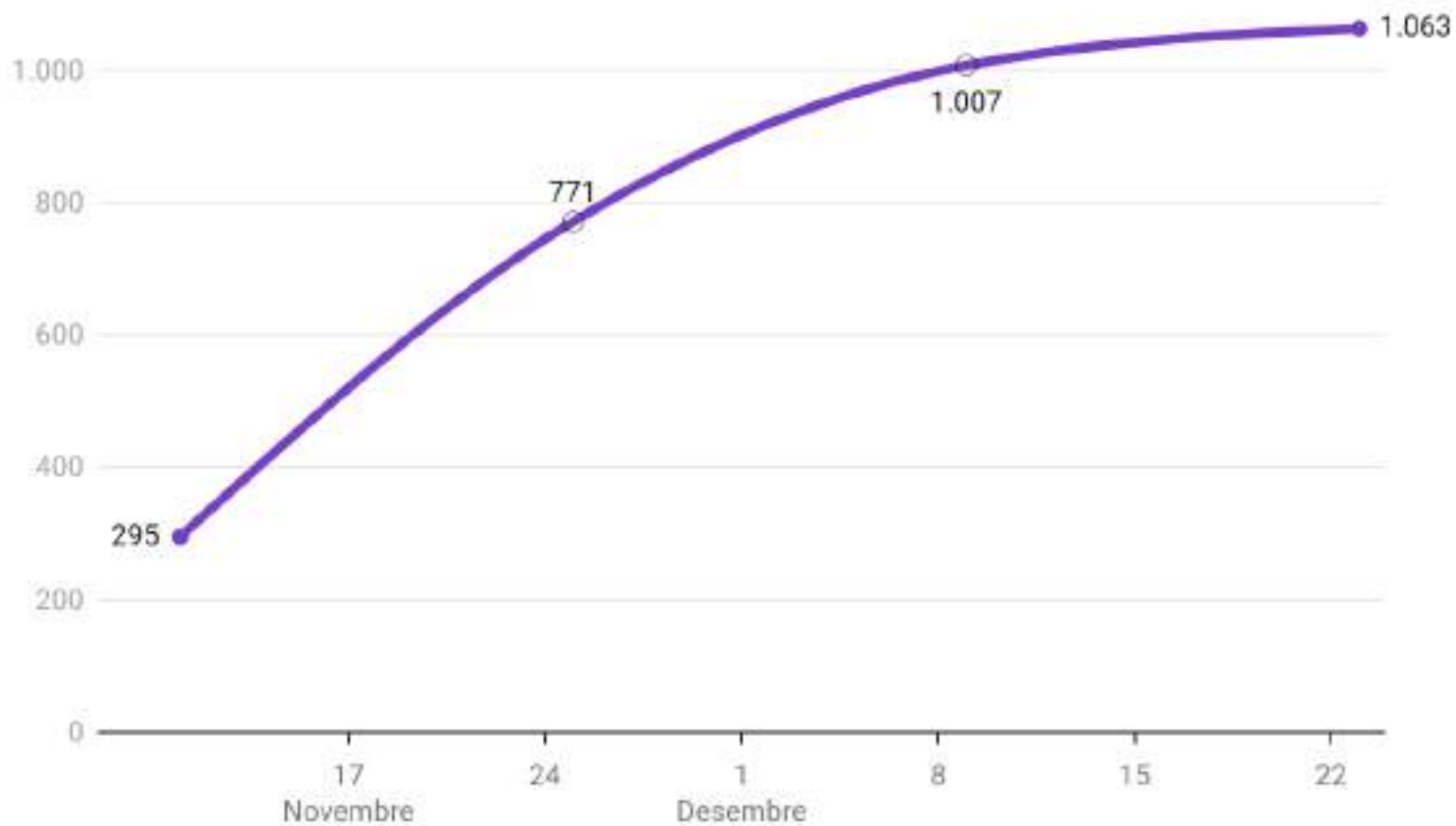


(c) Nombre d'observacions BiciZen per tipus de vehicle.

Apèndix 3. Les observacions de ciència ciutadana amb la plataforma BiciZen als punts observats.

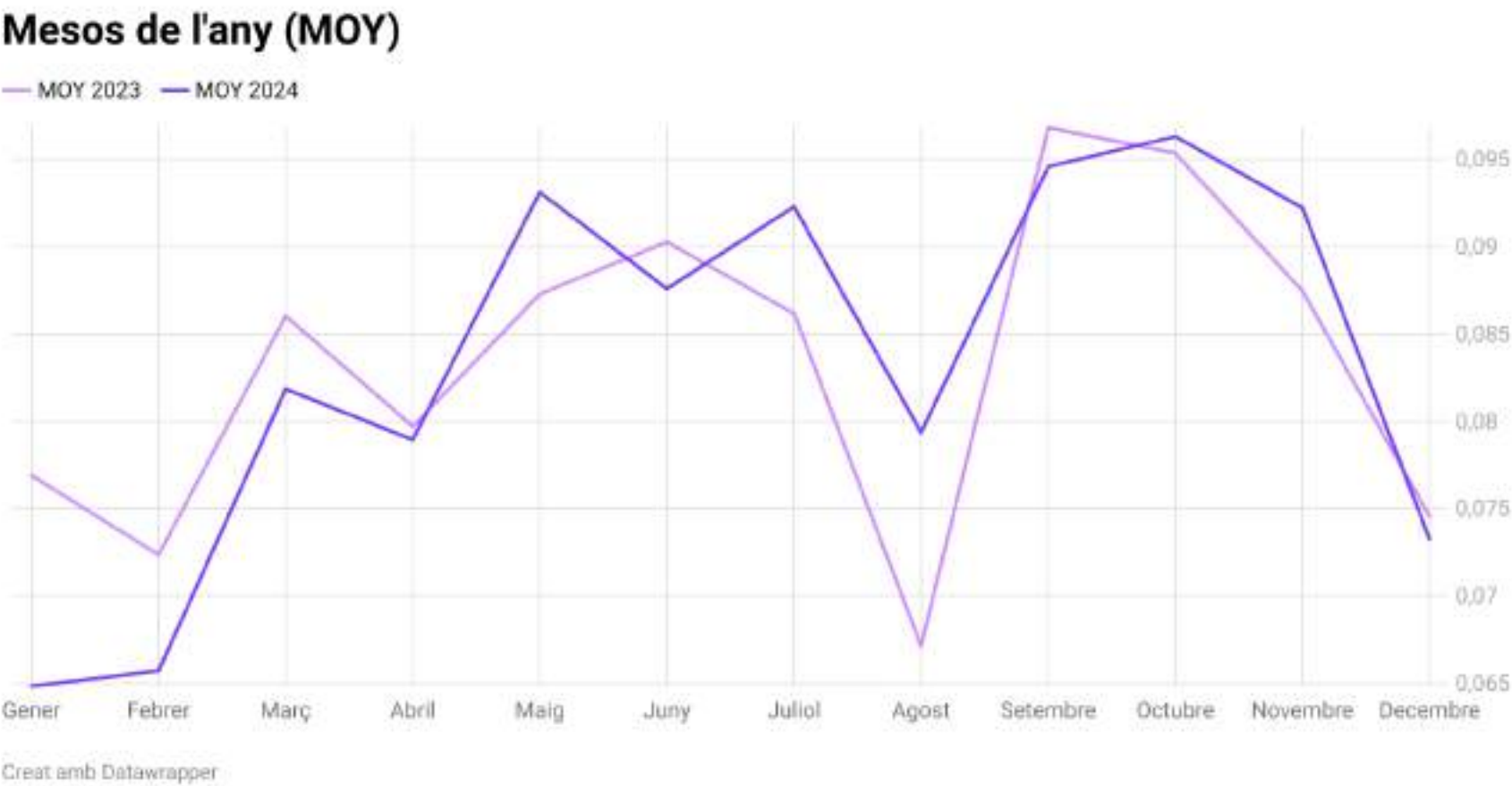
(a) Nombre d'observacions BiciZen_Gènere, (b) Nombre d'observacions BiciZen_Edat, (c) Nombre d'observacions BiciZen per tipus de vehicle. Període d'observació entre octubre i desembre de 2025.

Xifres de recompte general de BiciZen



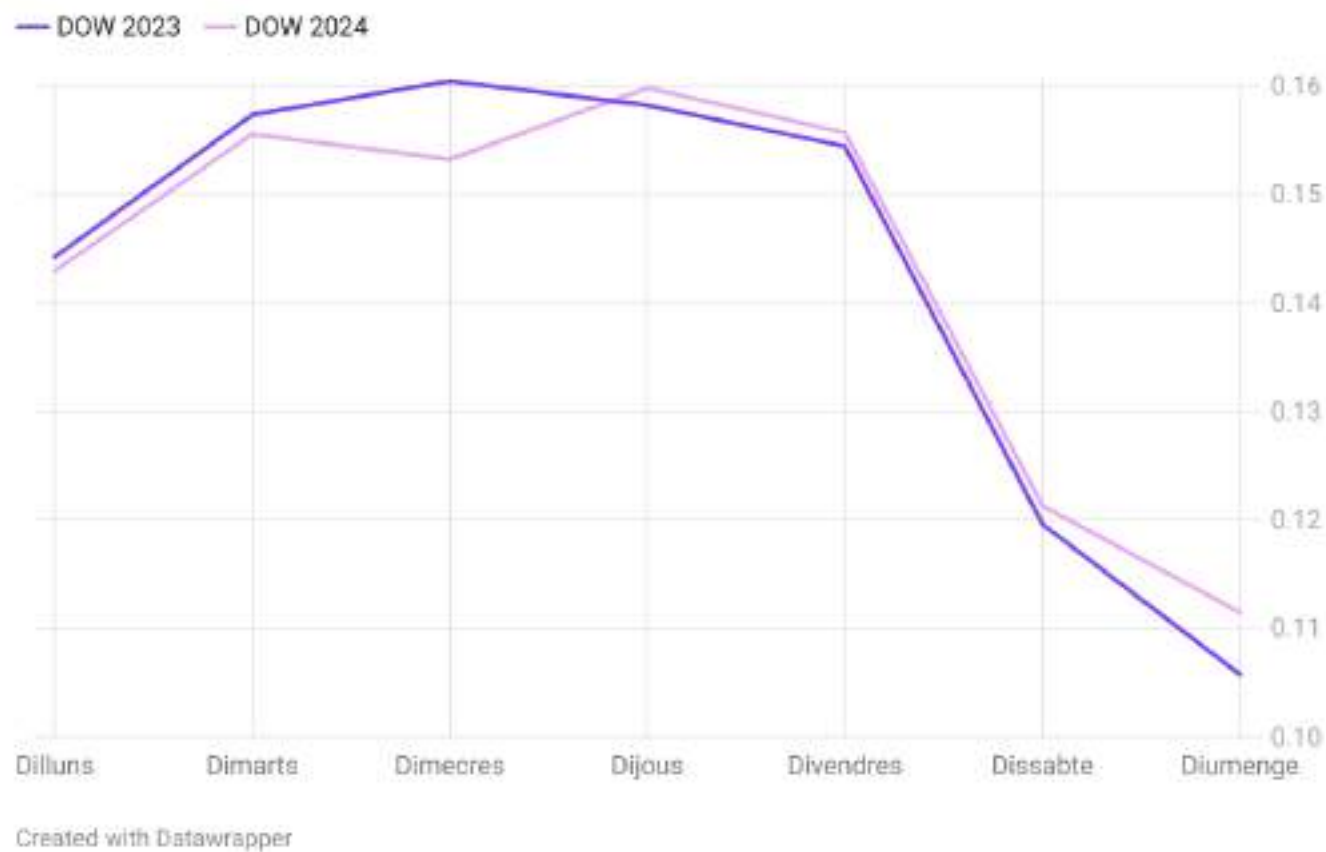
Creat amb Datawrapper

Apèndix 4. Nombre d'observacions de ciència ciutadana realitzades durant el període d'observació entre octubre i desembre de 2025.



Apèndix 5. Els comptadors automàtics permeten caracteritzar l'estacionalitat en l'ús de la bicicleta al llarg de l'any i generar factors d'expansió per realitzar estimacions anuals amb observacions en només una època de l'any.

Dia de la Setmana (DOW)



Apèndix 6. Els patrons setmanals s'extreuen dels contadors automàtics per tenir en compte el dia de la setmana.

Estimacions AADBT per tipologia d'infraestructura ciclista

Tipus d'infraestructura ciclista	Comptatge mitjà (Model Beta)	Reducció amb ciència ciutadana
Sense infraestructura ciclista	3193	-17
Carril bici protegit	3570	-22
Carril bici protegit per aparcament	3842	-19
Vorera-bici	3179	-12
Carril compartit amb vehicles	3594	-22
Carril bici en eix central	4538	-17
Carril bus-bici	4569	-14
Carril bici (sense protecció)	3409	-49

Created with Datawrapper

Apèndix 7. Les estimacions IMD per tipologia de carrer amb infraestructura ciclista a Barcelona. Observem que el model beta encara produeix valors alts, que probablement són sobre-estimacions. Tanmateix, la inclusió de les observacions dels voluntaris ens ha ajudat a reduir aquestes estimacions entre un 12% i un 49%.