

Sistema Integrato di Analisi della Mobilità Urbana Sostenibile (SIAMUS)

Claudio Giuseppe Allegretta^{1,2}, Angela Stefania Bergantino³, Angelo Domenico Capogna¹, Mario Intini³, Annarita Leserri¹

¹ FB Innovation s.r.l.s., ² Politecnico di Bari, ³ Università degli Studi di Bari

SIAMUS (Sistema Integrato di Analisi della Mobilità Urbana Sostenibile) è un progetto PNRR che fornisce dati e indicatori di mobilità urbana sostenibile. SIAMUS nasce per colmare un gap della letteratura, che finora ha fatto ampio uso di dati GPS ma limitati per scala temporale e spaziale. L'obiettivo è fornire un sistema integrato di raccolta e analisi dei dati di mobilità urbana sostenibile, traducendoli in indicatori utili per decisori pubblici e privati. SIAMUS ha inoltre prodotto linee guida operative e una piattaforma open data che rende accessibili i risultati e supporta decisioni informate. Il progetto si distingue per la capacità di integrare dati empirici, analisi comportamentale e strumenti tecnologici, contribuendo alla scalabilità di politiche di mobilità sostenibile in diversi contesti urbani.

Parole Chiave: Mobilità urbana; Mobilità sostenibile; Big Data; Linee guida; Decisori politici; Mobility manager

1 Introduzione

La mobilità urbana sostenibile è una delle sfide più urgenti del decennio. Con l'aumento dell'urbanizzazione e il crescente problema dell'inquinamento atmosferico, sta diventando sempre più difficile progettare città a misura d'uomo per raggiungere gli obiettivi dell'Agenda 2030. In risposta a queste sfide, le città e le aziende stanno adottando sempre più spesso politiche volte a promuovere modalità di trasporto sostenibili, come gli spostamenti a piedi, in bicicletta, con i mezzi pubblici o il car sharing.

Per progettare politiche efficaci e mirate, è essenziale disporre di dati dettagliati e geolocalizzati che consentano di analizzare le specificità di ciascun territorio. Tali dati permettono di identificare con precisione le aree che necessitano di interventi, valutare l'efficacia delle soluzioni implementate e monitorare in tempo reale l'evoluzione dei territori.

Inoltre, l'integrazione di dati provenienti da diverse fonti, come sensori remoti e flussi di mobilità da smartphone, arricchisce la comprensione delle dinamiche territoriali e favorisce l'adozione di soluzioni innovative e sostenibili. Questo approccio data-driven è cruciale per garantire che gli

investimenti siano orientati verso le reali esigenze delle comunità e per promuovere uno sviluppo territoriale inclusivo e resiliente.

Finora, molti studi si sono concentrati sul trasporto pubblico, la mobilità condivisa e la micromobilità (Bergantino A.S. et al. 2021, Bergantino A.S. et al. 2024, Bergantino A.S. et Gardelli A. 2024), mentre la dimensione della mobilità attiva privata non ne emerge sufficientemente valorizzata. D'altra parte, gli studi basati sulle registrazioni delle tracce GPS, per quanto utili a conoscere il comportamento ciclistico e le preferenze di percorso (Menghini J. et al. 2010, Hood J. et al. 2011, Hudson J. et al. 2012, Broach J. et al. 2012, Casello J. et al. 2014, Romanillos G. et al. 2015, Heesch K.C. et al. 2016, Marković. et al. 2019, Li C. et al. 2019), si sono limitati ad un piccolo numero di candidati che indossano un dispositivo o utilizzano uno smartphone per un certo periodo di tempo, generando così registrazioni limitate nel tempo e nello spazio (Li S. et al. 2014). Alcune esperienze interessanti si sono registrate all'estero, per esempio a Braga, Istanbul, Tallinn, che hanno adottato la tecnologia brevettata di Pin Bike nell'ambito di progetti di ricerca e sviluppo co-finanziati dalla Commissione Europea (Konstantinidou M. et al. 2025).

In questo contesto, il progetto SIAMUS - Sistema Integrato per l'Analisi della Mobilità Urbana Sostenibile - emerge come un'iniziativa urgente e necessaria. Tale studio è sviluppato nell'ambito del Bando a Cascata (BAC) dello Spoke 7 "Territorial Sustainability" nell'ambito del PNRR MUR - M4C2 - Inv.1.3 - Avviso "DALLA RICERCA ALL'IMPRESA" - D.D. n. 1024 del 08/05/2024. Viene proposta una base scientifica per comprendere, misurare e promuovere comportamenti di viaggio sostenibili, offrendo ai responsabili politici e agli stakeholder privati strumenti per progettare interventi efficaci che rispondano sia alle esigenze ambientali che alle esigenze di trasporto dei cittadini. SIAMUS si basa su dati reali registrati dagli utenti Pin Bike, in termini di tracce GPS e preferenze di viaggio dichiarate, provenienti da città italiane e sull'esperienza di Pin Bike, il sistema brevettato per certificare, monitorare e promuovere la mobilità urbana sostenibile (non solo in bicicletta, ma anche a piedi, con altre forme di micro-mobilità, con i mezzi pubblici e il carpooling) utilizzando tecniche di gamification e incentivi economici (bonifici bancari, fringe benefit o voucher spendibili nei negozi locali). Una ricompensa monetaria di questo tipo è in linea con la definizione di nudging secondo cui uno stimolo comportamentale non altera in modo significativo gli incentivi economici di una persona, ma fornisce un feedback immediato sulla scelta desiderata (Thaler & Sunstein, 2021). Integrando i dati GPS e Bluetooth, il sistema fornisce una certificazione antifrode dei viaggi sostenibili, consentendo a Comuni, scuole e aziende di premiare le scelte dei cittadini e raccogliendo al contempo dati dettagliati sui modelli di mobilità. Più di 30 città europee hanno adottato Pin Bike, che conta oggi circa 27.000 utenti, più di 10 milioni di km percorsi, 1.500 tonnellate le emissioni di CO₂ risparmiate e quasi 2,5 milioni di euro erogati.

2 Il panorama italiano: un confronto tra 9 città

Il valore aggiunto di SIAMUS risiede nell'analisi di nove casi studio italiani che hanno generato dati a partire dal 2020 grazie al coinvolgimento di circa 7000 utenti. Questi casi di studio forniscono esempi di eterogeneità sia in termini geografici, che anagrafici e strategici (es: Bike2Work aziendali, Bike2School scolastici, progetti comunali). In particolare:

- 3 progetti in grandi città nel nord (Bergamo), nel centro (Firenze) e nel sud (Bari) della durata di almeno un anno.
- 3 progetti cittadini limitati nel nord (Torino), nel centro (Pescara) e nel sud (Lecce).
- 4 progetti privati, di cui 3 progetti aziendali Bike2Work (AUSL Bologna, Policlinico Sant'Orsola di Bologna, Comune di Trento) e un progetto Bike2School (Liceo Formiggini di Sassuolo) della durata di 4 anni.

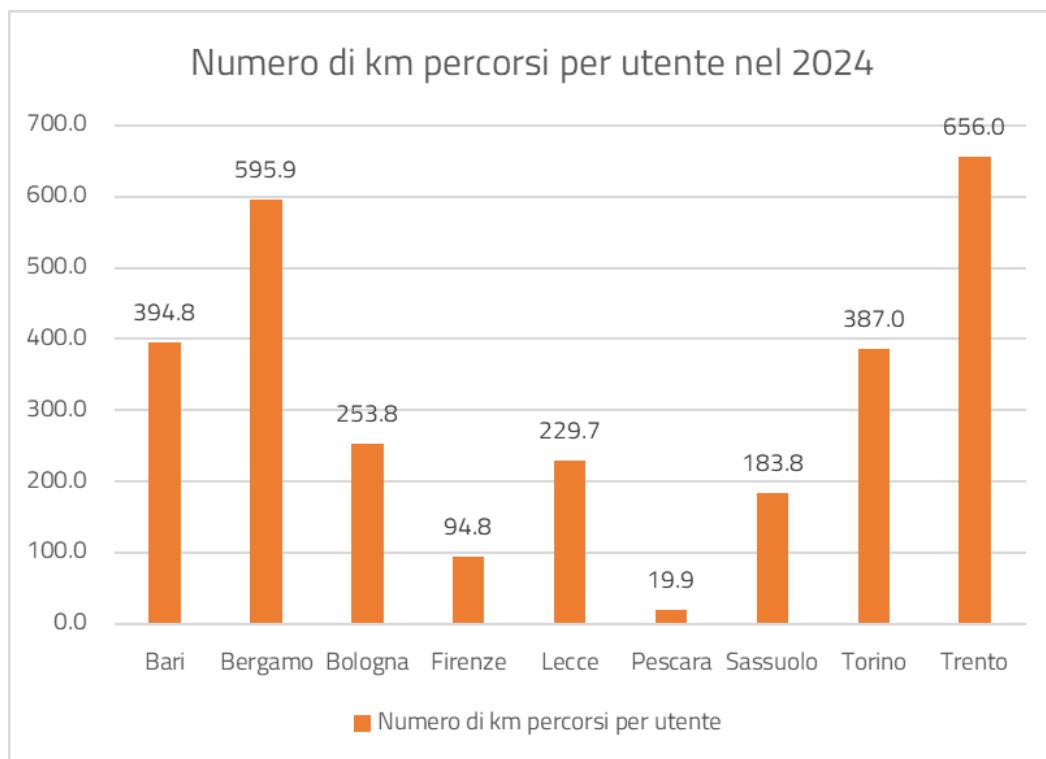


Figura 1. Numero di km percorsi in bicicletta per utente per città nel 2024

Le città più popolose e con una maggiore partecipazione, come Bari, Firenze e Bergamo, vantano i risultati migliori in termini di utenti attivi, chilometri percorsi e risparmio di CO₂ dimostrando che è possibile ottenere una partecipazione attiva da nord a sud e in contesti diversi per topografia, tradizioni di spostamento e disponibilità di infrastrutture e servizi di mobilità attiva e sostenibile. Tuttavia, i risultati positivi in città più piccole come Lecce e Pescara, in quartieri cittadini come a San Salvario a Torino oppure in comunità specifiche come quelle aziendali di Bologna e scolastiche di Sassuolo, mostrano come le campagne di incentivazione sono adattabili a diversi contesti e che i benefici ambientali e sociali possono essere estesi a diverse realtà.

Tabella 1. Esperienze cittadine a confronto

	Bari	Bergamo	Firenze	Lecce	Pescara	Torino
Titolo	MUVT in bici	<ul style="list-style-type: none"> - Bergamo in bicicletta: ti premiamo per andare in bici (1° edizione) - Bergamo in bicicletta: ti premiamo per andare in bici (2° edizione) 	<ul style="list-style-type: none"> Pedala, Firenze ti premia! 	REACTIVITY	PESOS	SanSa pedala
Periodo	2020-2024	2022-2024	2024-2025	2023	2020-2022	2023-2024
Tipo di incentivo	Bonifico	Voucher in negozio	Bonifico	Voucher in negozio	Buono acquisto bici	Voucher in negozio
Max rimborsi km	25€/mese	30€/mese	30 €/mese	30 €/mese	n/a	25€/mese

Max premi	n/a	- 30€/mese - 60€/mese	100€	100€	200€/ progetto	50€
Max coppe	20€ da spendere negli esercizi culturali (Bike2Art)	- coppa simbolica - n/a	n/a	10000 punti iniziativa	n/a	n/a
Tipo di utenza	Cittadini	Cittadini	Cittadini	Cittadini	Cittadini	Cittadini
Finanziamento	PON metro	- MATTM (ora MASE) - Comune di Bergamo - Bike2Work, ambiente, salute, sviluppo economico	Comune di Firenze	EIT Urban Mobility	Collegato ambientale MiTE	MATTM (ora MASE)
Obiettivo	Ambiente, salute, sicurezza, sviluppo economico	salute, sviluppo economico, promozione velostazione - Bike2Work, ambiente, salute, sviluppo economico	Bike2Work ambiente, salute	intermodalità attiva, ambiente, salute	Monitoragg io tramite bici in comodato d'uso	Bike2Wor k, ambiente, salute, sviluppo economico
N. utenti attivi	1285	527 460	2888	160	281	256
N. esercenti	8	32 32	n/a	16	n/a	25
km percorsi	2.125.624	185.460 271.548	247.185	36.748	21.225	97.539
Kg CO2 risparmiata	338.944	28.595 41.165	37.741	9.889	3.460	15.009

Tabella 2. Esperienze aziendali a confronto

	AUSL Bologna	Policlinico Sant'Orsola	Comune di Trento
Titolo	Bike to Work	Bike to Work	Bike to Work
Periodo	2021-2024	2021-2024	2024
Tipo di incentivo	Accredito su cedolino stipendiale	Accredito su cedolino stipendiale	Bonifico
Max rimborsi km	35€/mese	35€/mese	20€/mese
Max premi	n/a	n/a	50€/progetto
Max coppe	n/a	n/a	n/a
Tipo di utenza	Dipendenti	Dipendenti	Dipendenti

Finanziamento	Progetto regionale “Bike to Work”	Progetto regionale “Bike to Work”	Comune di Trento
Obiettivo	Mobilità sostenibile, attività fisica	Mobilità sostenibile, attività fisica	Mobilità sostenibile, ambiente, salute
N. utenti attivi	440 (2024)	389 (2024)	89
N. esercenti	n/a	n/a	n/a
km percorsi	111.637 (2024)	82.047 (2024)	58.207
Kg CO2 risparmiata	17.149 (2024)	12.729 (2024)	9.062

Tabella 3. Esperienze scolastiche

Liceo Formiggini (Sassuolo)

Titolo	Bike to School
Periodo	2021-2024
Tipo di incentivo	Voucher Amazon
Max rimborsi km	20€/mese
Max premi	20€/mese, 50€/progetto
Max coppe	n/a
Tipo di utenza	Studenti e lavoratori
Finanziamento	Bando “Facciamo EcoScuola” 2019
Obiettivo	Incentivo all’uso della bici
N. utenti attivi	188
N. esercenti	n/a
km percorsi	53.390
Kg CO2 risparmiata	8.616

2.1 Valutazione d'impatto sul comportamento di trasporto

SIAMUS approfondisce l'analisi ed elabora gli impatti delle iniziative considerate, concentrandosi in particolare sull'efficacia delle iniziative nel modificare le abitudini di mobilità

degli utenti. L'indagine si basa su dati empirici raccolti tramite un questionario somministrato a 516 utenti Pin Bike del sistema e analizzati utilizzando indagini a preferenza dichiarata (Stated Preference, SP) e a preferenza rivelata (Revealed Preference, RP).

L'analisi indaga le motivazioni e le caratteristiche determinanti del comportamento di mobilità degli utenti, in particolare l'effetto delle campagne di incentivazione con gamification e premi economici, nonché le percezioni individuali rispetto alla sostenibilità, alla sicurezza e alla comodità dei diversi mezzi di trasporto.

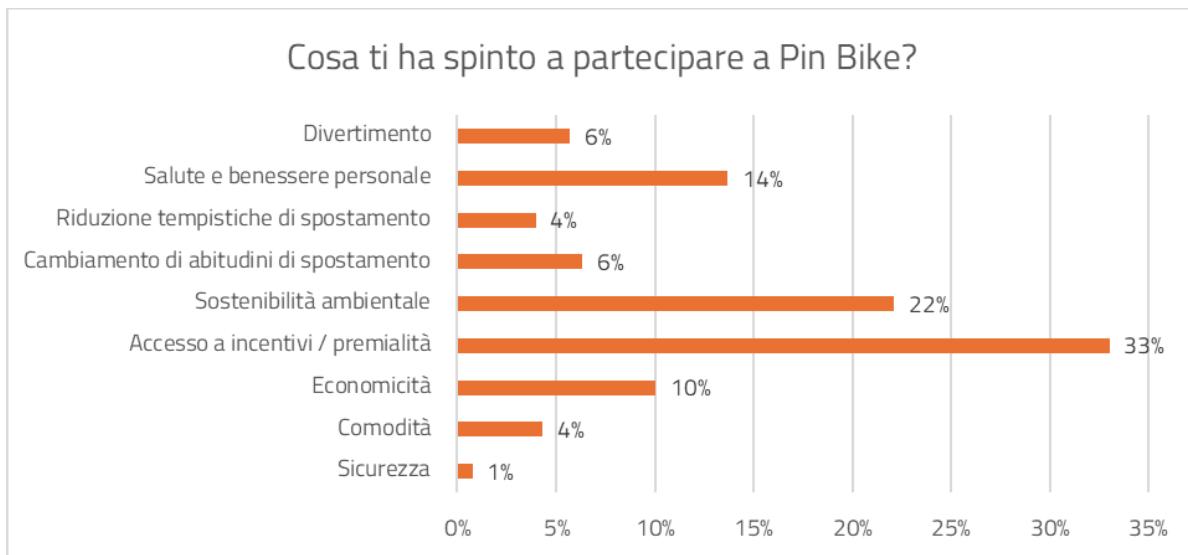


Figura 2. Motivazione a partecipare alle iniziative di promozione Pin Bike

Inoltre, l'indagine ha raccolto informazioni relative non solo ai cambiamenti effettivi nel comportamento di mobilità degli utenti, ma anche alle percezioni individuali rispetto alla sostenibilità, alla sicurezza e alla comodità dei diversi mezzi di trasporto.

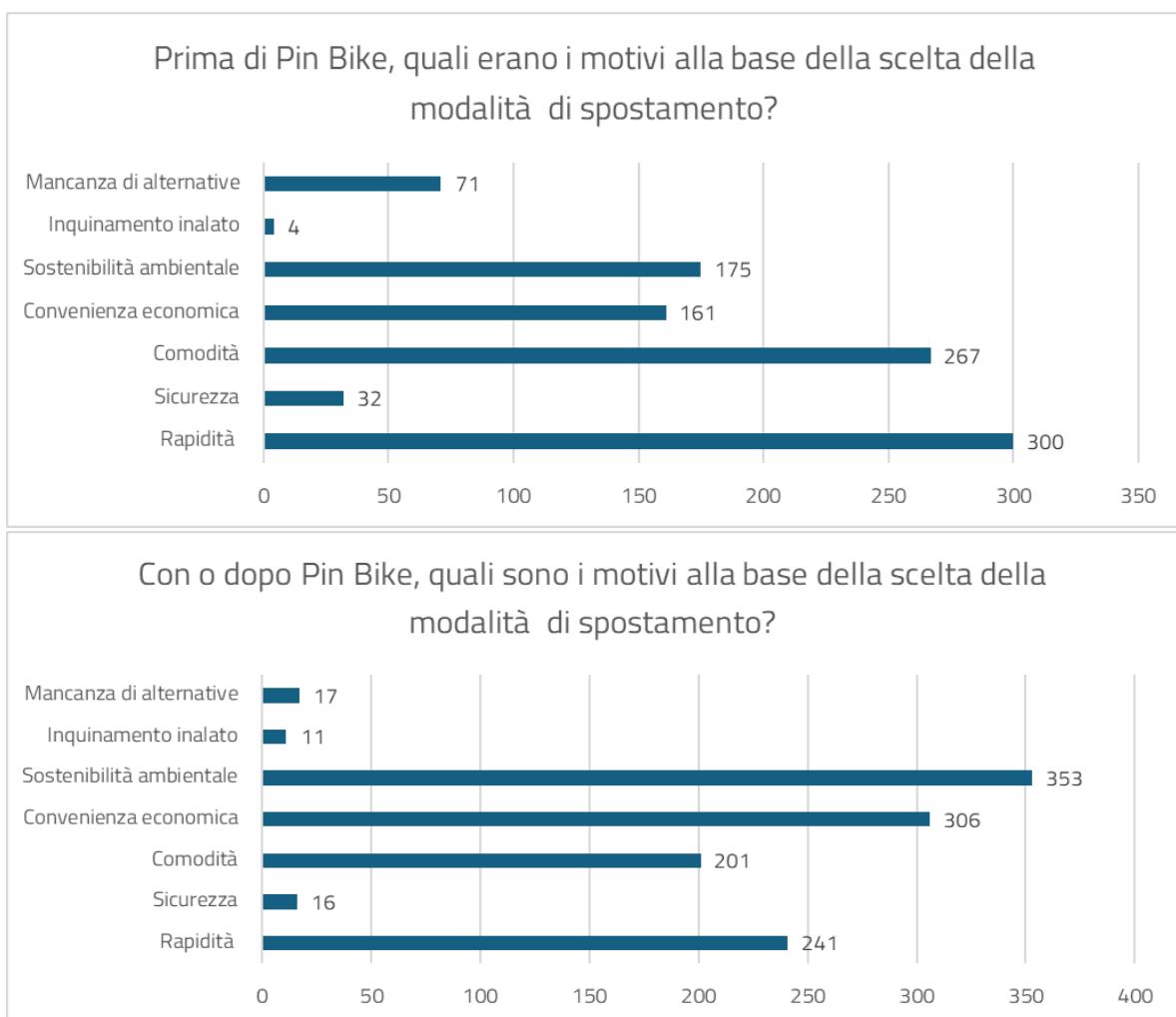


Figura 3. Confronto dei motivi alla base della scelta di spostamento prima e dopo Pin Bike

A seguito dell'esperienza Pin Bike, si registra un aumento delle motivazioni legate alla sostenibilità ambientale (dal 17% al 31%) e alla convenienza economica (dal 16% al 27%), mentre la propensione a continuare a pedalare anche senza incentivi economici raggiunge un valore medio di 4,2 su 5.

I modelli hanno confermato che gli incentivi finanziari e le dinamiche di gamification sono stati efficaci nel ridurre la dipendenza dai veicoli a motore e nell'incoraggiare l'uso della bicicletta e gli spostamenti a piedi. La valutazione ha anche evidenziato variazioni a seconda del contesto: le iniziative sono state più efficaci nelle aree urbane densamente popolate con spostamenti brevi, mentre le distanze più lunghe hanno limitato il cambiamento comportamentale in assenza di infrastrutture di supporto.

3 Linee guida

SIAMUS ha tradotto le analisi quantitative e qualitative in linee guida politiche per Comuni, scuole, aziende e attori privati. SIAMUS evidenzia come ricompense finanziarie, gamification e nudging possano essere combinati per promuovere un cambiamento comportamentale, generando un aumento consistente dell'uso della mobilità urbana attiva e sostenibile non solo per spostamenti pendolari, ma anche per attività quotidiane e acquisti. Gli incentivi possono assumere diverse forme – trasferimenti diretti su conti bancari, benefici salariali o buoni spendibili nei negozi locali – consentendo ai mobility manager pubblici e privati di adattarli al

contesto locale. Oltre agli incentivi monetari, i premi psicologici e ricreativi, come badge simbolici, classifiche o competizioni, aumentano la motivazione e favoriscono l'impegno a lungo termine.

SIAMUS identifica ulteriormente i fattori chiave per il successo delle campagne di incentivazione della mobilità attiva e sostenibile. Il successo dipende da diversi fattori chiave, tra cui una governance forte e un coordinamento intersetoriale; una legislazione e un quadro normativo solidi; il coinvolgimento della comunità e la co-progettazione; un'efficace attività di sensibilizzazione e comunicazione; lo sviluppo di capacità e competenze; e meccanismi di finanziamento sostenibili.

Le campagne a favore della mobilità attiva e sostenibile esprimono appieno il loro valore quando l'amministrazione che le promuove le considera opportunità strategiche per comprendere meglio e migliorare le politiche di mobilità urbana – dai servizi alle infrastrutture, fino alla pianificazione degli spazi pubblici - oltre che strumenti di incentivo. Il sistema, infatti, non si limita a stimolare cambiamenti nei comportamenti individuali, ma offre anche strumenti digitali avanzati in grado di analizzare in profondità tali trasformazioni, valutarle e utilizzarle per orientare le politiche e gli investimenti futuri.

Tra questi strumenti, un ruolo centrale è svolto dalla Open Data Platform di ciascun progetto, un report interattivo in cui i dati raccolti vengono anonimizzati e aggregati, diventando così accessibili a cittadini, stampa, università, enti di ricerca e altre amministrazioni. Questo strumento contribuisce a rafforzare la fiducia, favorire la cooperazione e promuovere la diffusione di buone pratiche. Grazie al progetto SIAMUS, Pin Bike ha realizzato una Open Data Platform generale relativa a tutti i progetti Pin Bike e potenziata con un chatbot di Intelligenza Artificiale: <https://web.pin.bike/open/all/7a3>. Tale chatbot permette alle amministrazioni di interrogare il database di Pin Bike con il proprio linguaggio naturale, ottenendo degli approfondimenti utili anche in assenza di speciali capacità di analisi di dati.

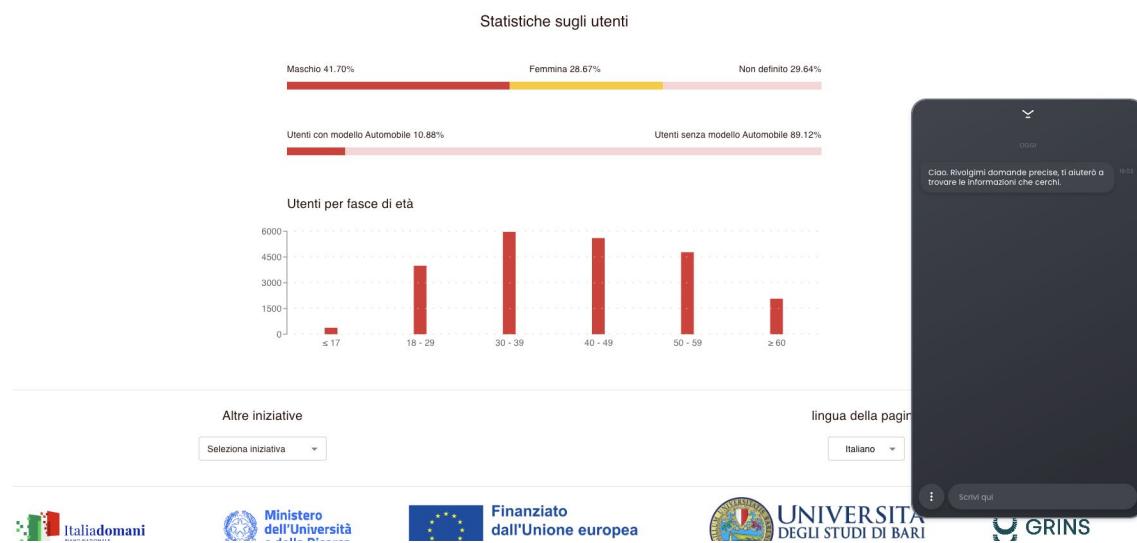


Figura 4. Istantanea dell'Open Data Platform di SIAMUS

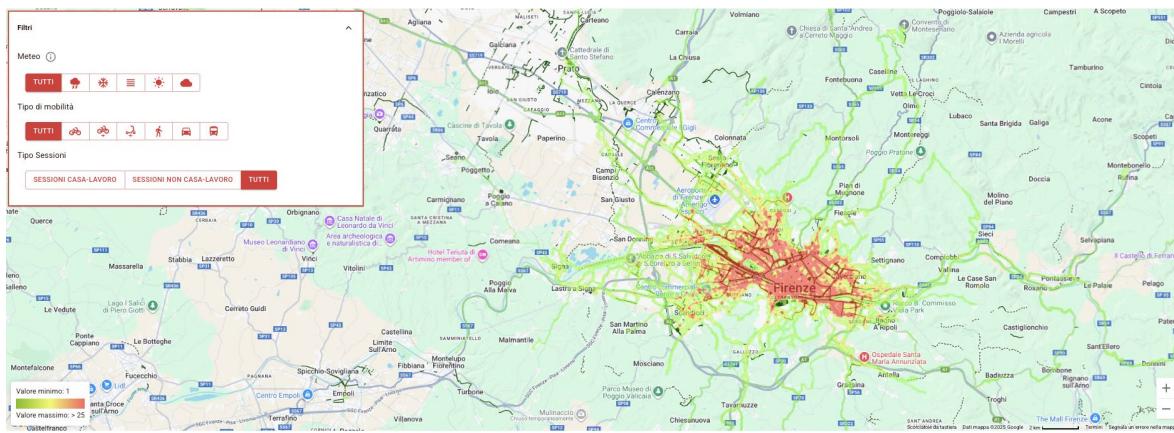


Figura 5. Monitoraggio di mappe di calore nella Open Data Platform di SIAMUS

In conclusione, il progetto SIAMUS dimostra che l'approccio integrato di tecnologia, gamification e incentivazione economica può costituire un elemento strategico nella pianificazione di politiche di mobilità sostenibile, generando benefici misurabili in termini ambientali, sociali ed economici, e ponendo le basi per replicabilità e scalabilità in contesti urbani differenti.

Acknowledgements

Lo studio pubblicato è stato finanziato dall'Unione Europea – *NextGenerationEU*, Missione 4, Componente 2, nell'ambito del progetto GRINS – *Growing Resilient, INclusive and Sustainable* (GRINS PE00000018 – CUP H93C22000650001). I punti di vista e le opinioni espresse sono esclusivamente quelle degli autori e non riflettono necessariamente quelle dell'Unione Europea, né può l'Unione Europea essere ritenuta responsabile per esse.

Riferimenti bibliografici

Bergantino A.S., Intini M., Tangari L. (2021) "Influencing factors for potential bike-sharing users: an empirical analysis during the COVID-19 pandemic" *Res. Transport. Econ.*, 86 (2021), Article 101028, 10.1016/J.RETREC.2020.101028

Bergantino A.S., Intini M., Rotaris L. (2024) "Micro-Sharing Mobility for Sustainable Cities: Bike or Scooter Sharing?" *Future Transp.* 2024, 4(4), 1223-1246; <https://doi.org/10.3390/futuretransp4040059>

Bergantino A.S., Gardelli A. (2024) "The contribution of e-scooters services to urban transport resilience" *J. Transp. Geogr.*, 118 (2024), Article 103869, 10.1016/j.jtrangeo.2024.103869

Broach Joseph, Dill Jennifer, and Gliebe John. "Where do cyclists ride? A route choice model developed with revealed preference GPS data." *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 46.10 (2012): 1730-1740.

Casello Jeffrey M., and Usyukov Vladimir. "Modeling cyclists' route choice based on GPS data." *Transportation Research Record* 2430.1 (2014): 155-161.

Heesch K.C., Langdon Michael. (2016). "The usefulness of GPS bicycle tracking data for evaluating the impact of infrastructure change on cycling behaviour". *Health Promotion Journal of Australia*. 27. 10.1071/HE16032

Konstantinidou, M., Grau, J.M.S., Leserri, A., Sharmin, F., Davoudizavareh, M. (2025). Nudging Urban Cycling Through Gamification and Rewarding Schemes. In: McNally, C., Carroll, P., Martinez-Pastor, B., Ghosh, B., Efthymiou, M., Valantasis-Kanellos, N. (eds) *Transport Transitions: Advancing Sustainable and Inclusive Mobility*. TRAconference 2024. Lecture Notes in Mobility. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-85578-8_22

Li C., Dai Z., Peng W., Shen J. "Green Travel Mode: Trajectory Data Cleansing Method for Shared Electric Bicycles". *Sustainability* 2019, 11, 1429. <https://doi.org/10.3390/su11051429>

Li Shen and Stopher Peter R.. "Review of GPS travel survey and GPS data-processing methods." *Transport reviews* 34.3 (2014): 316-334.

Hood Jeffrey, Sall Elizabeth, Charlton Billy. "A GPS-based bicycle route choice model for San Francisco, California." *Transportation letters* 3.1 (2011): 63-75.

Hudson Joan G., et al. "Using smartphones to collect bicycle travel data in Texas". No. UTCM 11-35-69. Texas Transportation Institute. University Transportation Center for Mobility, 2012.

Marković N., Sekuła P., Vander Laan Z., Andrienko G. and Andrienko N., "Applications of Trajectory Data From the Perspective of a Road Transportation Agency: Literature Review and Maryland Case Study," in IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, vol. 20, no. 5, pp. 1858-1869, May 2019, doi: 10.1109/TITS.2018.2843298.

Menghini G., Carrasco N., Schüssler N., Axhausen K.W. "Route choice of cyclists in Zurich". Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 44, Issue 9, 2010, Pages 754-765, ISSN 0965-8564, <https://doi.org/10.1016/j.tra.2010.07.008>.

Romanillos Gustavo, Austwick Martin, Ettema Dick, de Kruijf Joost. (2015). "Big Data and Cycling". Transport Reviews. 36. 1-20. 10.1080/01441647.2015.1084067.

Thaler R. H., Sunstein, C. R. (2021). "Nudge: The Final Edition". Yale University Press