

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile

Anno accademico 2020/2021

Sessione di Laurea Ottobre 2021



**Analisi comparativa dei sistemi di micromobilità
condivisa nella città di Torino attraverso lo
studio dei dati operativi**

**Comparative analysis of shared micromobility
systems in the city of Turin through the study of
operational data**

Relatore:
Prof. Marco Diana

Candidata:
Fulvia Fiorelli

Correlatore:
Ing. Andrea Chicco

Abstract italiano

Il problema della mobilità nei contesti urbani è sempre stata una delle tematiche più sentite dalle amministrazioni nelle grandi città. L'ultimo decennio è stato caratterizzato dalla nascita in molte metropoli di servizi di micromobilità condivisa, attraverso i quali le municipalità tentano di diminuire il traffico, offrire nuove opportunità di mobilità ai cittadini e migliorare la qualità dell'aria nelle grandi città. La sharing mobility è così diventata un fenomeno socioeconomico che interessa domanda e offerta di trasporto: si osserva un aumento di richiesta di mezzi condivisi a basso costo, con i quali è possibile muoversi con facilità senza le difficoltà legate al parcheggio. In tal modo, si inducono le amministrazioni locali ad una maggiore diffusione di questi sistemi, cercando di mettere a disposizione servizi semplici e flessibili per gli utenti e a massimizzare le proprie risorse. Nel seguente elaborato vengono confrontate le diverse tipologie di sistemi di micromobilità condivisa presenti nella città di Torino. Viene effettuato un confronto considerando i risultati dell'indagine del 2013 sul servizio di bikesharing station-based [TO]BIKE e i dati operativi dei nuovi sistemi (biciclette a flusso libero e monopattini), con l'obiettivo di valutare le variazioni spazio-temporali delle caratteristiche di impiego di tali servizi avvenute negli anni. Da questa analisi emerge un impiego prevalente delle biciclette condivise negli spostamenti casa-lavoro negli anni passati, mentre attualmente i mezzi in sharing vengono utilizzati anche per motivi di svago. Vengono inoltre esaminati i servizi di bikesharing e scootersharing a flusso libero Bird, Helbiz e Mobike, rilevando una maggiore tendenza all'utilizzo delle biciclette per motivi di lavoro e dei monopattini per lo svago. Per quanto riguarda le caratteristiche degli spostamenti, risulta che le distanze percorse sono limitate, provocando dunque un elevato numero di viaggi all'interno dello stesso quartiere. Inoltre, in base ai calcoli sulla disponibilità offerta da ciascuna compagnia in città, emerge che essa varia durante la giornata a seconda del volume della domanda; questo a sua volta influenza le scelte aziendali sulla distribuzione dei mezzi nell'area operativa. In merito alla disponibilità di veicoli nei vari quartieri, si riscontra che il Centro presenta l'offerta migliore per tutti e 3 i servizi e si riduce allontanandosi da questa zona. Oltre a ciò, l'indagine evidenzia delle correlazioni negative sull'impiego dei sistemi di micromobilità condivisa in aree povere e collinari.

Abstract

The urban mobility has always been one of the main problems, which the municipalities have to face in the big cities. The last decade has been characterized by the birth of many shared micromobility services, which are employed by the local authorities in order to reduce traffic jams, offer new mobility opportunities and improve the air quality in big cities. Sharing mobility is a socio-economic phenomenon, which affects transport offer and demand: the demand for low-cost shared vehicles is increasing, since users can move without parking problems. So, municipalities are induced to spread their use by offering easy and flexible services and to maximize their resources. In the following work we compare the different types of micromobility system which are present in the city of Turin. In particular, we consider the results of the last mobility survey (2013) concerning the station-based bike sharing system [TO]BIKE and the operational data of new services (free-floating bikes and e-scooter), in order to evaluate the spatial and temporal variations of these services that have occurred over the years. From these analyses we observed a more frequent bike use for working reason in the last few years, whereas shared bikes and e-scooter are used more often also for leisure nowadays. Then, we examined the bike sharing and scootersharing free-floating systems Bird, Helbiz and Mobike; we noticed a higher use of the bicycle for work purpose, whereas scooters are more popular for leisure trips. Concerning the characteristics of trips, the travel distances are short, therefore there are many trips which take place within the same neighborhood. Moreover, based on calculation, it emerges that vehicles availability varies during the day according to the volume demand; this in turn influences company decisions about the distributions of vehicles in the operational area. The vehicle availability is not the same for each neighborhood; in fact, the downtown area has the best offer in the city for each service and it decreases turning away from this area. Furthermore, the survey highlights a negative correlation of the use of shared micromobility systems in poor and hilly areas.

Sommario

Abstract italiano	2
Abstract.....	3
1 INTRODUZIONE	9
1.1 Definizione di micromobilità e obiettivo del lavoro	9
1.2 Evoluzione della micromobilità	12
1.3 Quadro italiano sulla micromobilità e servizi di sharing	13
1.3.1 Legislazione italiana in materia di monopattini e sharing mobility.....	18
2 STATO DELL'ARTE.....	20
2.1 Domanda di mobilità in Italia.....	20
2.1.1 Andamento 2019	20
2.1.2 Andamento 2020	23
2.1.3 Scenari futuri e strategie politiche per la ripresa e sviluppo.....	25
2.2 Domanda di mobilità attiva e di micromobilità condivisa	28
2.2.1 Diffusione dei sistemi di micromobilità condivisa in Italia.....	32
2.3 Contesto di mobilità della città di Torino	33
2.3.1 Analisi sull'utilizzo del sistema di bikesharing station-based [TO]BIKE.....	37
2.3.2 Progetti attuali e previsioni future per lo sviluppo della mobilità sostenibile	42
2.3.3 Servizi di micromobilità condivisa attualmente attivi in città	44
2.4 Revisione della letteratura	46
2.4.1 Bikesharing vincolato e a flusso libero	47
2.4.2 Bikesharing vincolato e monopattini elettrici a flusso libero	49
2.4.3 Bicielette e monopattini elettrici condivisi free-floating.....	50
2.4.4 Riepilogo risultati dei precedenti lavori	51
3 CONTESTO SPERIMENTALE E METODOLOGIA	54
3.1 Zonizzazioni per lo studio della domanda	54
3.1.1 Zonizzazione IMQ	54
3.1.2 Zonizzazione ISTMO.....	55
3.2 Aree operative	57
3.2.1 Area operativa del servizio Helbiz	57
3.2.2 Area operativa del servizio Bird.....	59
3.2.3 Area operativa del servizio Mobike	60
3.3 Dataset della disponibilità dei mezzi	62
3.4 Grandezze derivate dai dataset.....	63

3.4.1	Distribuzioni spazio-temporali della disponibilità	64
3.4.2	Generazione degli spostamenti.....	65
3.4.3	Estrazione delle matrici O/D	67
3.4.4	Valutazione delle lunghezze degli spostamenti.....	70
3.4.5	Determinazione della durata degli spostamenti.....	70
3.4.6	Stima delle velocità medie degli spostamenti	71
4	<i>RISULTATI DELLO STUDIO DEL DATASET</i>	72
4.1	Distribuzione spazio-temporali della disponibilità	73
4.1.1	Variazione spaziale e temporale della disponibilità Bird	73
4.1.2	Variazione spaziale e temporale della disponibilità Helbiz.....	86
4.1.3	Variazione spaziale e temporale della disponibilità Mobike.....	98
4.1.4	Confronto delle distribuzioni orarie dei tre servizi.....	107
4.1.5	Confronto delle distribuzioni spaziali dei tre servizi.....	108
4.2	Distribuzioni orarie degli spostamenti	115
4.2.1	Spostamenti totali Helbiz	115
4.2.2	Spostamenti totali Mobike	116
4.2.3	Confronto delle distribuzioni orarie nel giorno feriale medio	116
4.3	Matrici O/D.....	119
4.3.1	Matrice O/D Helbiz.....	119
4.3.2	Matrice O/D Mobike	122
4.3.3	Confronti delle distribuzioni spaziali delle origini e delle destinazioni	125
4.3.4	Confronto delle principali coppie O/D di biciclette e monopattini elettrici condivisi free-floating ..	131
4.4	Distribuzioni delle lunghezze degli spostamenti.....	132
4.5	Distribuzioni delle durate degli spostamenti	134
4.5.1	Confronto fra [TO]BIKE del 2013 e l'offerta attuale.....	134
4.5.2	Confronto fra biciclette e monopattini elettrici condivisi free-floating.....	137
4.6	Analisi delle velocità medie	139
4.6.1	Distribuzione delle velocità.....	139
4.6.2	Confronto delle velocità medie fra le principali coppie O/D	140
5	<i>CONCLUSIONI</i>	143
	<i>Bibliografia</i>	147
	<i>Allegato 1 – Zonizzazione IMQ</i>	151
	<i>Allegato 2 – Zonizzazione ISTMO</i>	152
	<i>Allegato 3 – Matrice O/D Mobike 10/07/2020 (numeri assoluti)</i>	158
	<i>Allegato 4 – Matrice O/D Helbiz 13/07/2020 (numeri assoluti)</i>	159

<i>Allegato 5 – Matrice O/D Mobike 13/07/2020 (numeri assoluti)</i>	<i>160</i>
<i>Allegato 6 – Matrice O/D Helbiz 15/07/2020 (numeri assoluti)</i>	<i>161</i>
<i>Allegato 7 – Matrice O/D Mobike 15/07/2020 (numeri assoluti)</i>	<i>162</i>

1 INTRODUZIONE

1.1 Definizione di micromobilità e obiettivo del lavoro

La parola “micromobilità” è un neologismo che indica quel segmento di mobilità relativa a percorsi brevi interni alle città, la quale utilizza mezzi come biciclette, monopattini e scooter [28]. Il termine è stato coniato la prima volta dall’analista dell’industria Horace H. Dediu, che ha tratto l’idea dalla parola “microinformatica”, la quale indica quella parte di informatica che si avvale di apparecchiature miniaturizzate [11]. Alla luce di ciò, la parola “micromobilità” scaturisce dall’idea di miniaturizzare i veicoli e quindi di rivoluzionare il mondo dei trasporti urbani [11].

L’International Transport Forum definisce “micro-veicoli” tutti quei veicoli con massa inferiore ai 350 kg e velocità di progetto non superiore a 45 km/h e li classifica secondo i seguenti criteri [24]:

- Classificazione mediante velocità di progetto: i mezzi vengono categorizzati primariamente secondo la loro velocità di progetto. Come illustra la Figura 1, la tipologia “A” e “B” includono i veicoli a trazione muscolare e quelli con velocità di progetto massima di 25 km/h. Le biciclette elettriche con velocità di progetto minori di questa soglia sono considerate come biciclette normali, invece, quando supera i 25 km/h non possono circolare su piste ciclabili e sono soggette ad altri regolamenti.
- Classificazione mediante peso: Lo studio stabilisce come limite massimo per i micro-veicoli 35 kg, al di sopra dei quali i mezzi non possono più circolare su piste ciclabili e devono rispettare le norme di sicurezza stradale. Questa limitazione è data dal fatto che l’incremento della massa, implica un aumento dell’energia cinetica e un maggior impegno del sistema frenante.

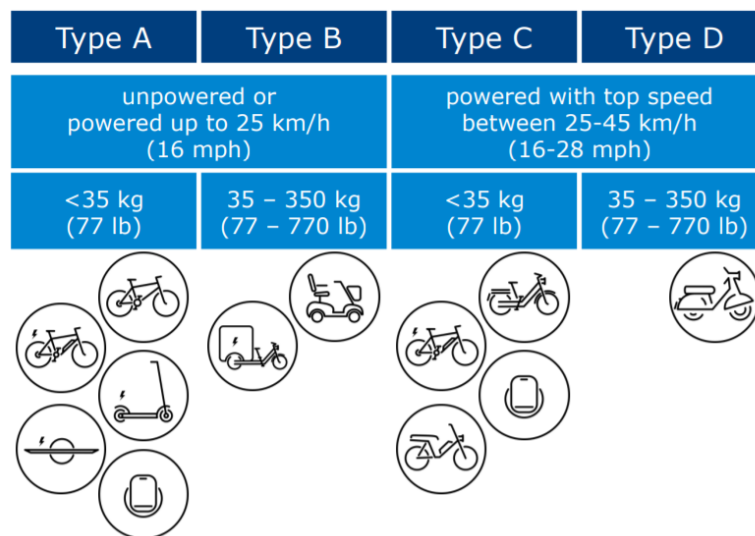


Figura 1 - Classificazione micromobilità. (Fonte: Safe micromobility, International Transport Forum, 2020)

Tra le caratteristiche principali di tali mezzi vi sono le ridotte dimensioni, che facilitano il parcheggio degli stessi in ambito urbano riducendo la necessità di spazi dedicati e l'accessibilità finanziaria; infatti, il prezzo d'acquisto di biciclette e monopattini è di gran lunga inferiore a quello dei mezzi motorizzati [11]. Un'altra particolarità è la potenza limitata: i monopattini elettrici possiedono batterie con potenza massima di 500 Watt, mentre le biciclette a pedalata assistita di 250 Watt. Anche il peso è una caratteristica che facilita l'impiego di questi veicoli, in quanto, ad eccezione degli scooter, sono mezzi abbastanza leggeri. Una normale bicicletta a trazione muscolare pesa intorno ai 15 kg, mentre quelle elettriche hanno un peso che varia dai 17 kg ai 32 kg a causa della presenza delle batterie; invece, i monopattini elettrici pesano fra i 10 kg e i 15 kg. In parallelo alla crescente disponibilità di questi mezzi, l'ultimo decennio è stato caratterizzato dalla nascita di servizi di mobilità condivisa, con lo scopo di fornire un metodo semplice ed economico per spostarsi all'interno delle grandi città. La sharing mobility è un fenomeno socioeconomico che interessa sia l'offerta che la domanda di trasporto [37]. Per quanto riguarda l'offerta, consiste nella diffusione di servizi di mobilità condivisa, che si avvalgono di tecnologie dell'informazione e della comunicazione (ICT) per [37]:

- Rendere più semplice la condivisione di mezzi e percorsi;
- Offrire servizi flessibili e scalabili;
- Incentivare la collaborazione fra utente e operatore;
- Massimizzare l'uso di risorse.

Dal punto di vista della domanda, questo fenomeno induce un cambiamento nel comportamento degli individui, i quali tendono ad utilizzare maggiormente servizi in condivisione rispetto ai veicoli privati, in modo tale da adottare nuovi stili di vita che prediligono l'efficienza, la sostenibilità e la condivisione [37].

Uno dei sistemi di mobilità condivisa più diffuso è il bikesharing: servizio che permette di noleggiare biciclette all'interno dell'area operativa, senza bisogno di assistenza di personale [37]. Viene utilizzato in ambito urbano o all'interno di una zona circoscritta come parchi naturali, campus universitari e aree turistiche dietro corrispettivo monetario che può corrispondere ad un abbonamento o ad una tariffa su base temporale [37].

Questi sistemi consistono in flotte di mezzi a propulsione muscolare o elettrica, che vengono noleggiati tramite app o smartcard per effettuare dei brevi spostamenti [34]. L'utilizzo di servizi di sharing viene spesso incentivato dalle autorità locali al fine di ridurre le emissioni, i fenomeni di congestione causata dall'elevato numero di mezzi circolanti e migliorare la salute dei cittadini nelle aree urbane. Negli ultimi anni sono sorte numerose compagnie di bikesharing "free-floating" o "dockless" che offrono un servizio di mobilità condivisa, dove le biciclette non devono essere parcheggiate obbligatoriamente in stazioni, come invece accade per i servizi "station-based", ma possono essere noleggiate e lasciate ovunque nell'area operativa, tranne che nelle zone dove vige divieto. A causa della maggiore semplicità nell'utilizzo, è stato notato che in molte città gli utenti prediligono i sistemi dockless rispetto ai docked.

Attualmente, oltre ai servizi di bikesharing classici, sono stati introdotti monopattini a trazione elettrica (indicati con il termine e-scooters nella letteratura scientifica nordamericana), i quali permettono di percorrere distanze più lunghe.

Dalle classificazioni precedentemente introdotte è chiaro che la micromobilità comprende un insieme di servizi piuttosto eterogenei, per i quali non sono ancora sufficientemente chiare le differenze in termini di utilizzo e i relativi potenziali impatti sui sistemi di trasporto urbano in termini di riporti modali, riduzione delle emissioni, miglioramento dell'accessibilità e dell'inclusività sociale. Volendo fornire un contributo iniziale al chiarimento di tali aspetti, il presente lavoro di tesi ha come scopo il confronto fra alcuni sistemi di micromobilità condivisa presenti nella città di Torino, per comprendere le caratteristiche nell'utilizzo di questi servizi.

La ricerca è stata possibile grazie all'acquisizione di dati relativi ad alcune compagnie di micromobilità condivisa, operative in città a luglio 2020, che sono: Bird, Helbiz e Mobike.

Dopo l'inquadramento inerente alla domanda di mobilità in Italia e a Torino e la conseguente revisione dello stato dell'arte, nell'elaborato vengono seguiti due filoni di indagine: un'analisi comparativa fra l'utilizzo attuale dei servizi e i dati forniti dal gestore di [TO]Bike nel 2013 (nell'ambito dell'indagine sulla mobilità e qualità dei trasporti IMQ 2013) e una ricerca delle differenze nell'impiego attuale dei monopattini e biciclette condivise.

Nella prima fase della ricerca vengono esaminati nel complesso i dati pervenuti dalle aziende sopra citate e confrontati con il sistema di bikesharing già esistente [TO]BIKE, allo scopo di

comprendere se l'offerta attuale rispecchia o meno i risultati dell'indagine precedente e se la micromobilità condivisa ha avuto una maggiore diffusione degli anni.

Il secondo filone di ricerca è dedicato interamente ai sistemi attuali, delineando le differenze nell'utilizzo di monopattini e biciclette e discutendo del livello di offerta presente nelle varie zone.

1.2 Evoluzione della micromobilità

La micromobilità nacque all'inizio dell'800 in Germania con l'invenzione del primo prototipo di bicicletta, la draisina [11]. Negli anni successivi vennero creati numerosi modelli di biciclette e monopattini e alla fine del XIX secolo la diffusione di questi mezzi venne accelerata, in quanto i sistemi di trasporto disponibili allora (cavalli e ferrovie) non soddisfacevano più la domanda di mobilità [29]. Nel 1915 la Autoped Company introdusse la prima versione di monopattino con motore a 4 tempi raffreddato ad aria, il quale divenne molto popolare nella società dell'epoca [29]. L'utilizzo dei monopattini diminuì molto fra gli anni 60 e 70, a causa dell'invenzione degli skateboard, per poi tornare in uso negli anni 90 grazie all'innovativo sistema di piegatura dell'oggetto, che lo rese più maneggevole [11]. Nel 1985 venne prodotto il primo veicolo elettrico, il velomobile Sinclair C5, il quale, grazie ad una batteria, permetteva all'utente una pedalata assistita [29]. Negli anni successivi, le prestazioni delle batterie sono migliorarono notevolmente, diventando più leggere e con autonomie sempre maggiori, accrescendo così l'interesse di aziende e utenti, nell'utilizzo di tali sistemi [11].

A metà del XX secolo, nacque l'idea di dare la possibilità agli individui di muoversi in città con micro-veicoli, senza doverli necessariamente acquistare [29]. I primi programmi di bikesharing vennero promossi da autorità locali con lo scopo di ridurre l'inquinamento dell'aria e di creare posti di lavoro (noleggio biciclette) [6]. Il primo sistema pubblico di bikesharing fu fondato nel 1965 ad Amsterdam (Paesi Bassi), dove vennero messe a disposizione dei cittadini 50 biciclette gratuitamente, ma la maggioranza di esse, nel giro, di un mese furono rubate [6] (prima generazione di bikesharing [14]). A metà degli anni 90, a Copenaghen (Danimarca) venne introdotto il primo sistema di biciclette condivise su larga scala; era costituito da 300 mezzi, i cui pezzi furono progettati in modo tale da non poter essere riutilizzati su altre biciclette e poter essere sbloccati con monete [6] (seconda generazione di bikesharing [14]). Per ovviare al problema dei furti, nel 1995 a Portsmouth (Regno Unito), grazie ai progressi dell'informatica, fu inventato il primo sistema di bikesharing dotato di "tecnologia intelligente" [6] (terza generazione di bikesharing [14]). Le nuove modalità prevedevano un'iscrizione al servizio da parte degli utenti interessati, ai quali, dopo il pagamento di una cauzione, veniva rilasciata una smartcard, con cui potevano prendere/rilasciare i mezzi entro un certo limite orario [6]. L'introduzione di servizi

dotati di sistemi GPS e la diffusione di smartphone e App, nell'ultimo decennio, hanno permesso la nascita di oltre 1000 programmi di condivisione di biciclette nel mondo [6].

Attualmente, a seconda della tecnologia impiegata e del modo in cui è costituita la rete, vengono individuate 4 categorie di bikesharing [37]:

- Low-tech: il sistema è di tipo “station-based”, ovvero che le biciclette vengono prelevate e restituite in stazioni apposite e lo sblocco avviene tramite codice o chiave meccanica.
- IT Dock-based: sistema di tipo station-based, ma con la differenza che lo sblocco/blocco dei mezzi viene effettuato con smartcard. Inoltre, le biciclette sono georeferenziate e quindi individuabili attraverso applicazione per smartphone.
- GPS-based: servizio di sharing a flusso libero, dove le biciclette sono dotate di GPS e sistema di blocco/sblocco. I mezzi devono essere prelevati/rilasciati entro l'area operativa del servizio e sono individuabili attraverso App.
- Peer-to-peer: possiede le stesse caratteristiche tecnologiche del GPS-based, con la differenza che le biciclette vengono messe in condivisione, tramite una piattaforma, fra privati.

La grande diffusione di sistemi di micromobilità condivisa richiede una particolare attenzione da parte delle città per regolare i servizi e garantirne l'efficienza e la disponibilità [34]; infatti, le autorità locali devono poter avere accesso ai dati sulla mobilità di questi mezzi, i quali, vengono analizzati per determinarne gli impatti sulle città [35]. Lo studio dei dati operativi fornisce alle municipalità gli effetti della presenza di servizi di bikesharing in termini di: salute pubblica, sicurezza per gli utenti e diminuzione del traffico [35]. Per quanto riguarda le aziende operatrici del servizio, l'esame dei dati di utilizzo dei mezzi risulta utile per il miglioramento dell'offerta: ottimizzare la distribuzione dei veicoli, realizzare punti di ricarica (veicoli elettrici), aumentare le dimensioni della flotta e proporre nuovi modelli di business [14].

1.3 Quadro italiano sulla micromobilità e servizi di sharing

Il 17° Rapporto sulla mobilità degli italiani redatto dall'Istituto Superiore di Formazione e Ricerca per i Trasporti (ISFORT), mostra che, in Italia, gli utenti che usano almeno una volta alla settimana la bicicletta sono il 25% della popolazione, mentre quelli che la usano in maniera più occasionale (meno di una volta a settimana) sono circa il 25,9% del totale [26]. Per questo motivo, vi è una discreta richiesta di acquisto di biciclette, infatti, stando alle recenti stime, questo mercato vale circa 1,3 miliardi di euro (2019), primo dunque a livello europeo [26]. Nel 2020 è aumentata anche la domanda di biciclette a trazione elettrica, le quali nel 2019 rappresentavano meno del 10% del

fatturato, mentre nell'ultimo anno, grazie anche agli incentivi governativi, il numero di vendite è cresciuto circa il 20% in più rispetto al 2019 [26].

Il monopattino elettrico è stato introdotto in Italia a fine del 2019 e rappresenta il mezzo più innovativo per i piccoli spostamenti nelle città. Le indagini condotte da ISFORT hanno evidenziato che 2 italiani su 3 sono favorevoli alla loro diffusione e il 43% degli intervistati ha manifestato interesse nell'utilizzo dei monopattini anche nel quotidiano, a sostituzione di bicicletta, piedi o auto [26]. Al tempo stesso, però, circa l'80% degli intervistati ritiene necessario emanare leggi che ne regolino l'impiego (limite di velocità, uso del casco, uso dei fari, assicurazione ecc.), in quanto, l'uso scorretto del mezzo può essere pericoloso [26]. Nonostante questo, il monopattino è considerato un'innovazione nel panorama della micromobilità, perciò deve esserne incentivato l'uso mostrando i suoi benefici (flessibilità, fluidità nel traffico ecc.), ma anche introdurre leggi per tutelare il guidatore e gli altri utenti della strada [26].

Per quanto riguarda i veicoli motorizzati a due ruote, dalle indagini ISFORT emerge un certo interesse delle persone nell'utilizzo di questi mezzi nella mobilità quotidiana [26]. Viene osservata una graduale espansione di moto e motocicli dal 2018 al 2019 (+1,7%) che determina un tasso di motorizzazione di 11,4 moto ogni 100 abitanti [26]. A causa della pandemia, nei primi mesi del 2020 vi è stata una riduzione delle immatricolazioni rispetto al 2019, ma ad un ritmo minore rispetto a quella delle automobili; da giugno a settembre 2020, invece, il commercio di motocicli è ripreso con ritmi simili a quelli pre-pandemia [26].

Attualmente, i capoluoghi di provincia che possiedono almeno un servizio di micromobilità condivisa sono 38 e la gran parte si trova al Nord [38]. Il bikesharing più diffuso risulta lo "station-based" presente in 26 città, seguito dai monopattini (38 servizi in 17 città), dal "free-floating" (13 servizi in 17 città) e dallo scooter sharing presente in 4 città [38]. La città che presenta la maggior concentrazione è Milano con 14 servizi di micromobilità, seguita da Roma con 11 e Torino con 7 [38].

La Figura 2 mostra che la quantità di servizi di bikesharing in Italia è rimasta per lo più costante nell'ultimo quinquennio, mentre quelli a flusso libero, introdotti nel 2017, hanno visto una rapida crescita. L'aumento del numero di servizi disponibili ha provocato un notevole aumento delle dimensioni della flotta complessiva, la quale è più che triplicata nell'arco di 5 anni [38].

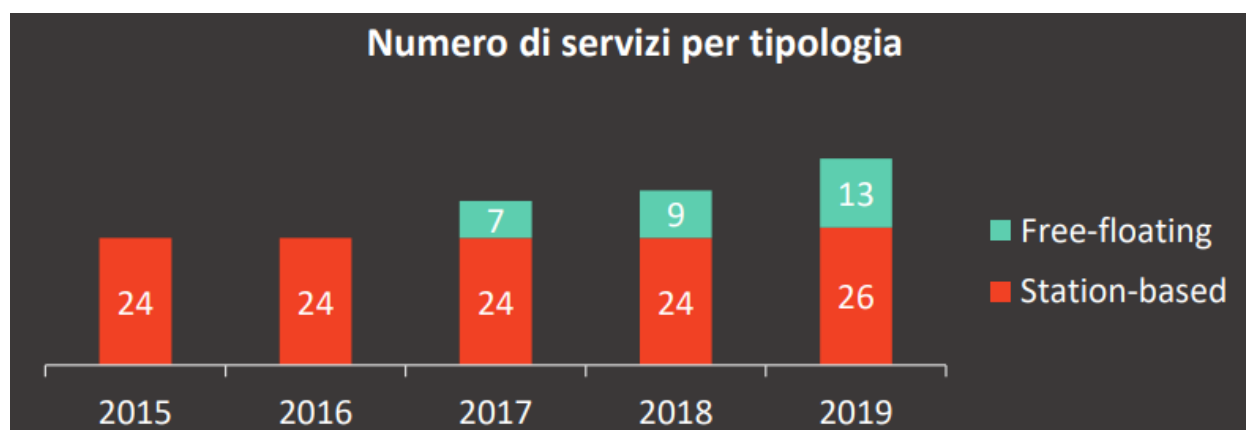


Figura 2 - Evoluzione temporale servizi di bikesharing in Italia (Fonte: 4 Rapporto nazionale sulla sharing mobility, Osservatorio Nazionale Sharing Mobility)

Nel 2019 sono stati introdotti in tre città italiane monopattini elettrici, nel giro di pochi mesi sono aumentati di cinque volte arrivando a coprire 18 città nel 2020 con otto operatori e 41 servizi attivi [38].

Questi sistemi vengono gestiti in diverse modalità [38]:

- Gestione pubblica tramite società in house, azienda speciale, società partecipata o cooperative sociali: utilizzato esclusivamente per “station-based”.
- Appalto per la fornitura del servizio di bikesharing con o senza fornitura del sistema: i sistemi che adottano questo modello di gestione sono principalmente “station-based” (88%).
- Concessione di servizio pubblico: utilizzato sia da sistemi vincolati (67%) che liberi (33%).
- Autorizzazione da parte dell’Amministrazione locale alla gestione privata del servizio di bikesharing: adottato esclusivamente per monopattini, scooter e per la maggioranza dei bikesharing “dockless”.

La densità di offerta dei bikesharing non è omogenea fra le città e viene generalmente quantificata attraverso i seguenti indici: bici per 1.000 abitanti e bici per kmq dell’area operativa [38].

Tabella 1 - Densità di biciclette in sharing nelle città italiane - Elaborazione propria su dati "4° Rapporto Nazionale sulla Sharing Mobility"

Città	bici station-based per 1000 abitanti	bici free-floating x 1000 abitanti	Densità totale
Firenze	-	10.46	10.46
Milano	4.02	5.92	9.93
Bologna	-	6.44	6.44
Forlì	5.68	-	5.68
Bergamo	0.91	4.16	5.06
Padova	1.38	3.57	4.96
Torino	1.50	1.92	3.42
Trento	3.11	-	3.11

Pesaro	-	2.62	2.62
Siena	2.47	-	2.47
Brescia	2.03	-	2.03
Modena	1.91	-	1.91
Pisa	1.77	-	1.77
Parma	1.29	0.41	1.70
Como	1.66	-	1.66
Ferrara	-	1.52	1.52
Reggio nell'Emilia	-	1.22	1.22
Roma	-	1.22	1.22
Mantova	0.10	0.85	0.95
Bolzano	0.94	-	0.94
Terni	0.90	-	0.90
La Spezia	0.85	-	0.85
Udine	0.81	-	0.81
Livorno	0.69	-	0.69
Palermo	0.65	-	0.65
Ravenna	0.63	-	0.63
Venezia	0.31	-	0.31
Treviso	0.28	-	0.28
Verona	0.27	-	0.27
Genova	0.13	-	0.13

La città che presenta il più alto numero di mezzi per 1.000 abitanti è Firenze, nella quale è presente solo un servizio di biciclette free-floating. Milano possiede circa 9,93 biciclette condivise ogni 1000 abitanti, ma questo è un dato cumulativo delle 2 tipologie di servizi presenti in città. A Roma, nonostante la presenza di 2 operatori free-floating, la densità dell’offerta di micromobilità condivisa è abbastanza limitata; a Torino è leggermente più alta (3,42 bici per 1000 abitanti), considerando entrambi i servizi attivi, ma comunque inferiore rispetto ad altri capoluoghi di provincia come Bergamo, Bologna, Forlì e Padova.

Le iscrizioni ai servizi “station-based” appaiono costanti nell’ultimo quinquennio, mentre per quelli a flusso libero esse risultano raddoppiate nel biennio 2017-2018 [38].

I noleggi totali sono passati da 5,6 milioni nel 2015 a 12,5 milioni nel 2019, nei quali si osserva un aumento nel triennio 2015-2017 degli “station-based” [38]. Con l’introduzione dei sistemi dei “free-floating”, il numero totale delle biciclette noleggiate è rimasto pressoché costante a fronte di una variazione relativa fra i servizi vincolati e liberi [38]. Nel 2019 il 55% dei noleggi totali nelle città è avvenuto con mezzi “free-floating” [38].

In accordo con i risultati di altri studi, i sistemi “dockless” sono caratterizzati da noleggi brevi per durata e distanza, infatti gli spostamenti sono in media pari a 900 m e hanno durata media di 9,6 minuti [38]. Negli “station-based” invece, la distanza media percorsa è 2,3 km con durata di circa 14,3 minuti; in entrambi i casi l’80% dei noleggi ha una durata inferiore ai 20 minuti, soglia per la quale non si hanno maggiorazioni di prezzo rispetto a quello dell’abbonamento [38]. Per i

monopattini emergono distanze medie di viaggio di 1,6 km, con durate uguali a quelle delle biciclette “dockless” [38]. Dal momento che gli scooter sono mezzi più pesanti, la percorrenza media con questi è di circa 6,2 km con durata di 14,6 minuti [38].

Da un punto di vista temporale, la proporzione nell'utilizzo dei vari servizi nei giorni feriali rimane per lo più costante, con un maggiore impiego del bikesharing “station-based” e dei monopattini elettrici condivisi, mentre nei fine settimana si nota un'inversione di tendenza; infatti, in questi giorni vengono effettuati più viaggi con il bikesharing “free-floating” e con i monopattini [38]. Anche nelle 24 ore emergono alcune differenze: il sistema “station-based” e i monopattini elettrici presentano una prevalenza nelle ore di punta (08:00 – 10:00 e 17:00 – 19:00), invece il “free-floating” e i monopattini sono più utilizzati nelle ore notturne [38].

Nelle città dove coesistono entrambi i modelli di bikesharing, si è verificato un leggero aumento di biciclette “station-based” nel quinquennio 2015-2019, mentre le flotte a flusso libero sono diminuite fra il 2017 e il 2018 per poi tornare a quota 12.000 nel 2019 [38].

La quantità di chilometri percorsi con biciclette condivise è cresciuta fino al 2017, dopo di che è stato registrato un calo del 16% nei due anni successivi [38]. La riduzione è dovuta al minor utilizzo dei servizi “station-based”, tuttavia le percorrenze con i “free-floating” sono raddoppiate nel biennio 2017-2019 [38]. Questo fatto evidenzia che, laddove coesistono i due sistemi, esiste una sorta di preferenza dei modelli a flusso libero, non aumentando perciò l'uso complessivo dei mezzi in sharing in città [38].

Analizzando il tasso di rotazione, ovvero il numero di volte che ciascun veicolo viene noleggiato in un giorno, negli ultimi due anni le due tipologie di sistemi hanno andamenti opposti [38]. Infatti, lo “station-based” diminuisce da 2,7 a 1,5, invece il “free-floating” cresce da 0,4 a 1,4 [38]. Attualmente, la media italiana del tasso di rotazione è di 1,2 (poco più di un noleggio/bici/giorno), anche se oltre la metà dei servizi presenta, per ogni veicolo, un noleggio ogni due giorni, ad eccezione per Brescia dove si registrano 4,6 noleggi/bici/giorno [38].

La media italiana della percentuale di utilizzo nelle 24 ore per ciascun veicolo è poco inferiore all'1% [38]. I valori più alti, per i servizi “station-based”, vengono riscontrati a Brescia (5,8%), Pisa e Torino, mentre per i “free-floating” spicca Movi by Mobike a Torino con l'1,7% [38].

Il prezzo medio di un viaggio di 20 minuti con un servizio di micromobilità condivisa evidenzia costi minori nell'utilizzo di sistemi “station-based” (0,5 €), seguito dai “free-floating” che costano rispettivamente 1 € Movi by Mobike, 1,7 € Helbiz e 4,5 € Jump [38]. Gli altri due sistemi di micromobilità possiedono prezzi medi maggiori, pari a 4,9 € per i monopattini e 5,3 € per gli scooter [38].

Per quanto riguarda le differenze fra biciclette a trazione elettrica e muscolare, si conferma il fatto che i mezzi elettrici permettono di migliorare l'offerta di mobilità; vengono riscontrati noleggi più lunghi (>10 min) e distanze maggiori (>1 km) [38]. In quanto alle differenze temporali fra i due servizi, non emerge alcuna particolarità, al contrario di quanto detto per il “free-floating” e le “station-based” [38].

1.3.1 Legislazione italiana in materia di monopattini e sharing mobility

L'introduzione nel Paese di nuove tipologie di mobilità ha fatto emergere la necessità di emanare leggi per regolamentarne l'utilizzo. Il problema più importante da affrontare è stato quello dei monopattini, i quali non vengono classificati dal Codice della Strada come veicoli, perciò non obbligati al rispetto delle norme stradali [36]. Per questo motivo è stato introdotto un articolo nella Legge del 28 febbraio 2020 nel quale vengono espone le regole per la circolazione dei monopattini elettrici [27]. La nuova legge del 2020 classifica i monopattini elettrici senza posti a sedere e con potenza nominale massima di 500 Watt come velocipedi. Il Nuovo Codice della Strada inserisce nella categoria “velocipedi” tutti i mezzi a due o più ruote a propulsione prettamente muscolare [36]. A questi, vengono aggiunte anche le biciclette a pedalata assistita con potenza massima di 250 Watt e alimentazioni che si interrompe nel caso il veicolo raggiunga i 25 km/h o prima se il ciclista smette di pedalare [36]. Quindi, i monopattini che non rispettano i criteri appena citati vanno incontro ad una sanzione pecuniaria dai 100 ai 400 € e alla confisca del mezzo.

Il limite minimo per la guida dei monopattini elettrici è di 14 anni, i veicoli possono transitare, dove è consentita la circolazione di velocipedi, su:

- strade urbane con limite di 50 km/h;
- Strade extraurbane se presente la pista ciclabile.

I limiti di velocità sono:

- 25 km/h su carreggiata;
- 6 km/h in aree pedonali.

I veicoli sprovvisti di dispositivi di illuminazione non possono circolare nelle ore notturne o qualora le condizioni atmosferiche non permettano una buona visibilità. La mancata ottemperanza alle norme sopra citate viene sanzionata con un'ammenda dai 100 ai 400 €.

I conducenti dei monopattini con meno di 18 anni devono indossare un casco protettivo; in tutti i casi non devono procedere affiancati e mantenere le mani sul manubrio, l'unico caso in cui è permesso staccare una mano da esso è per indicare la svolta. Inoltre, è vietato:

- Trasportare altre persone, oggetti o animali;
- Trainare veicoli;
- Condurre animali;

- Farsi trainare da altri veicoli.

Nelle ore notturne, o qualora le condizioni atmosferiche non permettano una buona visione, è obbligatorio indossare giubbotto o bretelle retroflettenti ad alta visibilità. La pena per la mancata ottemperanza a queste norme consiste in una sanzione pecuniaria dai 50 ai 200 €.

Per quanto concerne i servizi di mobilità condivisa a propulsione elettrica, possono essere attivati solo dopo una delibera della Giunta comunale, nella quale devono essere specificati:

- Numero di licenze attivabili;
- Numero massimo di mezzi in circolazione;
- Copertura assicurativa per lo svolgimento del servizio;
- Modalità di sosta consentite;
- Eventuali limitazioni alla circolazione in determinate aree.

2 STATO DELL'ARTE

2.1 Domanda di mobilità in Italia

In questo paragrafo vengono analizzati i cambiamenti della mobilità negli ultimi 2 anni, soffermandosi sui vari aspetti che la influenzano. In prima battuta, viene focalizzata l'attenzione sui dati provenienti dalle indagini "Audimob" riguardo il numero di spostamenti totali in un giorno e il tasso di mobilità. Dopo di che, vengono esaminati gli spostamenti in funzione dei profili sociodemografici degli utenti, allo scopo di una maggiore comprensione della distribuzione della domanda fra i diversi individui (maschi/femmine, classe di età, posizione professionale ecc.). A questo, si aggiunge anche un'analisi delle caratteristiche degli spostamenti come la lunghezza media che serve ad evidenziare quanto gli spostamenti urbani, di lunghezza spesso limitata, incidano sulla mobilità totale. In fine, viene fatta una segmentazione dei viaggi in base alla motivazione che li ha causati, utile per studiare il comportamento degli utenti.

2.1.1 Andamento 2019

Secondo l'indagine "Audimob", la domanda di mobilità in Italia è in costante crescita dal 2017, infatti nel 2019 vengono stimati circa 105 milioni di spostamenti in un giorno feriale con una crescita del +3% rispetto al 2018 e +8% rispetto al 2017 [26].

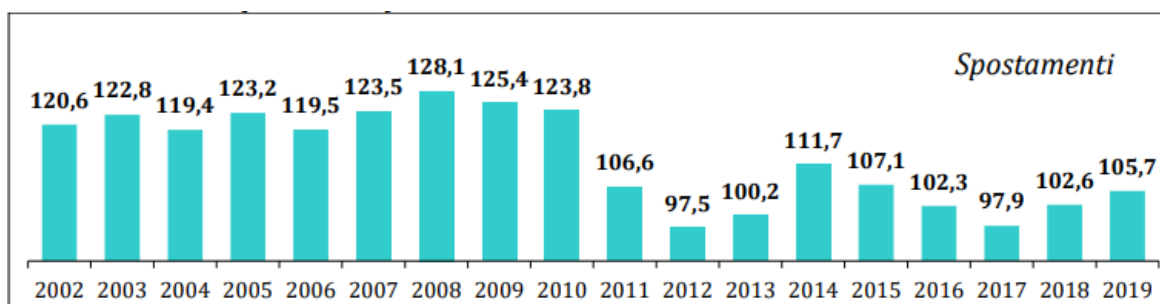


Figura 3 - Numero di spostamenti totali nel giorno feriale medio (Fonte: 17° Rapporto sulla mobilità degli italiani - Tra gestione del presente e strategie per il futuro)

Anche il tasso di mobilità (percentuale dei cittadini che in un giorno feriale medio ha effettuato almeno uno spostamento) è cresciuto lievemente rispetto al 2018 [26].

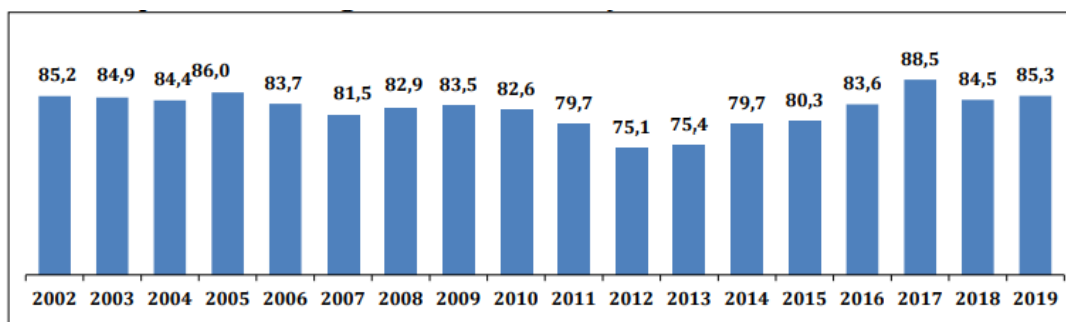


Figura 4 - Tasso di mobilità (Fonte: 17° Rapporto sulla mobilità degli italiani – Tra gestione del presente e strategie per il futuro)

La segmentazione del tasso di mobilità fra i vari profili dimostra che esistono differenze nella quantità di spostamenti effettuati fra individui di categorie diverse: si conferma la maggiore mobilità di uomini, under 45 e lavoratori rispetto alle donne, anziani e inoccupati [26]. Al contrario, emerge che le dimensioni del comune di residenza influiscono relativamente sul tasso di mobilità [26].

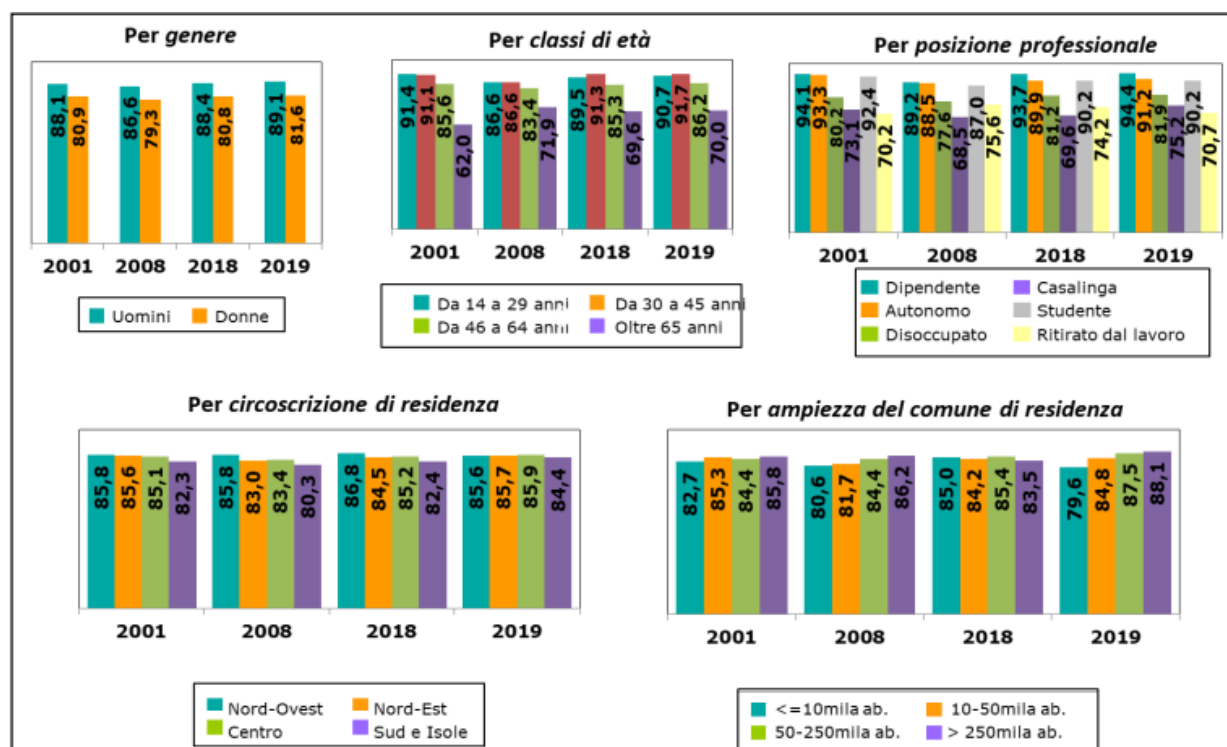


Figura 5 - Segmentazione tasso di mobilità feriale (Fonte: 17° Rapporto sulla mobilità degli italiani - Tra gestione del presente e strategie per il futuro)

Il numero di spostamenti giornalieri pro-capite è rimasto stabile dal 2018 a 2,5, a differenza dei 3-3,2 registrati nei primi anni 2000. Mettendo a confronto questo dato con la crescita negli ultimi 10 anni del tasso di mobilità, si può affermare che la popolazione “mobile” è aumentata, ma con un numero medio di spostamenti pro-capite più basso [26].

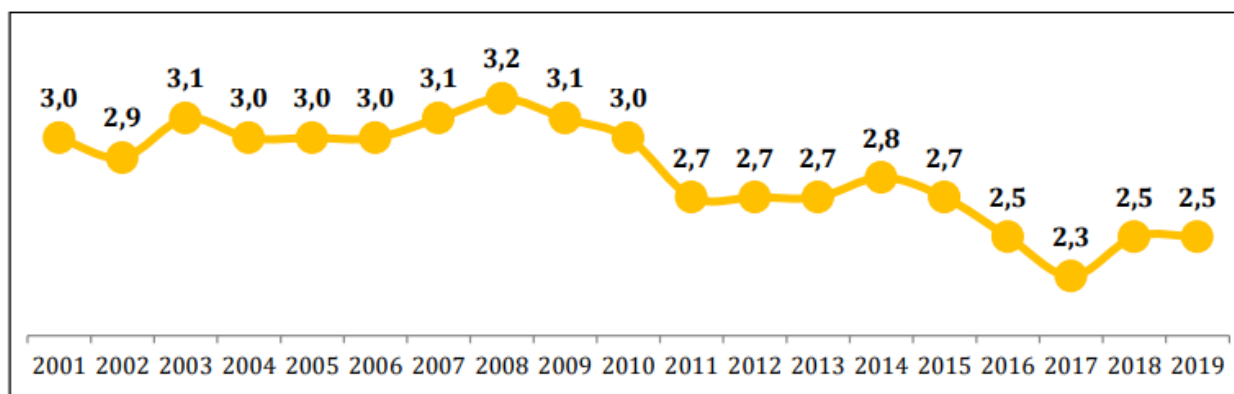


Figura 6 - Numero medio di spostamenti giornalieri della popolazione mobile (Fonte: 17° Rapporto sulla mobilità degli italiani - Tra gestione del presente e strategie per il futuro)

La concentrazione oraria degli spostamenti nell'orario di punta è diminuita di 8 punti percentuali rispetto al 2001, al contrario, i viaggi in orario di morbida hanno subito un incremento all'incirca uguale. Questo fenomeno conferma il fatto che è cresciuto il numero di spostamenti dedicati al tempo libero, i quali verosimilmente avvengono in orari di morbida. Inoltre, la diminuzione dei viaggi in orario di punta, suggerisce un maggior utilizzo da parte dei lavoratori e studenti di lavoro e didattica a distanza.

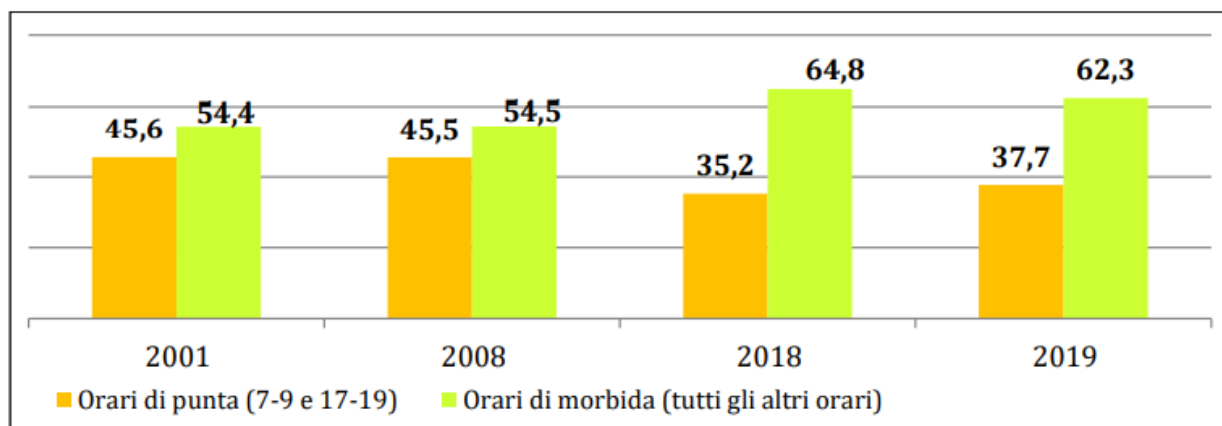


Figura 7 - Distribuzione spostamenti orario di punta/morbida (Fonte: 17° Rapporto sulla mobilità degli italiani - Tra gestione del presente e strategie per il futuro)

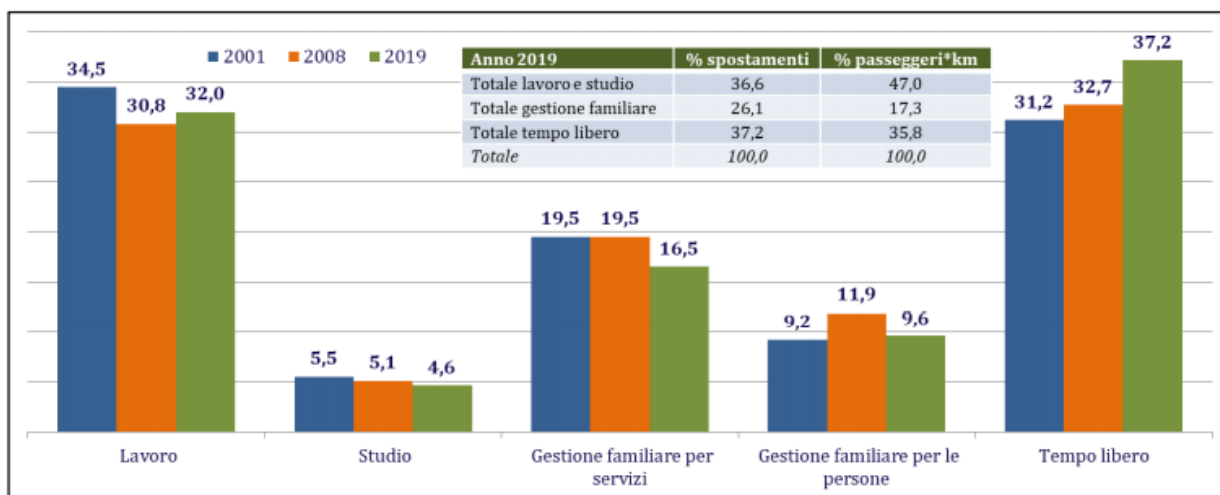


Figura 8 - Frammentazione spostamenti per motivazione (Fonte: 17° Rapporto sulla mobilità degli italiani - Tra gestione del presente e strategie per il futuro)

Dalla Figura 8 emerge che, negli ultimi 20 anni, è aumentata progressivamente la percentuale di viaggi per tempo libero, mentre sono diminuiti quelli riguardo alla gestione familiare per servizi e studio. Per quanto concerne il lavoro, invece, nel primo decennio degli anni 2000, l'incidenza di questo tipo di spostamenti è diminuita, a causa della crisi economica, successivamente leggermente ricresciuta. Da questi diagrammi si osserva che negli ultimi anni le attività di svago hanno un forte impatto sulla domanda e che stanno riacquistando rilevanza gli spostamenti legati al lavoro. In ambito urbano si nota come la richiesta di mobilità sia maggiormente influenzata dal tempo libero e dalla gestione familiare rispetto agli ambienti extraurbani, dove la predominanza è data dagli spostamenti per motivi di lavoro o studio [26].

Dalla indagine di Audimob emerge che la mobilità urbana sta acquisendo sempre più importanza, in quanto la lunghezza media dei tragitti all'interno delle città è cresciuta negli ultimi 20 anni di circa 1 km e la popolazione "mobile" è aumentata [26]. A causa della crescente richiesta di mobilità urbana, le amministrazioni locali si trovano a fronteggiare costantemente i problemi legati ad essa: inquinamento dell'aria, strade congestionate ecc. Per contrastare questi eventi, le autorità cercano di promuovere l'utilizzo di mezzi di trasporto ecologici e poco ingombranti al fine di migliorare le condizioni di mobilità. A questo proposito, molte città hanno introdotto sistemi di micromobilità condivisa, con i quali le municipalità provano a soddisfare la domanda di mobilità urbana.

2.1.2 Andamento 2020

A differenza del 2019, nel 2020 la domanda di trasporto è stata molto diversa a seconda dei mesi a causa della pandemia in atto. Per questo motivo, è ritenuto opportuno distinguere nelle analisi il periodo del lockdown nazionale (12 marzo-3 maggio), dai mesi successivi.

Il periodo del lockdown è stato caratterizzato da restrizioni che impedivano qualsiasi spostamento se non per motivi di lavoro, salute o necessità. Dal momento che molte attività economiche sono state temporaneamente chiuse, la didattica in presenza è stata sospesa fino a giugno e che molti uffici hanno adottato nuove metodologie lavorative (Smart working, teleconferenze), la richiesta di mobilità, inerente agli spostamenti per lavoro e studio, è drasticamente diminuita nell'intera nazione.

I mesi successivi al lockdown, hanno visto una grossa ripresa degli spostamenti rispetto a quelli registrati fra marzo e maggio, ma comunque inferiori al 2019 [26]. La minore richiesta è dovuta alla non ripresa delle lezioni in presenza di scuola e università fino a settembre, alla maggiore disoccupazione causata dalla pandemia e dalla maggiore diffusione del lavoro da remoto [26].

2.1.2.1 Periodo del lockdown nazionale

La mobilità fra marzo e maggio 2020 è stata stravolta dalle restrizioni imposte a causa della pandemia, provocando un crollo della domanda di oltre il 65%, soprattutto nel periodo 12 marzo – 3 maggio [26]. Oltre al drastico calo degli spostamenti, vi è stata una riduzione della lunghezza media dei viaggi (-40%), in accordo con le regole che imponevano di spostarsi solo in prossimità, salvo motivi eccezionali [26].

Coerentemente a questo, è diminuito anche il tasso di mobilità totale di oltre il 50%; se invece si guarda a quello inerente ai tragitti a piedi (< 5 min) la riduzione è stata più contenuta, conferma del fatto che in quel periodo gli unici spostamenti possibili erano quelli di prossimità, salvo comprovate esigenze lavorative, di salute o necessità [26]. Si osserva che il tasso di mobilità è diminuito in media del 48%: questa riduzione è stata più marcata nel Centro Italia con un -56%, meno al Sud e Isole con - 43%, mentre al Nord la diminuzione è poco inferiore a quella nazionale [26].

Anche il numero medio degli spostamenti pro-capite è diminuito maggiormente al Centro Italia (2,21→0,62); questa riduzione è stata più visibile nelle grandi città a causa di una maggiore tendenza alla mobilità di quartiere [26].

Le fasce che hanno diminuito maggiormente i viaggi sono stati gli anziani, i giovani e i giovanissimi [26]. In queste categorie si trovano molti individui che non lavorano e quindi, nel periodo di lockdown, erano autorizzati ad uscire solo per motivi di necessità o salute. Inoltre, le restrizioni hanno imposto la didattica a distanza per scuole e università e per gli anziani, più a rischio durante l'epidemia, è stato suggerito di spostarsi meno possibile per limitare i contagi.

2.1.2.2 *Periodo post-lockdown*

Il periodo post-restrizioni è stato caratterizzato da una forte ripresa della domanda di trasporto, sia per la riapertura di molte attività economiche, sia per ragioni psicologiche legate ai mesi di confinamento [26].

Il tasso di mobilità è risalito dal 32% al 75% nel primo mese post-lockdown, mentre è diminuito dal 17% al 10% quello riguardante gli spostamenti di prossimità, rimanendo comunque più alto rispetto a quello del 2019.

Il divario con le categorie che hanno ridotto molto la domanda di mobilità durante le restrizioni (anziani, giovanissimi, casalinghe) si è ridotto, tornando vicino a livelli pre-Covid [26]. Infatti, si notano sempre differenze nei tassi di mobilità fra profili: la classe 30-45 ha un tasso dell'81%, gli over 65 del 61%; i pensionati il 62%, contro l'85% dei lavoratori [26].

Nonostante il numero di spostamenti nel mese immediatamente successivo al lockdown è cresciuto del 144% e del 156% nei mesi successivi, la domanda è inferiore del 20% a quella del 2019 [26]. Gli studi a riguardo, prevedono che la richiesta di mobilità potrebbe non tornare più ai livelli pre-pandemia, grazie anche alla diffusione di nuovi modelli di lavoro (telelavoro) e la disponibilità di molti servizi da remoto [26].

2.1.3 **Scenari futuri e strategie politiche per la ripresa e sviluppo**

L'epidemia di Covid-19 ha imposto, per un lungo periodo, molte restrizioni sugli spostamenti degli individui, molti dei quali hanno dovuto apportare dei cambiamenti alla loro mobilità quotidiana. Infatti, il lockdown ha obbligato le persone a spostarsi solo in caso di necessità e per brevi tragitti; così facendo la popolazione soprattutto delle grandi città ha riscoperto la "mobilità di prossimità", la quale è stata mantenuta anche nei mesi successivi al confinamento.

Dalle osservazioni dei comportamenti durante e dopo le restrizioni, si può affermare che gli scenari futuri di domanda sono fortemente influenzati da diversi fattori [25]:

- 1) **Epidemiologico e sanitario:** è stato il motivo scatenante del riassetto della mobilità e quindi il più importante. Dalle indagini Audimob, è emerso che molte persone, anche nel periodo post-lockdown, hanno prediletto l'utilizzo di mezzi privati (auto, bici o spostamenti a piedi) rispetto al trasporto pubblico, spesso affollato e quindi più rischioso dal punto di vista dei contagi [25]. Anche con l'ottimizzazione delle cure e del tracciamento dei contagi rimane l'aspetto più difficile da prevedere, a causa della sua mutabilità, il quale influisce profondamente settore [25].
- 2) **Politiche di regolazione:** riguarda i regolamenti imposti per la limitazione del contagio: distanziamento, protezione e sanificazione, regole per la circolazione dei veicoli, riprogettazione degli orari dei territori, ecc.

- 3) **Economico-occupazionale:** Comprende aspetti come: disoccupazione, rallentamento interscambio mondiale, crisi del turismo, diffusione di lavoro e didattica da remoto, riduzione dei viaggi di lavoro, riduzione/aumento del costo del carburante ecc.
- 4) **Politiche di offerta:** Aspetto che riguarda il soddisfacimento della domanda che comprende: riorganizzazione della rete dei servizi, digitalizzazione e infomobilità, flessibilità delle soluzioni di mobilità ecc.
- 5) **Politiche di sostegno/riequilibrio:** Si tratta di tutte le politiche governative inerenti a: sostegno alle aziende, ricerca, investimenti infrastrutturali, incentivo all'acquisto mezzi ecc.

La previsione futura, che riguarda principalmente volumi di domanda e riposizionamento modale, è fortemente influenzata non solo da ogni aspetto precedentemente elencato, ma anche dall'interazione fra essi, difficilmente interpretabile [25]. Nonostante la difficile quantificazione dell'impatto di ogni fattore, si possono ricavare alcune tendenze sul medio periodo [25].



Figura 9 - Scenari di impatto sulla domanda e possibili interazioni (Fonte: La mobilità degli italiani dopo il confinamento - Il rimbalzo della domanda)

I volumi di domanda futura tenderanno a quelli degli anni precedenti al 2020, ma con numeri più bassi a causa di: disoccupazione provocata dalla pandemia e diffusione di nuovi modelli di lavoro e istruzione (Smart working, teledidattica e acquisti on-line).

Il riposizionamento modale sposterà più l'attenzione alla mobilità non motorizzata (piedi, bici e sistemi di micromobilità condivisa) per incentivare soluzioni meno onerose, più ecologiche e salutari [25]. Inoltre, molte persone, che hanno sperimentato questo nuovo tipo di mobilità durante il periodo del confinamento, affermano di voler mantenere questo sistema anche per la paura del contagio [25].

Dal momento che una discreta quota dell'utenza non si sente sufficientemente protetta a bordo dei mezzi, si prevede che il trasporto pubblico non sarà in grado, in tempi brevi, di potenziare la comunicazione e le attenzioni alle esigenze della domanda, mantenendo livelli di servizio adeguati [25].

L'automobile riacquisterà campo nel breve e medio periodo, ma, grazie alle politiche urbane e ambientali a contrasto del traffico e dell'inquinamento, verrà scongiurata una nuova esplosione della mobilità privata motorizzata [25].

La crisi economica e sociale provocata dalla pandemia, ha avuto dei forti impatti anche sul mondo dei trasporti, che necessitano di una reazione da parte della politica sia per la lotta all'emergenza attuale, sia per avviare un piano di ripresa e sviluppo [26]. A questo scopo, il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti ha emanato una serie di norme, alcune delle quali finalizzate a [26]:

- Stabilizzare le normative che regolano il trasporto pubblico locale e i finanziamenti dei servizi alle Autorità locali e alle aziende;
- Migliorare l'offerta con l'acquisto di nuovi veicoli a basse emissioni;
- Aumento degli investimenti volti alle Infrastrutture strategiche sia per le lunghe distanze sia per le aree urbane;
- Incentivare lo sviluppo della mobilità sostenibile, finanziando reti ciclabili e progetti di smart-mobility (sharing, infomobility ecc.);
- Promuovere la pianificazione integrata nelle città (Piani Urbani per la Mobilità Sostenibile) e la progettazione di qualità delle opere.

Nell'ambito della mobilità urbana sono stati stanziati 137,2 milioni per la progettazione e realizzazione di ciclostazioni e per interventi volti alla sicurezza degli utenti [26].

Oltre alle misure appena citate, il Governo ha disposto ulteriori sostegni al trasporto pubblico, fortemente colpito dalla pandemia [26].

Per incentivare la mobilità attiva è stato istituito col "Decreto Rilancio" un buono di 500 euro per l'acquisto di biciclette, anche a pedalata assistita e mezzi a propulsione elettrica come monopattini, hoverboard e segway [26]. Inoltre, sono stati disposti degli incentivi da 3.500 a 10.000 euro per l'acquisto di auto ecologiche come: auto elettriche, ibride, plug-in, veicoli a motore termico, purché le loro emissioni di CO₂ non superino i 110 g/km [26].

2.2 Domanda di mobilità attiva e di micromobilità condivisa

La mobilità attiva, o dolce, indica quella parte del settore comprendente gli spostamenti a piedi e in bicicletta; a quella effettuata con mezzi privati, negli ultimi anni si sono aggiunte anche molte aziende che offrono servizi di scooter, bici e monopattini in condivisione.

Nonostante gli sforzi delle autorità locali degli ultimi 20 anni abbiano cercato di promuovere metodi di trasporto alternativi, volti a ridurre l'inquinamento e la congestione nelle città, la mobilità attiva in Italia stenta ancora a decollare. La Figura 10 indica che i valori percentuali delle ripartizioni modali in Italia hanno avuto una significativa riduzione della quota attiva. L'insieme degli spostamenti effettuati a piedi ed in bici (sia essa privata o del bike sharing) nel 2019 è pari al 24,1% contro il 28% toccato nel 2018; inoltre, la diminuzione degli spostamenti attivi è andata a favore dell'automobile, la quale dal 2018 al 2019 ha acquistato oltre 3 punti percentuali [26]. Nel 2019 si interrompe la tendenza positiva osservata tra il 2008 ed il 2017/2018, periodo durante il quale furono avviate numerose iniziative a favore della micromobilità condivisa. Questo fenomeno è la dimostrazione dell'inadeguatezza delle politiche di promozione del trasporto ecologico, le quali non sono riuscite, fino ad ora, a instradare le persone verso una mobilità più sostenibile [26].

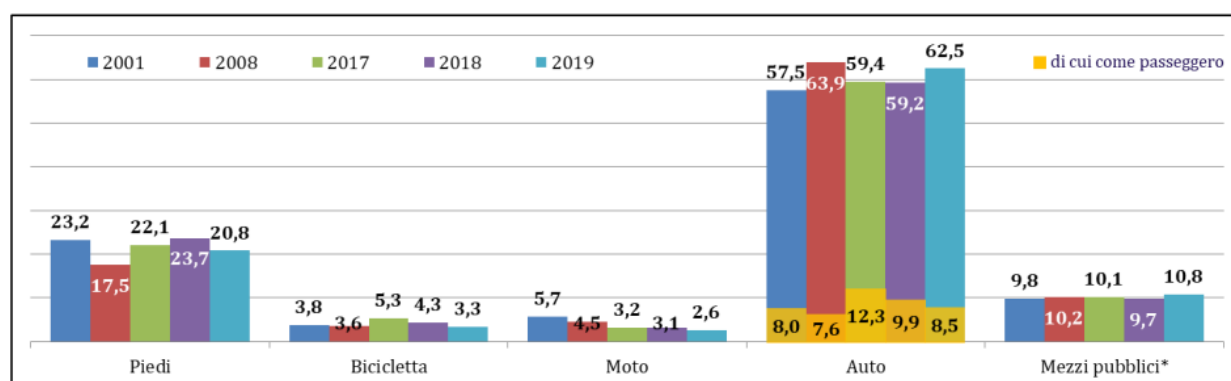


Figura 10 - Distribuzione % degli spostamenti per modo di trasporto utilizzato (Fonte: "17° Rapporto sulla mobilità degli italiani - Tra gestione del presente e strategie per il futuro")

La Figura 11 mostra che il tasso di mobilità sostenibile (quota di spostamenti effettuati con mezzi a basse emissioni) ha avuto una perdita quasi costante nei primi 15 anni degli anni 2000, seguita da un salto fra il 2016 e il 2017, dovuto probabilmente all'introduzione in alcune grandi città di servizi di bikesharing a flusso libero. La tendenza positiva, però, si è subito invertita negli anni seguenti raggiungendo nel 2019 valori inferiori a quelli registrati nei primi anni 2000 [26]. Supponendo che le successive edizioni dell'indagine siano perfettamente comparabili, il calo degli ultimi anni potrebbe essere attribuibile al miglioramento dell'offerta con mezzi privati e collettivi o perdita di efficacia delle politiche a favore della mobilità sostenibile.

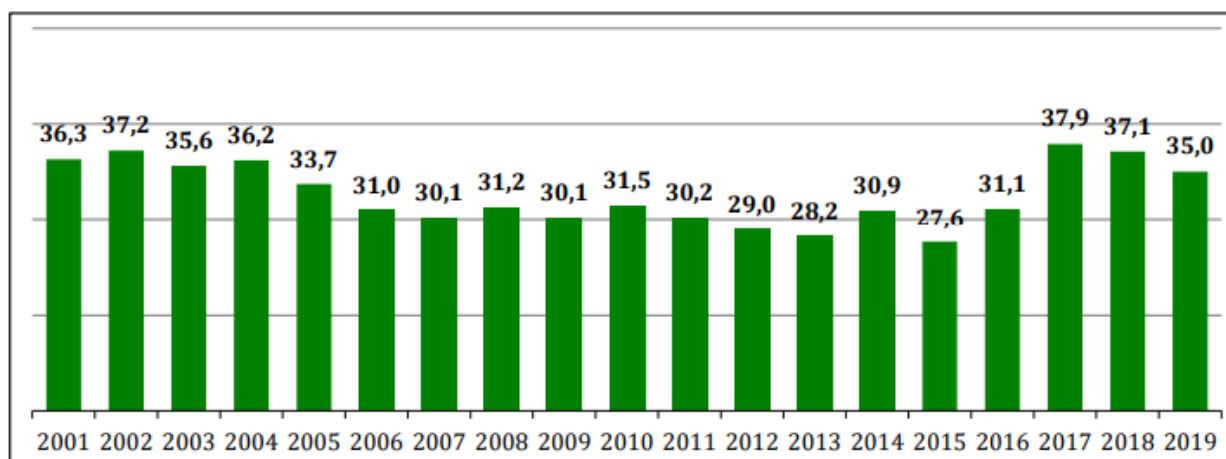


Figura 11 - Evoluzione del tasso di mobilità sostenibile (Fonte: 17° Rapporto sulla mobilità degli italiani - Tra gestione del presente e strategie per il futuro)

Il tasso di mobilità sostenibile non è omogeneo nel territorio: la Figura 11 evidenzia che l'area in cui esso è risultato sempre maggiore è il Nord-Ovest, mentre al Sud e nelle Isole è diminuito, nel giro di 20 anni, dal 36,5% al 32,8% [26]. Oltre a ciò, emerge un maggiore tasso di mobilità sostenibile nei comuni con oltre 250.000 abitanti, il quale decresce nelle zone meno popolate [26]. Guardando l'andamento sul lungo periodo, si nota come questo parametro sia cresciuto, seppur debolmente, solo nelle grandi città, conferma del fatto che le politiche per la mobilità sostenibile sono state insufficienti e rivolte solamente ai grandi centri urbani [26].

Tabella 2 - Evoluzione tasso di mobilità sostenibile in % articolato per territori (Fonte: 17° Rapporto sulla mobilità degli italiani - Tra gestione del presente e strategie per il futuro)

	2001	2018	2019
Nord-Ovest	39,1	42,4	40,5
Nord-Est	35,2	38,5	32,4
Centro	32,9	34,4	33,7
Sud e Isole	36,5	33,8	32,8
Comuni fino a 10mila abitanti	33,4	30	24
Comuni 10-50mila abitanti	32	30,7	30,4
Comuni 50-250mila abitanti	37,9	36,1	34,1
Comuni > 250mila abitanti	46,5	53,6	47,7
TOT generale	36,3	37,1	34,9

Per quanto riguarda l'ambito urbano, nel 2019 la domanda di mobilità dolce è stata pari al 31,9%, diminuendo dunque dello 0,9% negli ultimi 10 anni, mentre è scesa al 2,2% per gli spostamenti

extra-urbani; indice del fatto che la scelta del mezzo di trasporto è condizionata dalle dimensioni e dalla densità area geografica [26].

La Tabella 3 indica che vi è stata comunque una riduzione dell'utilizzo dell'automobile di quasi 4 punti percentuali nelle aree urbane, a favore di una discreta ripresa della mobilità collettiva. Ciò può essere dovuto a un miglioramento delle condizioni del trasporto pubblico locale, nonché all'introduzione di servizi di carsharing, i quali permettono l'accesso anche nelle zone a traffico limitato delle città.

Tabella 3 - Distribuzione spostamenti urbani per modo di trasporto in % (Fonte: "17° Rapporto sulla mobilità degli italiani - Tra gestione del presente e strategie per il futuro")

	2008	2019
Mobilità attiva (piedi, bici e micromobilità)	32,8	31,9
Mobilità privata (auto, moto)	58,8	54,9
Mobilità collettiva motorizzata (inclusa sharing mobility)	8,4	10,1

Al contrario nel 2020, la mobilità attiva ha avuto un forte sviluppo a causa delle restrizioni sugli spostamenti indotte dalla pandemia, che hanno costretto le persone ad una “mobilità di prossimità”, la quale non richiede l'uso di mezzi motorizzati; tendenza che è continuata anche dopo il periodo di confinamento.

Tabella 4 - Mezzi di trasporto utilizzati nel 2020 (Fonte: 17° Rapporto sulla mobilità degli italiani - Tra gestione del presente e strategie per il futuro)

	Media 2019	Lockdown	Post-lockdown (fino 15/10/2020)	Δ% rispetto al 2019 - lockdown	Δ% rispetto al 2019 - post- lockdown
Mobilità attiva	23,8	34,9	31,5	-42	+11
Mobilità privata	64	61	60,6	-68	-21
Mobilità pubblica e intermodale*	12,2	4,1	7,9	-89	-46
Totale	100	100	100	-67	-16

La sua quota modale è rimasta costantemente sopra il 30% durante tutto l'anno e i volumi assoluti a metà ottobre (prima delle nuove chiusure) hanno superato del 10% la media giornaliera del 2019 [26]. Anche se durante il lockdown la mobilità attiva ha registrato un -42% rispetto al 2019, i mesi successivi alle restrizioni sono stati caratterizzati da un aumento della domanda e gli spostamenti

attivi sono cresciuti dell'11% rispetto all'anno precedente [26]. Uno dei motivi della maggiore propensione alla mobilità dolce è stato il ricentraggio della domanda sulla prossimità: 3 spostamenti su 4 hanno avuto lunghezza inferiore ai 10 km e il 60% dei viaggi in città ha durata inferiore ai 15 minuti [26].

Nelle regioni del Nord, fra il 2019 e il 2020, si è assistito ad un cospicuo aumento di mobilità attiva: in particolare, nell'area Nord-Ovest questo incremento ($\approx +10\%$) è dovuto in parte anche al calo della domanda di mobilità collettiva ($\approx -10\%$), mentre nelle regioni di Nord-Est la crescita è stata ancora più marcata ($+15\%$) e sono diminuiti maggiormente gli spostamenti con auto e moto [26]. Anche nelle aree del Centro è avvenuta una riduzione di domanda di mobilità collettiva (-9%) a fronte di un innalzamento degli spostamenti a piedi, auto e moto [26].

Come già detto, nei mesi successivi al confinamento, si è verificata una forte ripresa della domanda di mobilità, ma con alcuni aspetti differenti rispetto agli anni pre-Covid. Dalla Tabella 4 si osserva una riduzione, rispetto al 2019, della richiesta di mobilità collettiva a favore soprattutto di quella attiva. Il Nord-Est ha presentato una forte crescita degli spostamenti a piedi e in bici durante il lockdown, i quali si mantengono abbastanza alti anche nei mesi successivi; al Centro e al Sud l'espansione della mobilità dolce è stata più ridotta.

Tabella 5 - Distribuzione mezzi di trasporto nel 2020 a seconda dell'area geografica (Fonte: 17° Rapporto sulla mobilità degli italiani - Tra gestione del presente e strategie per il futuro)

	Nord-Ovest	Nord-Est	Centro	Sud e Isole
Distribuzione % degli spostamenti 12/03-3/05 (lockdown)				
Mobilità attiva	36,5	40,9	28,9	33,6
Mobilità privata	59	54,9	67,9	62,6
Mobilità collettiva e intermodale	4,5	4,2	3,2	3,8
Tot	100	100	100	100
Distribuzione % degli spostamenti 18/05-15/10 (post-lockdown)				
Mobilità attiva	35,3	34,6	28,6	29,1
Mobilità privata	55,8	56,4	59,6	63,2
Mobilità collettiva e intermodale	8,9	9	11,8	7,7
Tot	100	100	100	100

Dal punto di vista delle dimensioni del Comune di residenza, il balzo in avanti della mobilità attiva ha riguardato soprattutto i centri urbani con più di 250.000 abitanti. Anche nelle città di medie dimensioni (50.000-250.000 abitanti), seppur in maniera più lieve, è avvenuto un riposizionamento

modale sulla mobilità attiva a discapito di quella privata e collettiva, mentre nei comuni più piccoli (<50.000 abitanti) l'uso dei mezzi propri è ancora preponderante [26].

Per quanto riguarda la sharing mobility, nel 2019 soltanto il 5% della popolazione ha affermato di usare, almeno qualche volta al mese, questa tipologia di servizi, mentre il 6,1% ne fa uso molto raramente [26]. La fascia di età che maggiormente utilizza questi mezzi sono i giovani e giovanissimi (10,4%), seguiti da quella dei 30-45 [26]. Alla luce dei dati pervenuti, emerge che 9 cittadini su 10 non usano mai la sharing mobility; questo è dovuto anche al fatto che molte piattaforme sono presenti soltanto in un numero limitato di città [26]. Nonostante ciò, gli utenti della sharing mobility possiedono un'elevata mobilità giornaliera: il tasso di mobilità è del 95,6% (+10% rispetto alla media generale), gli spostamenti pro-capite sono 3,1 (2,5 la media generale), i km percorsi pro-capite sono 38 contro i 28 della media totale e il tempo dedicato ai viaggi è 88 minuti (+30 min rispetto alla media nazionale) [26].

Il bike sharing è stato in continua espansione dal 2005 al 2019 triplicando la flotta totale e arrivando a 35mila mezzi (15% a propulsione elettrica); inoltre, grazie all'introduzione dei servizi free-floating i noleggi sono passati da un totale di 5,6 milioni a 12,5, con una crescita delle iscrizioni ai servizi del 60% [26].

2.2.1 Diffusione dei sistemi di micromobilità condivisa in Italia

Le città italiane che possiedono almeno un servizio di micromobilità condivisa sono in totale 38, di cui la maggioranza si trova in Nord Italia, 6 al Centro e 4 al Sud [38]. Nel complesso, sono presenti in Italia 86 sistemi di micromobilità in sharing (biciclette e monopattini): la città che primeggia da questo punto di vista è Milano con 16 servizi, seguita da Roma con 11 e Torino con 7 [38].

Tabella 6 - Dati bikesharing in Italia 2019 (Fonte: 4° Rapporto nazionale sulla sharing mobility)

	Nord	Centro	Sud	Tot
Servizi free-floating	9	4	-	13
Servizi station-based	20	4	2	26
Utenti	863.742	557.829	3.312	1.424.883
	60,6%	39,1%	0,2%	
Bici free-floating	14.732	7.748	-	22.480
	65,5%	34,5%	0%	
Bici station-based	9.822	503	567	10892
	90,2%	4,6%	5,2%	

I sistemi a flusso libero di biciclette in Italia sono in totale 13, di cui oltre i 2/3 nelle città del Nord, mentre al sud non sono ancora stati introdotti. Una situazione analoga si riscontra anche i servizi station-based (26 in totale), dei quali solo 6 si trovano fra il Centro e il Sud Italia.

Conseguentemente a ciò, analizzando il numero di utenti emerge che solo l'0,2% risiede al Sud, mentre il 60% al Nord. Nonostante il numero limitato di servizi di micromobilità condivisa presenti al Centro Italia, il numero di utenti è pari quasi al 40% del totale.

Tabella 7 - Operatori bikesharing a flusso libero Italia 2019 (Fonte: 4° Rapporto nazionale sulla sharing mobility)

Operatore	Città	Bici	Di cui elettriche
Helbiz	Roma	1.000	1.000
Jump	Roma	2.500	2.500
Movi by Mobike	Bergamo, Bologna, Ferrara, Firenze, Mantova, Milano, Padova, Pesaro, Reggio Emilia, Torino	18.900	300

Nel Paese sono presenti 3 operatori di bikesharing free-floating: Helbiz, Jump e Movi by Mobike. I primi due sono presenti solo nella Capitale e offrono un servizio di biciclette a pedalata assistita; l'altro è presente in 10 città (8 al Nord e 2 al Centro) con una flotta complessiva di 18.900 mezzi, dei quali 300 elettrici.

Dalle analisi effettuate dall'Osservatorio Nazionale della Sharing Mobility, emerge una prevalenza dei servizi in condivisione (biciclette e monopattini) nel Nord Italia, soprattutto nelle città di Milano e Torino; infatti, degli 86 servizi di micromobilità condivisa presenti in Italia, 23 si trovano in queste città (16 a Milano e 7 a Torino) [38]. Data la notevole presenza di questi sistemi nella città di Torino, viene presa in considerazione per il lavoro di tesi.

2.3 Contesto di mobilità della città di Torino

Gli ultimi studi approfonditi pubblicamente disponibili sulla mobilità dell'area metropolitana risalgono al 2013, epoca in cui in città non erano presenti i servizi di sharing free-floating, oggetto di tesi. Tuttavia, l'indagine sulla mobilità delle persone e sulla qualità dei trasporti (IMQ 2013) [2] condotta dall'Agenzia per la Mobilità Metropolitana e Regionale, propone una sintesi delle caratteristiche di mobilità delle persone nell'area metropolitana torinese e della qualità percepita dai cittadini, utile ai fini dell'osservazione dei cambiamenti degli individui nei confronti della micromobilità condivisa.

Al momento dello studio erano presenti nel Comune di Torino 911.823 residenti con una densità abitativa di 7.014 persone per km², mentre nella Cintura circostante gli abitanti erano 1.555.518 e la densità abitativa 1.856 residenti per km² [2]. Nell'indagine sono stati considerati solamente gli individui residenti nell'area metropolitana con età maggiore di 10 anni, pari a 1.406.000 ripartita nelle seguenti fasce di età:

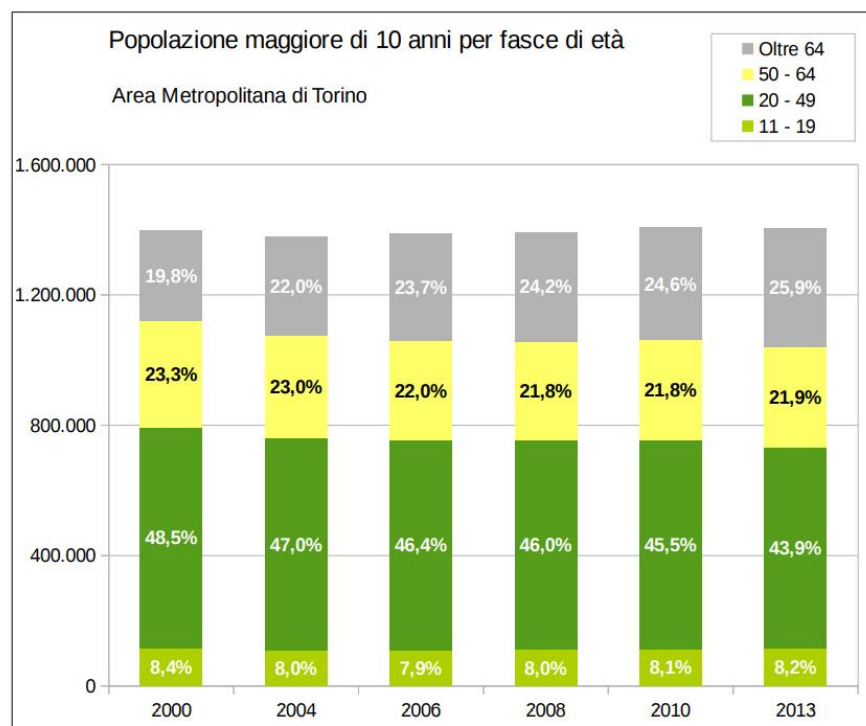


Figura 12 - Popolazione area metropolitana di Torino per fasce di età 2013 (Fonte: IMQ 2013 - Indagine sulla Mobilità delle Persone e sulla Qualità dei Trasporti - Rapporto di sintesi sull'area metropolitana)

All'epoca dell'indagine sulla mobilità, è emerso che nell'area metropolitana in un giorno feriale medio stati effettuati 2.962.000 spostamenti, dei quali 1.962.000 tramite mezzo motorizzato; Confrontando questi dati con le serie storiche precedenti in Figura 13, si nota che la mobilità complessiva è diminuita di circa il 16%, in linea con il calo avvenuto a livello nazionale [26], [2]. La variazione più rilevante è quella che riguarda i veicoli motorizzati, dove l'utilizzo diminuisce di circa il 20% rispetto al 2010, mentre la mobilità con altri mezzi cresce lievemente [2].

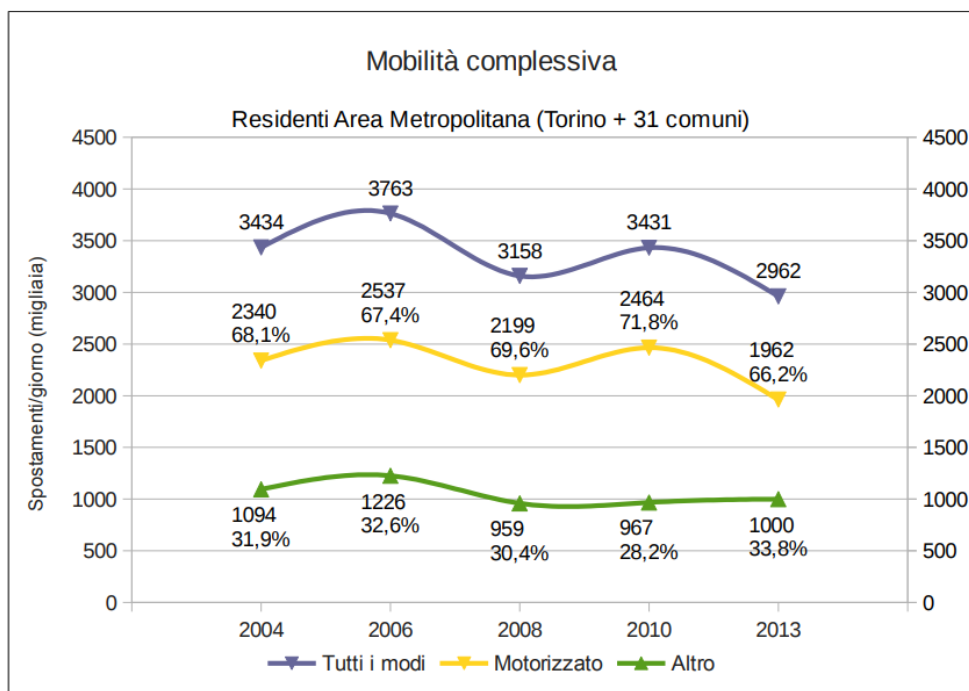


Figura 13 - Serie storiche mobilità complessiva (Fonte: IMQ 2013 - Indagine sulla Mobilità delle Persone e sulla Qualità dei Trasporti - Rapporto di sintesi sull'area metropolitana)

Nel 2013 si ha una decrescita rispetto al 2010 dell'uso del trasporto pubblico e dell'auto; invece, aumenta la mobilità con mezzi alternativi e quella pedonale [2]. Nonostante ciò, nel 2013, l'auto risultava ancora il mezzo più utilizzato, tuttavia per la prima volta negli anni 2000 la sua quota scende sotto il 50% [2].

Dal 2000 al 2013 è cresciuto molto l'uso della bicicletta: la Figura 14 mostra che nella città di Torino la percentuale di spostamenti con questa modalità sul totale è raddoppiata arrivando al 2,8% nel 2013. Nell'area della Cintura, la bicicletta è sempre stata più utilizzata rispetto alla città e la sua quota rispetto al totale è cresciuta progressivamente fino al 3,1% del 2013.

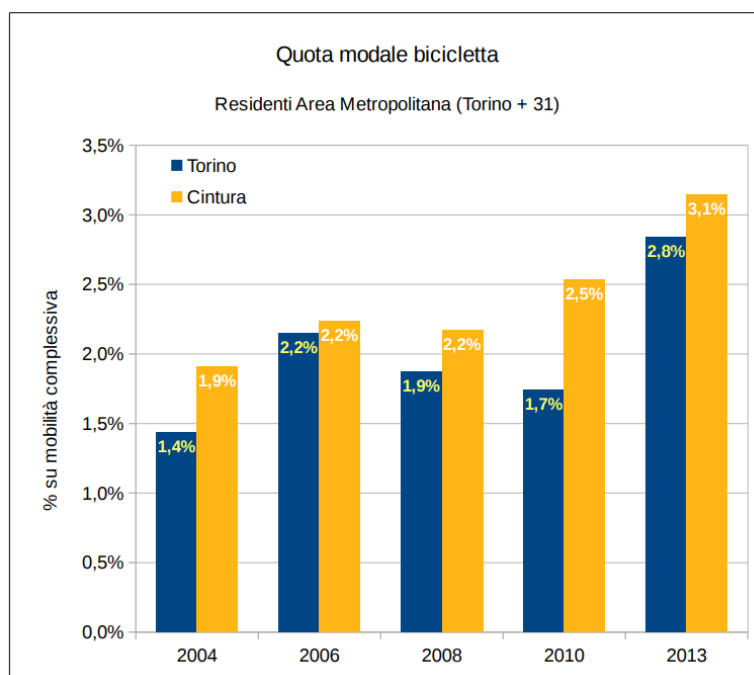


Figura 14 - Quota modale bicicletta nell'area metropolitana 2013 (Fonte: IMQ 2013 - Indagine sulla Mobilità delle Persone e sulla Qualità dei Trasporti - Rapporto di sintesi sull'area metropolitana)

Le analisi temporali sulla mobilità motorizzata hanno evidenziato la presenza di picchi degli spostamenti tra le 8 e le 9 e tra le 17 e le 18, mentre il trasporto pubblico viene maggiormente utilizzato nelle ore diurne e raggiunge il massimo del 37% tra le 13 e le 14 [2]. Tuttavia, per tutta la giornata vi è una prevalenza nell'uso dell'automobile, che diventa ancora più marcata nelle ore notturne [2].

Nell'indagine è stata estrapolata la matrice origine/destinazione inerente alla mobilità motorizzata dell'intera regione; ne risulta che vengono effettuati quotidianamente 1,85 milioni di spostamenti interni all'area metropolitana, 225.000 in entrata e altrettanti in uscita [2].

OrigDest	Torino	Cintura	Resto Provincia	Resto Piemonte Esterno	TOTALE
Torino	39,2%	11,1%	14,6%	20,9%	34,4%
Cintura	27,6%	6,2%	8,0%	9,2%	14,0%
Resto Provincia	37,4%	7,6%			25,9%
Resto Piemonte - Esterno	54,9%	9,5%			47,9%
TOTALE	37,6%	7,7%	11,1%	16,9%	27,6%

Figura 15 - Incidenza trasporto pubblico sulla mobilità motorizzata 2013 (Fonte: IMQ 2013 - Indagine sulla Mobilità delle Persone e sulla Qualità dei Trasporti - Rapporto di sintesi sull'area metropolitana)

Per i viaggi all'interno della città di Torino, come mostra la Figura 15, il trasporto pubblico rappresenta il 39% degli spostamenti motorizzati. Le tratte dove viene meno utilizzato sono quelle interne alla Cintura e fra questa e il resto della provincia, mentre quella dove il trasporto pubblico appare più attrattivo origina da fuori provincia con destinazione Torino, la quale risulta essere anche la più lunga in termini di km [2].

2.3.1 Analisi sull'utilizzo del sistema di bikesharing station-based [TO]BIKE

Nel giugno del 2010 è stato introdotto nella città il primo servizio di bike sharing “[TO]Bike”, il quale attualmente si compone di una rete di quasi 200 stazioni nel Comune di Torino e altre 32 dislocate nei comuni limitrofi di: Venaria Reale, Collegno, Grugliasco, Rivoli, Alpignano e Druentò [42].

Le informazioni pervenute relative alla popolarità di questo sistema sono risalenti al 2013, anno in cui è stata effettuata l'ultima indagine approfondita sulla mobilità della Regione. Nonostante il rapporto sia relativo ad un periodo antecedente all'introduzione dei servizi a flusso libero, si ritiene opportuno citarlo per poter confrontare i profili temporali con i nuovi servizi. Il report confronta i dati forniti dal gestore del servizio di sharing e le informazioni provenienti dall'indagine sulla mobilità, la quale non fa una distinzione precisa fra utilizzo della bici personale o del servizio.

Nel primo quinquennio, come mostrato nella Figura 16, il sistema di bike sharing ha visto un progressivo aumento del numero di abbonati fino a stabilizzarsi nel 2015 con una media di circa 21.500 abbonati al mese fra abbonamenti annuali, settimanali e giornalieri [1], [43].

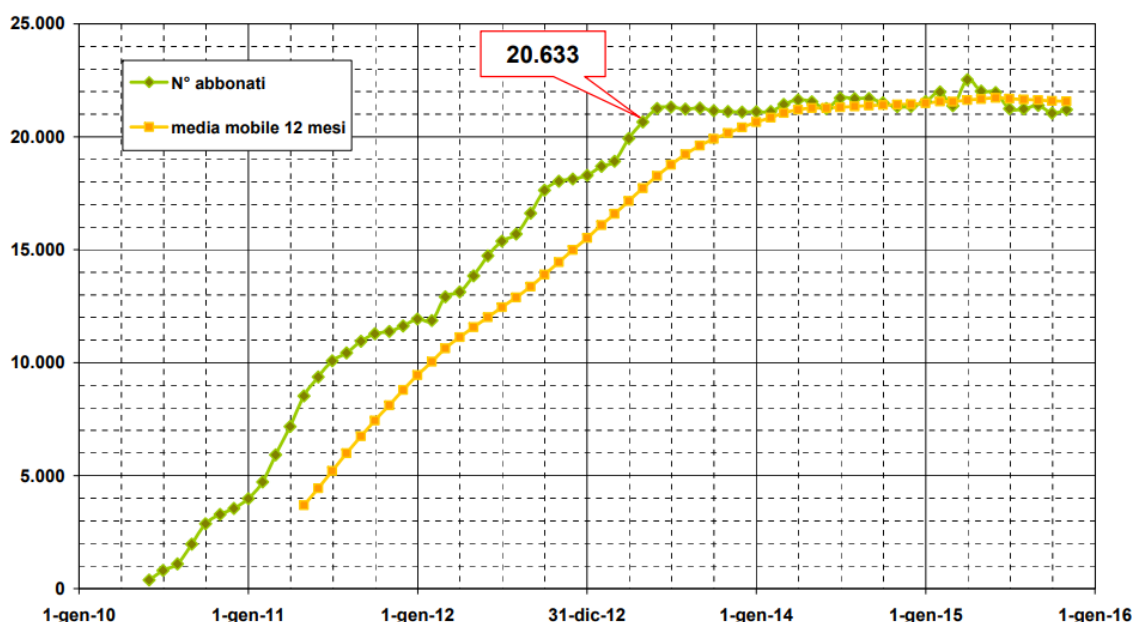


Figura 16 - Abbonamenti attivi [TO]BIKE nel primo quinquennio di attività (Fonte: Approfondimento sull'uso della bicicletta e del servizio di bikesharing a Torino - Analisi dei dati di fonte IMQ 2013 e dei dati di fonte [TO]BIKE)

Al momento dell'indagine IMQ (maggio 2013) erano presenti 20.663 abbonamenti attivi e, secondo i dati forniti dal gestore, in quel periodo sono stati effettuati 219.936 prelievi, di cui 166.890 realizzati nei giorni feriali all'interno dei confini comunali della città [1].

Dai dati forniti dall'operatore, è emerso che a maggio 2013 le stazioni erano soggette in media a 66 prelievi/giorno, anche se il 40% ne registrava un numero maggiore [1]. I luoghi dove vi erano più prelievi avevano le seguenti caratteristiche: vicinanza alle due stazioni ferroviarie principali, localizzazione in centro città o al bordo dell'area coperta dal servizio corrispondente all'inizio della zona blu (parcheggi a pagamento) [1]. Confrontando queste informazioni con quelle dell'IMQ riguardo agli spostamenti ciclabili (Figura 17, Figura 18, Figura 19, Figura 20) si nota che in molte zone la quota di viaggi col bike sharing è ovviamente inferiore rispetto a quella della bici forniti dall'IMQ (privata e condivisa), ma in misura diversa a seconda delle zone. Ad esempio, in P.zza Statuto la differenza fra i viaggi in origine stimati dall'IMQ e quelli forniti da [TO]BIKE è pari al 4,2% , mentre all'intersezione C.so Vittorio Emanuele II-C.so Inghilterra si hanno spostamenti solo di mezzi [TO]Bike [1]. Altre aree in cui il divario fra le informazioni dell'IMQ e di [TO]BIKE è meno elevato sono Porta Susa e Bertola-Micca dove esso si aggira attorno al 30%, mentre a Porta Nuova esso è pari al 62%.

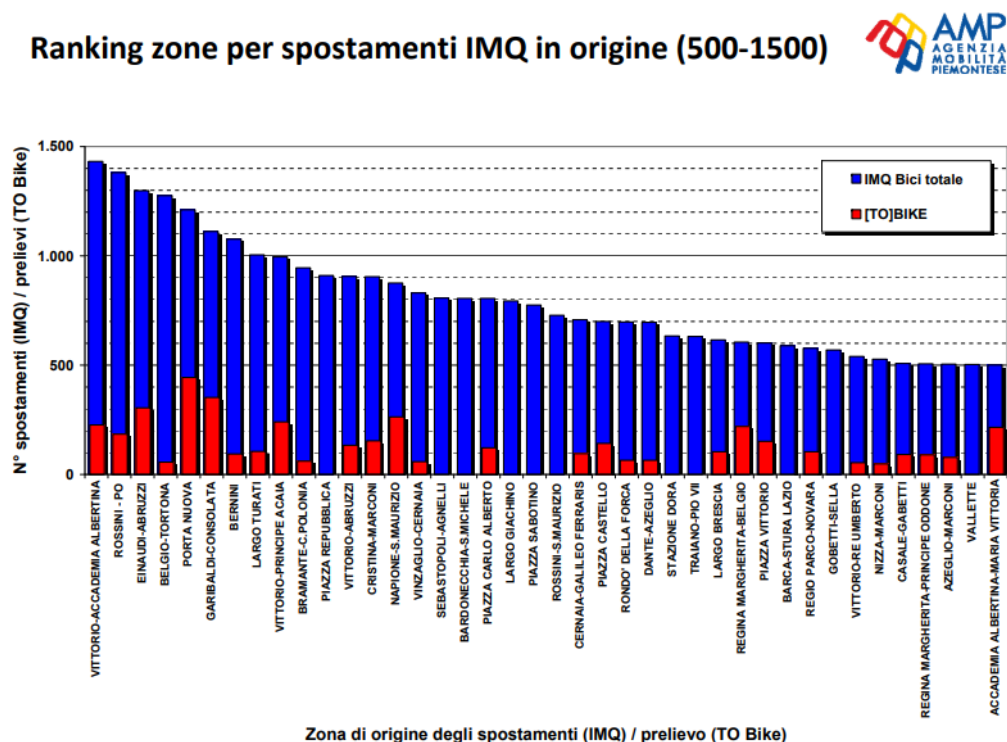


Figura 17 - Classifica stazioni di origine 2013 – fascia 500-1500 prelievi/giorno (Fonte: Approfondimento sull'uso della bicicletta e del servizio di bikesharing a Torino - Analisi dei dati di fonte IMQ 2013 e dei dati di fonte [TO]BIKE)

Ranking zone per spostamenti IMQ in origine (300-500)

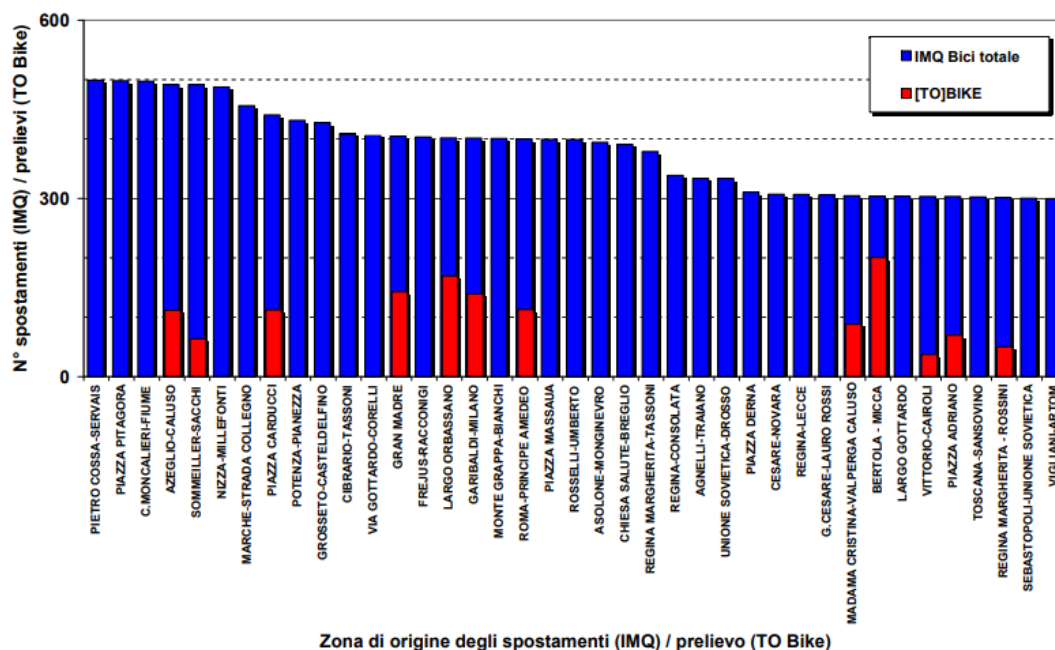


Figura 18 - Classifica stazioni di origine 2013 – fascia 300-500 prelievi/giorno (Fonte: Approfondimento sull'uso della bicicletta e del servizio di bikesharing a Torino - Analisi dei dati di fonte IMQ 2013 e dei dati di fonte [TO]BIKE)

Ranking zone per spostamenti IMQ in origine (200-300)

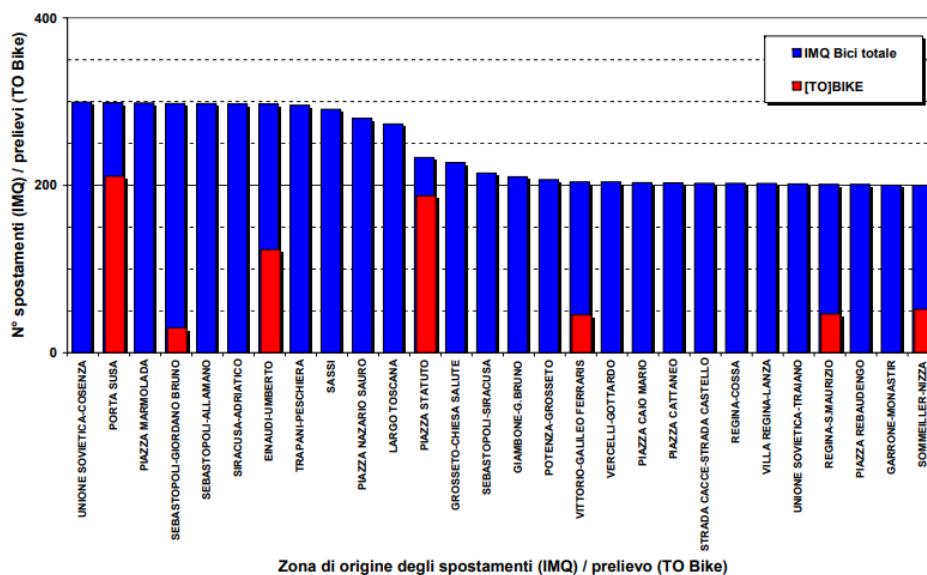


Figura 19 - Classifica stazioni di origine 2013 – fascia 200-300 prelievi/giorno (Fonte: Approfondimento sull'uso della bicicletta e del servizio di bikesharing a Torino - Analisi dei dati di fonte IMQ 2013 e dei dati di fonte [TO]BIKE)

Ranking zone per spostamenti IMQ in origine (0-200)

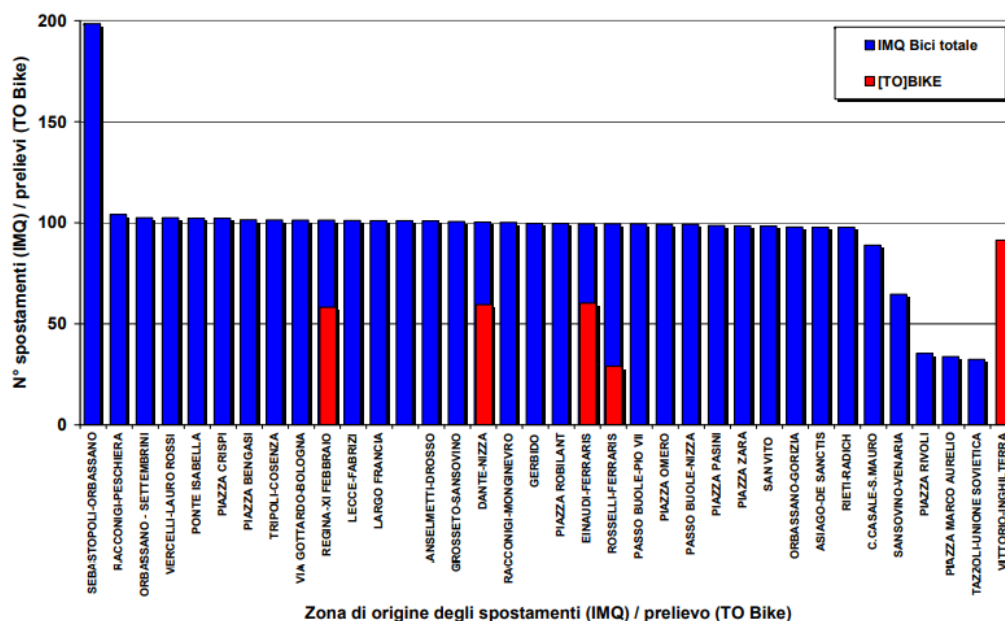


Figura 20 - Classifica stazioni di origine 2013 – fascia 0-200 prelievi/giorno (Fonte: Approfondimento sull'uso della bicicletta e del servizio di bikesharing a Torino - Analisi dei dati di fonte IMQ 2013 e dei dati di fonte [TO]BIKE)

Per quanto riguarda la distribuzione oraria degli spostamenti, valutata per entrambi i modi, dalla Figura 21 si nota che hanno più o meno lo stesso andamento con qualche differenza. Infatti, il sistema di bike sharing mostra un picco mattutino inferiore a quello stimato dall'IMQ, mentre quello pomeridiano risulta leggermente maggiore. Inoltre, la bici condivisa viene utilizzata maggiormente rispetto a quella privata nelle ore notturne; questo fenomeno sembra evidenziare il fatto che i mezzi in condivisione hanno un pubblico di utenti più giovane rispetto a quello della bici privata [1]. Focalizzando l'analisi solo fra zone per le quali esistono spostamenti rilevanti di [TO]Bike si ottengono andamenti relativi degli spostamenti più simili fra i dati dell'IMQ e quelli del bike sharing nelle prime ore del mattino e dopo le 17 [1].

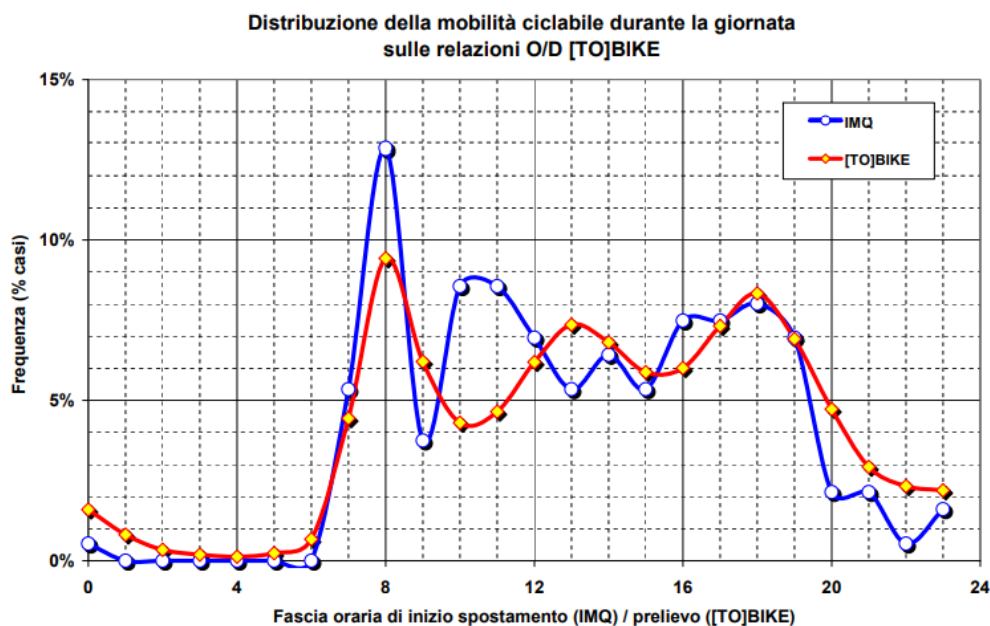


Figura 21 - Andamento temporale mobilità ciclabile (Fonte: Approfondimento sull'uso della bicicletta e del bikesharing a Torino - Analisi dei dati di fonte IMQ 2013 e dei dati di fonte [TO]BIKE)

La durata dei viaggi, in entrambe le ricerche, porta a risultati simili; in Figura 22, si osserva che il 90% dei viaggi ha durata compresa entro i 20 minuti, il 55% entri i 10 minuti e la durata media vale circa 16 minuti e mezzo. L'unica differenza è la presenza, nei dati raccolti dall'IMQ, di due ulteriori picchi in corrispondenza dei 30 e 45 minuti.

Distribuzione durante la giornata della mobilità con uso della bicicletta

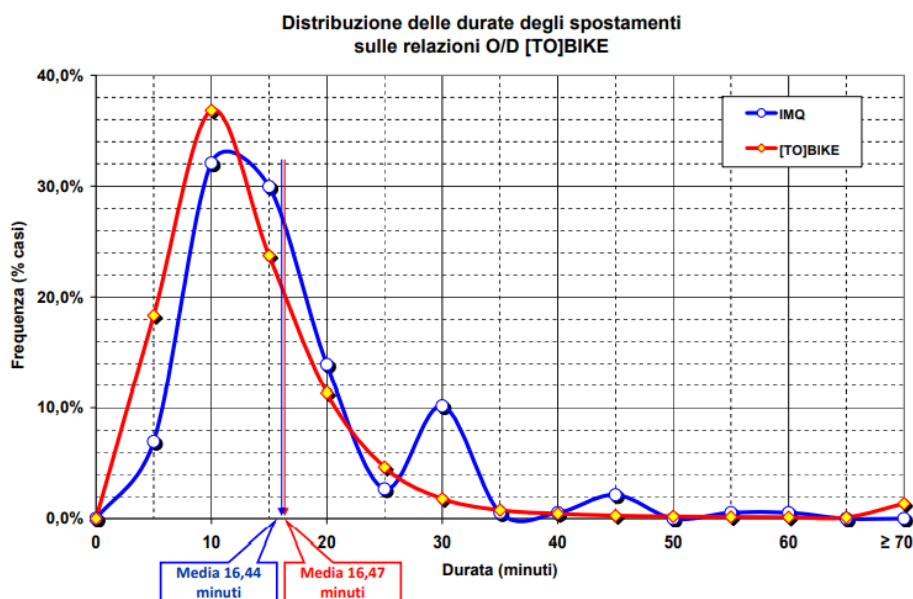


Figura 22 - Distribuzione durate spostamenti ciclabili (Fonte: Approfondimento sull'uso della bicicletta e del bikesharing a Torino - Analisi dei dati di fonte IMQ 2013 e dei dati di fonte [TO]BIKE)

L'IMQ 2013 rileva una mobilità complessiva pro capite dei residenti di Torino pari a 1,635 spostamenti/giorno, con 0,00198 spostamenti/giorno effettuati con biciclette condivise, valore che si discosta molto da quello fornito dal gestore del sistema di sharing pari a 6,619 [1]. Questa discrepanza viene ricondotta al fatto che una transazione prelievo-deposito con il bike sharing può corrispondere a più spostamenti con la stessa bicicletta [1]. Inoltre, è presente un numero discreto di utenti del sistema [TO]Bike che non sono residenti in città, che quindi non sono stati rilevati dall'indagine [1].

A maggio 2013, la quantità di viaggi avvenuti tramite [TO]Bike è molto varia a seconda della giornata considerata; la media degli spostamenti in giorni feriali è pari 6,619 e il valor medio di prelievi giornalieri rispetto al numero di abbonamenti attivi è pari a 0,31 spostamenti/giorno per abbonato [1]. Nell'analisi dei 22 giorni feriali del mese emerge che il numero di prelievi giornalieri varia da 5.500 a 9.000, tranne in giornate caratterizzate da cattive condizioni meteorologiche, in cui i numeri sono molto più bassi (<3.500) [1].

Durante la settimana il picco di prelievi viene registrato di lunedì con 7.230, mentre il minimo avviene di mercoledì con 5.461 prelievi [1].

2.3.2 Progetti attuali e previsioni future per lo sviluppo della mobilità sostenibile

Negli ultimi anni sono state effettuate numerose campagne di sensibilizzazione, al fine di ridurre l'impiego di veicoli motorizzati e spostare l'interesse dell'utenza verso mezzi meno inquinanti (biciclette e monopattini). Uno dei progetti che la città di Torino ha attivato negli ultimi anni è il "Piano della mobilità ciclabile", il quale si inquadra all'interno del PUMS (Piano Urbano di Mobilità Sostenibile), attualmente in fase di approvazione da parte della città metropolitana, con lo scopo di promuovere un modello di mobilità sostenibile, alternativo all'auto privata [9].

Torino è stata una delle città firmatarie della "Carta di Bruxelles", che rappresentava un impegno nella promozione dell'uso della bicicletta con iniziative locali [9]. Gli adempimenti del patto erano:

- 1) Raggiungere il 15% degli spostamenti ciclabili nella ripartizione modale complessiva entro il 2020;
- 2) Ridurre almeno del 50% il rischio di incidenti mortali entro il 2020;
- 3) Aumentare il numero di parcheggi riservati alle biciclette e attuare politiche contro i furti;
- 4) Attuare iniziative per promuovere gli spostamenti sicuri casa-scuola e casa-lavoro;
- 5) Sostenere il turismo in bicicletta;
- 6) Cooperare con: associazioni di utenti, venditori e produttori di biciclette, polizia, consulenti e tecnici di infrastrutture.

Per assicurare una maggiore protezione agli utenti, la città ha aderito ad una petizione nazionale promossa dalla FIAB (Federazione Italiana Amici della Bicicletta), ai fini del riconoscimento dell'infortunio in itinere da/verso con la bicicletta, in quanto, prima di questa mobilitazione, questa tipologia di infortunio era riservata solo per chi effettuava spostamenti con mezzi pubblici o a piedi [9].

Negli scorsi anni sono stati realizzati numerosi interventi volti a incentivare gli utenti alla transizione verso una mobilità più attiva [9]:

- Incrementare il numero di piste ciclabili soprattutto nelle aree dove ci sono i maggiori poli attrattivi: poli universitari, stazioni e ospedali;
- Aumentare la sicurezza nei tragitti ciclabili: riduzione della velocità per gli autoveicoli, messa in sicurezza delle piste e promozioni di percorsi sicuri;
- Introduzione del primo sistema di bikesharing della città station-based, patrocinato dal Comune;
- Introduzione dal 2017 di un ulteriore servizio di bikesharing a flusso libero.

La città ha istituito inoltre il “Servizio di Mobilità Dolce” per la pianificazione, sviluppo e promozione della mobilità ciclistica e pedonale all'interno della pianificazione della mobilità complessiva [44].

Dal 13/11/2019 è partita a Torino la sperimentazione della circolazione dei mezzi della micromobilità elettrica (monopattini e segway) all'interno delle “zone 30” (strade con limite di velocità di 30 km/h) e sulle piste ciclabili [10]. In Figura 23 sono mostrate le normative vigenti nel Comune di Torino per la circolazione con veicoli di micromobilità elettrica a seguito anche dell'emanazione della Legge del 28 febbraio 2020 sulle norme di comportamento e caratteristiche dei micro-veicoli elettrici.



Figura 23 - Norme di comportamento per la conduzione di monopattini e segway nel Comune di Torino (Fonte: Città di Torino, Sezione: Trasporti e Viabilità)

L'introduzione di restrizioni impone delle limitazioni sulla circolazione in alcune tipologie di strade come il limite di velocità e nelle aree pedonali e l'obbligo di passaggio su percorsi protetti in strade dove i veicoli motorizzati possono viaggiare a velocità maggiori di 50 km/h [27]. La presenza di vincoli per la circolazione con monopattini elettrici può influire in questa fase sperimentale su 2 aspetti:

- L'esistenza di limiti di velocità rende l'utilizzo di questi mezzi più sicuri agli occhi delle persone, che quindi saranno maggiormente disposte a provarli.
- Le regole sulla circolazione in strade con limite di velocità superiore a 50 km/h può disincentivare l'impiego di monopattini nelle aree vicino a questo tipo di strade.

Questa sperimentazione andrà avanti fino a luglio 2022, allo scopo di migliorare la qualità della vita dei cittadini, contrastare l'inquinamento e la congestione urbana [45].

2.3.3 Servizi di micromobilità condivisa attualmente attivi in città

La città di Torino dispone nel 2020 di numerosi sistemi di micromobilità a flusso libero che operano tramite biciclette, monopattini e scooter, in aggiunta al servizio di biciclette station-based,

precedentemente introdotto, [TO]BIKE. Tutti i sistemi a flusso libero sono fruibili grazie alle apposite applicazioni per smartphone che permettono di inquadrare il QR code del mezzo e sbloccarlo. I servizi sottoelencati erano presenti in città al momento dell'indagine (2020), ma le informazioni relative alle tariffe di utilizzo sono state recuperate nel 2021.

MiMoto:

Il primo servizio made in Italy di scooter sharing elettrico presente a Torino, Milano, Genova, Firenze e Rimini [30]; nella città di Torino nel 2020 l'azienda è operativa con 250 veicoli [38]. I mezzi sono sbloccabili tramite applicazione per smartphone, con la quale è possibile anche controllare il livello di carica e sbloccare il bauletto dove all'interno si trovano due caschi [46]. I costi del servizio[30]:

- Tariffa al minuto: 0,35 €;
- Tariffa oraria forfettaria: 9,99 € che scatta automaticamente dopo 28 minuti di utilizzo;
- Tariffa giornaliera forfettaria: 29,99 € che scatta automaticamente dopo una spesa di 29,99 €.

Sono inoltre disponibili pacchetti e convenzioni studenti [46].

Mobike

La società Mobike è stata fondata in Cina nel 2015 offrendo un servizio di bikesharing a flusso libero e nel novembre 2017 l'azienda arriva a Torino [31]. La città possiede un sistema composto da 1700 biciclette a trazione muscolare (dato risalente al 2019) i cui costi sono: 1 € ogni 20 minuti di utilizzo, o in alternativa è possibile acquistare un abbonamento per 30 (9,99 €), 90 (24,99 €) o 365 giorni (79,99 €)[38], [41].

Bird

Bird è una società di micromobilità americana fondata nel 2017 che fornisce alle città un servizio di monopattini elettrici in sharing; dopo l'arrivo della compagnia in alcune città italiane, a dicembre 2019 è iniziata la sperimentazione dei monopattini elettrici di Bird nel Comune di Torino [7]. La flotta complessiva nel 2020 ammonta a 500 veicoli e il costo del servizio è di 1 € per lo sblocco e 0,29 € al minuto[38], [47].

BIT Mobility

Azienda italiana con sede a Bussolengo (VR) che gestisce flotte di monopattini elettrici in condivisione [47]. Nella città di Torino, nel 2020 sono presenti 500 mezzi Bit, la cui tariffa per lo sblocco è pari a 1 € più 0,15 € al minuto[38], [47].

Dott

Startup olandese fondata nel 2018 che offre un servizio di micromobilità condivisa in città con un parco veicolare di 500 monopattini [47], [38]. Il costo è di 1 € a inizio noleggio e 0,15 € al minuto [47].

Helbiz

Helbiz è una società di trasporto intraurbano italo-americana fondata nel 2015 ed è stata la prima azienda a introdurre i monopattini elettrici in Italia [47]. Nel dicembre 2019 la società sbarca nel Comune di Torino con il servizio di monopattini elettrici, successivamente vengono inserite nella flotta anche le biciclette a pedalata assistita e viene acquisita la società esistente MiMoto che offre un servizio di scooter-sharing [22]. Nella città di Torino è attivo soltanto il servizio di monopattini con una flotta di 500 mezzi [38]. Le tariffe sono di 1 € al momento dello sblocco e 0,15 € per ogni minuto di utilizzo [47]. Inoltre, la società offre l'abbonamento mensile "Helbiz Unlimited", a 29,99 € al mese, con il quale è possibile effettuare un numero di corse illimitato, della durata di 30 minuti, durante le 24 ore, a patto che fra la fine di una corsa e l'inizio di un'altra siano trascorsi almeno 20 minuti [21].

Lime

Società di trasporto fondata negli Stati Uniti nel 2017 che è sbarcata a Torino con una flotta di 300 monopattini elettrici e nel 2020 500 [47], [38]. Il costo del viaggio è di 1 € per il noleggio e 0,25 € per ogni minuto di utilizzo [47].

Wind

Azienda che fornisce un servizio di micromobilità condivisa a Torino, da novembre 2020, con una flotta di 500 monopattini [47]. A differenza delle altre compagnie essa ha un prezzo più competitivo; infatti, non vengono accreditati costi per lo sblocco e la tariffa per l'utilizzo è di 0,10 € al minuto [47].

2.4 Revisione della letteratura

Questo paragrafo è dedicato alla revisione della letteratura inerente all'argomento di tesi, per cercare di capire se lavori differenti arrivano alle medesime conclusioni anche analizzando contesti differenti. In particolare, vengono presentate una serie di ricerche riguardanti le differenze spaziotemporalmente nell'impiego dei 3 principali sistemi di micromobilità condivisa: bikesharing vincolato, bikesharing free-floating e monopattini elettrici.

Dato che la tesi ha come scopo sia il confronto dei nuovi sistemi con i dati forniti dal gestore di [TO]BIKE durante l'indagine IMQ 2013, sia il raffronto fra i nuovi sistemi a flusso libero (biciclette e monopattini), vengono presi in considerazione tutti quegli articoli nei quali vengono

discusse le similitudini e differenze che esistono fra i vari sistemi, ponendo maggiore attenzione sulle caratteristiche di impiego analizzate nella tesi.

2.4.1 Bikesharing vincolato e a flusso libero

I sistemi di biciclette condivise a flusso libero nascono dall'esigenza di rispondere ai problemi dei bikesharing vincolati inerenti all'accessibilità, agli spazi disponibili limitati e ai sussidi pubblici [50]. Le caratteristiche principali che differiscono dai classici sistemi sono l'utilizzo di apposite applicazioni smartphone per lo sblocco e l'assenza di stalli per il deposito dei mezzi; quest'ultima peculiarità permette agli utenti di diminuire i tratti a piedi, in quanto non sono obbligati a rilasciare le biciclette in punti prestabiliti e risolve alle compagnie il problema della carenza di spazi [50].

Le ricerche che vengono prese in considerazione nella tesi focalizzano l'attenzione sulle caratteristiche d'impiego spazio-temporali di ciascun servizio. Esse naturalmente dipendono in maniera preponderante dalla conformazione dell'ambiente costruito nelle aree urbane in diverse parti del mondo; pertanto, l'interesse precipuo riguarda le differenze riscontrate fra diversi servizi nella stessa città, o quantomeno le differenze fra città in qualche modo paragonabili in termini di dimensioni e struttura urbanistica.

2.4.1.1 Differenze temporali

Uno studio americano sui servizi di bikesharing presenti nella città di Washington DC mostra che la durata media dei viaggi con biciclette condivise (vincolate e libere) è di 18 min, mentre le mediane sono di 11 minuti per il servizio fisso e 5 minuti per quello libero [18]. La tendenza a viaggi più lunghi nel sistema docked è in parte dovuta al fatto che gli utenti necessitano di trovare uno stallo libero per poter rilasciare il mezzo e alle tariffe, in quanto il sistema station-based è più conveniente [8], [18]. Per entrambi i servizi emerge un utilizzo maggiore nelle ore diurne, con la differenza che il sistema vincolato presenta, nei giorni feriali, un impiego più intenso intorno alle 8 del mattino rispetto a quello svincolato, il quale risulta più popolare nel primo e tardo pomeriggio; intorno alle 5 del pomeriggio e fra le 2 e le 4 del mattino, invece, l'utilizzo di entrambi è più o meno simile [18]. Basandosi sulle analisi temporali emerge che i sistemi docked sono maggiormente impiegati negli spostamenti per motivi lavorativi e a metà pomeriggio [18].

Il caso cinese di Nanjing evidenzia che una larga parte dei viaggi con entrambe i sistemi si esaurisce nell'arco di 15 minuti: nello specifico il 68% degli spostamenti con servizio vincolato e l'83% di quelli a flusso libero non supera questa soglia [49]. In aggiunta, dallo studio emerge che il 90% degli spostamenti col sistema fisso e il 96% con quello libero hanno una durata inferiore a 30 minuti [49]. In questo caso, entrambi i servizi mostrano due picchi nell'utilizzo (7-9 e 17-19) nei giorni feriali, evidenziando il fatto che si tratta di spostamenti casa-lavoro, mentre il sistema a flusso libero presenta un ulteriore picco, più contenuto, fra le 11 e le 13 [49]. Durante le ore di

morbida dei giorni feriali viene riscontrato un maggiore impiego del sistema svincolato; invece, nel fine settimana non si rilevano ore in cui l'utilizzo è più intenso e il volume di traffico risulta minore rispetto alla settimana [49].

Un'ulteriore indagine sulla micromobilità nella città di Nanjing dimostra che la durata media dei viaggi con biciclette condivise sono rispettivamente 10,4 min per quelle a flusso libero e 15,9 min per quelle fisse [48]. La cumulata delle durate illustra che il 67,78% dei viaggi col servizio vincolato sono e l'83,43% di quelli a flusso libero ricadono entro i 15 minuti [48]. In merito alla distribuzione temporale delle durate vengono confermati risultati dello studio precedente che vede entrambi i servizi presentare dei picchi nelle fasce orarie 7-9 e 17-19, con un ulteriore picco, meno marcato fra le 11 e le 13 [49]. Questo fenomeno viene ricondotto al fatto che alcuni dipendenti effettuano degli spostamenti intorno all'ora di pranzo [48]. In generale, viene riscontrato un utilizzo orario medio maggiore del sistema svincolato [48]. Inoltre, viene osservato che il picco mattutino è maggiore rispetto a quello pomeridiano: ciò può essere plausibile col fatto che al mattino gli utenti prediligono le biciclette per evitare il traffico e risparmiare tempo, mentre al pomeriggio gli spostamenti sono causati da più fattori oltre al lavoro e tendenzialmente le persone hanno più tempo a disposizione [48].

2.4.1.2 Differenze spaziali

Il caso studio di Washington DC mostra un uso più intenso del sistema vincolato nelle zone ad alta presenza di uffici, attività commerciali e industrie, a supporto quindi della teoria che i servizi fissi sono maggiormente impiegati per spostamenti lavorativi [18]. Dalle analisi spaziali risulta che entrambi i sistemi sono scarsamente utilizzati nelle aree più povere della città, in quanto l'iscrizione a questi servizi richiede il possesso di una carta di credito [18]. In accordo con le analisi temporali, il bikesharing free-floating presenta un impiego maggiore il venerdì nel primo pomeriggio nel centro città, al contrario del sistema docked che mostra il picco fra il lunedì e il giovedì alle 5 di pomeriggio [18].

Lo studio cinese sulle differenze fra bikesharing fisso e libero indica che nei giorni feriali la distanza media percorsa con i veicoli a flusso libero è inferiore a quella dei fissi; infatti, il tragitto medio per quelli svincolati è 1286,8 m, mentre per i fissi è 1808,4 m [48]. Dall'analisi della distribuzione delle distanze emerge che gli utenti del bikesharing vincolato tendono a fare viaggi più lunghi; di fatto il 56,68% dei tragitti con i mezzi a flusso libero si esaurisce entro 1 km, al contrario di quelli effettuati col sistema fisso che risultano soltanto il 37,7% [48]. La preferenza del bikesharing free-floating per spostamenti brevi (≤ 1 km) risiede nel fatto che gli utenti devono semplicemente trovare la bicicletta più vicina e non la stazione [48]. Invece, la tendenza a utilizzare il sistema fisso è causata dal fatto che nella città di Nanjing per le prime 2 ore della corsa

non vi sono costi aggiuntivi [48]. Entrambi i sistemi sono largamente usati nelle periferie dove vi è una cospicua richiesta per spostamenti casa-lavoro, mentre laddove le condizioni topografiche sono più impegnative la domanda è minore [48]. Nella zona centrale il sistema più popolare è quello a flusso libero, per la maggiore facilità nel reperire i mezzi; invece, il servizio vincolato è più diffuso nell'area centro-ovest della città, la quale essendo di nuova costruzione, possiede infrastrutture ciclabili nuove e trasporti pubblici, elementi vantaggiosi per i bikesharing vincolati [48]. Dalle analisi spaziali risulta che la densità di luoghi di divertimento è correlata positivamente con l'utilizzo dei sistemi di micromobilità condivisa e in maniera più intensa con quelli liberi per la loro maggiore flessibilità [48]. Questo fenomeno si verifica soprattutto nel centro città, dove le strade non sono riservate esclusivamente ai mezzi motorizzati, ma anche alle biciclette, inoltre la presenza di molte attività commerciali attrae molti spostamenti per motivi di svago [48].

2.4.2 Bikesharing vincolato e monopattini elettrici a flusso libero

La rivoluzione nei trasporti indotta dalla tecnologia ha portato all'introduzione nei contesti urbani di veicoli elettrici leggeri come i monopattini, i quali nel giro di poco tempo hanno invaso le città, ponendo di fronte alle municipalità la valutazione degli impatti che questi servizi innovativi hanno sulle città [19].

2.4.2.1 Differenze temporali

Lo studio americano riguardo alle differenze temporali nell'utilizzo del bikesharing vincolato e dei monopattini elettrici (indicati con e-scooter) a Washington DC evidenzia che il sistema di biciclette è largamente più impiegato per gli spostamenti lavorativi rispetto a quello dei monopattini [19]. Infatti, nei giorni feriali, il bikesharing risulta più utilizzato negli orari di punta infrasettimanali (7-9 e 17-19), mentre i monopattini appaiono più popolari durante il fine settimana e attorno alle 17 nei giorni feriali [19]. Vengono svolte ulteriori analisi sugli utenti del bikesharing abbonati e casuali, dalle quali emerge che il modello temporale che seguono gli utenti occasionali è molto più simile a quello dei monopattini elettrici, conferma del fatto che il sistema di biciclette è maggiormente utilizzato per spostamenti casa-lavoro [19].

L'indagine svolta nella città di Zurigo sui servizi di micromobilità condivisa presenti (2 compagnie di monopattini elettrici, un bikesharing elettrico vincolato, un bikesharing elettrico libero e un sistema di bikesharing fisso) mostra che le biciclette in generale vengono utilizzate soprattutto nelle ore di punta del mattino e del pomeriggio (7-9 e 17-19) [13]. I monopattini invece presentano un picco meno pronunciato al mattino e più alto al pomeriggio, ma risultano più utilizzati rispetto alle biciclette durante le ore notturne [13].

2.4.2.2 Differenze spaziali

Le analisi spaziali sul caso studio di Washington DC evidenziano una predominanza di spostamenti degli utenti ordinari del bikesharing nel centro città, mentre i monopattini sono maggiormente impiegati nelle periferie [19].

Il caso svizzero mostra che i monopattini elettrici sono utilizzati per tragitti molto brevi (≈ 730 m), invece per le biciclette classiche la distanza media percorsa è di 1292 m [13]. La ricerca prende in considerazione anche la differenza di elevazione fra origine e destinazione dei singoli viaggi, rivelando che le biciclette a trazione muscolare e i monopattini vengono impiegati prettamente su terreni piani [13].

2.4.3 Biciclette e monopattini elettrici condivisi free-floating

La ricerca della letteratura inerente a questo argomento si è rivelata difficoltosa, in quanto non esistono molti studi riguardo alle principali somiglianze e differenze dei 2 sistemi. La carenza di ricerche sul tema è data dalla recente costituzione di servizi di monopattini in condivisione; inoltre, l'arrivo della pandemia all'inizio del 2020, ha provocato una rivoluzione nell'ambito dei trasporti, andando anche a influire sulla domanda di micromobilità condivisa. Vengono presi in considerazione alcuni studi che non affrontano specificatamente il confronto nell'utilizzo fra biciclette e monopattini a flusso libero, ma argomenti simili.

2.4.3.1 Analisi temporale

La ricerca svolta sui servizi di monopattini elettrici e bikesharing elettrico nella città di Washington DC rileva un incremento nel traffico di monopattini attorno alle 5 del pomeriggio dei giorni feriali, mentre le biciclette vengono maggiormente impiegate al mattino tra le 8 e le 9 [20].

Nel caso studio svizzero, viene evidenziato un andamento delle biciclette a flusso libero, nel giorno feriale medio, simile a quello dei veicoli fissi: sono presenti un picco mattutino più pronunciato fra le 7 e le 9 e uno pomeridiano fra le 17 e le 19 [13]. Al contrario, i monopattini vengono utilizzati meno al mattino e più al pomeriggio; inoltre, la loro frequenza d'impiego è maggiore nel tardo pomeriggio e alla sera [13].

Per quanto riguarda le velocità, da uno studio americano nella città di Austin, è emerso che gli utenti delle biciclette elettriche tendono a adottare velocità maggiori rispetto a quelli dei monopattini; infatti, la loro velocità media si attesta fra i 10,84 e 12,38 km/h, mentre per i monopattini il range di velocità è leggermente inferiore (7,88- 10 km/h) [32]. Inoltre, questa ricerca ha evidenziato che per entrambi servizi la velocità media è maggiore la notte al mattino rispetto al pomeriggio; ciò è riconducibile al fatto che gli utenti tendono a guidare a velocità minori in spostamenti per svago, rispetto a quelli lavorativi [32].

2.4.3.2 Analisi spaziale

L'analisi della distribuzione spaziale dei veicoli in sharing a Washington DC evidenzia che sia i monopattini sia le biciclette assistite hanno un'elevata concentrazione nel centro città [20]. Per quanto riguarda le altre zone della città, emerge una presenza notevole di 3 compagnie di monopattini (Bird, Lyft e Lime) nel quartiere di Georgetown, dove sono presenti molte attività commerciali e di intrattenimento e lungo il fiume Potomac [20]. Nonostante questo, esistono ulteriori punti della città dove si accumulano i monopattini; invece, le biciclette risultano molto popolari nelle zone est e nord [20].

L'indagine svolta nella città di Zurigo sullo sviluppo spazio-temporale dei servizi di micromobilità condivisa (monopattini e biciclette assistite), rileva che la distanza mediana percorsa dai monopattini in città è di circa 730 m, mentre quella delle biciclette è 1,6 km [13]. In merito alla differenza in elevazione fra origini e destinazioni emerge una tendenza degli utenti dei monopattini per percorsi piani; invece, quelli delle biciclette si muovono anche su salite e discese [13].

2.4.4 Riepilogo risultati dei precedenti lavori

Di seguito si riporta la tabella riepilogativa dei risultati emersi dalle ricerche prese in considerazione. Lo scopo di essa è mettere in evidenza le conclusioni provenienti da altri contesti e paragonarle a quelle del nostro studio.

Tabella 8 - Tabella riepilogativa delle caratteristiche di impiego dei sistemi di micromobilità condivisa

PARAMETRO		BIKESHARING STATION- BASED	BIKESHARING FREE- FLOATING	MONOPATTINI ELETTRICI
Durata media spostamento	[18]	18 min	18 min	-
	[48]	15,9 min	10,4 min	-
Durata mediana spostamento	[18]	11 min	5 min	-
% di spostamenti con durata max 15 min	[48]	67,78%	83,43%	-
	[49]	68%	83%	-
% di spostamenti con durata max 30 min	[49]	90%	96%	-
	[48]	1808,4 m	1286,8 m	-

Lunghezza tragitto medio	[13]	1292 m	1600 m	730 m
% di spostamenti di lunghezza max 1 km	[48]	37,7%	56,68%	
Utilizzo al mattino (giorni feriali)	[18]	Utilizzo maggiore nelle ore diurne. Impiego più intenso attorno alle 8 rispetto al free-floating	Utilizzo maggiore nelle ore diurne	-
	[48], [49]	Picco mattutino 7-9	Picchi mattutini 7-9 e 11-13	-
	[19]	Picco mattutino 7-9	-	Non significativo
	[13]	Picco mattutino 7-9	Picco mattutino 7-9 più grande rispetto al pomeriggio	Picco meno pronunciato rispetto al pomeriggio
Utilizzo al pomeriggio (giorni feriali)	[18]	Non significativo	Utilizzo nel primo e tardo pomeriggio rilevante	-
	[13], [19]	Picco 17-19	-	Largo impiego nel pomeriggio. Picco attorno alle 17 [19].
	[20]	-	Non significativo	Incremento del traffico attorno alle 17
Utilizzo sera/notte	[18]	Andamento simile	Andamento simile	
	[13]	Non significativo	Non significativo	Più utilizzati rispetto alle biciclette
Utilizzo in zone con elevata presenza di uffici/attività commerciali/industrie/università	[18]	Impiego intenso in zone con elevata presenza di uffici, attività commerciali e industrie	-	-
	[20]	-	Concentrazione in prossimità di uffici e università	Impiego elevato di 3 servizi in zone commerciali

Utilizzo nelle aree povere	[18]	Scarsamente utilizzato	Scarsamente utilizzato	-
Utilizzo in centro città	[18]	-	Notevole utilizzo nel pomeriggio	-
	[48]	Non significativo	Popolare in centro	-
	[19]	Uso intenso in centro	-	Non significativo
	[20]	-	Popolare in centro	Non significativo
Utilizzo in aree di nuova costruzione	[48]	Utilizzo correlato positivamente ad aree nuove	-	-
Utilizzo in relazione alla densità dei luoghi di divertimento	[48]	Correlazione positiva	Correlazione positiva, più intensa rispetto ai sistemi SB	-
Influenza topografia territorio	[48]	Domanda minore laddove le condizioni sono più impegnative	Domanda minore laddove le condizioni sono più impegnative	-
	[13]	Utilizzo maggiore su terreni piani	Utilizzo anche su salite e discese	Utilizzo maggiore su terreni piani
Velocità media	[32]	-	Range velocità 10,84-12,38 km/h. Tendenza a velocità maggiori per motivi di lavoro	Range velocità 7,88-10 km/h. Tendenza a velocità maggiori per motivi di lavoro.

3 CONTESTO SPERIMENTALE E METODOLOGIA

In capitolo viene inquadrata l'area di studio, introducendo le zonizzazioni adottate e le aree operative di ciascun servizio; successivamente vengono illustrati i metodi adottati per le analisi spazio-temporali e l'estrazione delle matrici O/D necessarie alle analisi comparative dei diversi servizi che sono state descritte nell'introduzione. Viene descritta la metodologia adottata per la stima dei parametri che forniscono le caratteristiche spazio-temporali dell'utilizzo di ciascun sistema di micromobilità condivisa presente nella città di Torino.

3.1 Zonizzazioni per lo studio della domanda

Il comune di Torino presenta una superficie di 130 km² e 848.196 abitanti; per approfondire le conoscenze sull'impiego dei sistemi di micromobilità condivisa nei vari quartieri dell'area vengono utilizzate due diverse zonizzazioni: una più approssimativa ed una più di dettaglio.

3.1.1 Zonizzazione IMQ

In questa sezione viene introdotta la zonizzazione precedentemente impiegata nell' "Indagine sulla Mobilità delle persone e sulla Qualità dei trasporti", la quale suddivide la superficie del Comune di Torino in 23 aree (Figura 24).

Dal momento che uno degli obiettivi dell'elaborato è quello di paragonare i risultati delle nostre analisi con quelli provenienti dall'indagine IMQ 2013, viene adottata la medesima suddivisione allo scopo di facilitare il confronto.

I nomi corrispondenti alle varie zone sono riportati all'Allegato 1 – Zonizzazione IMQ.

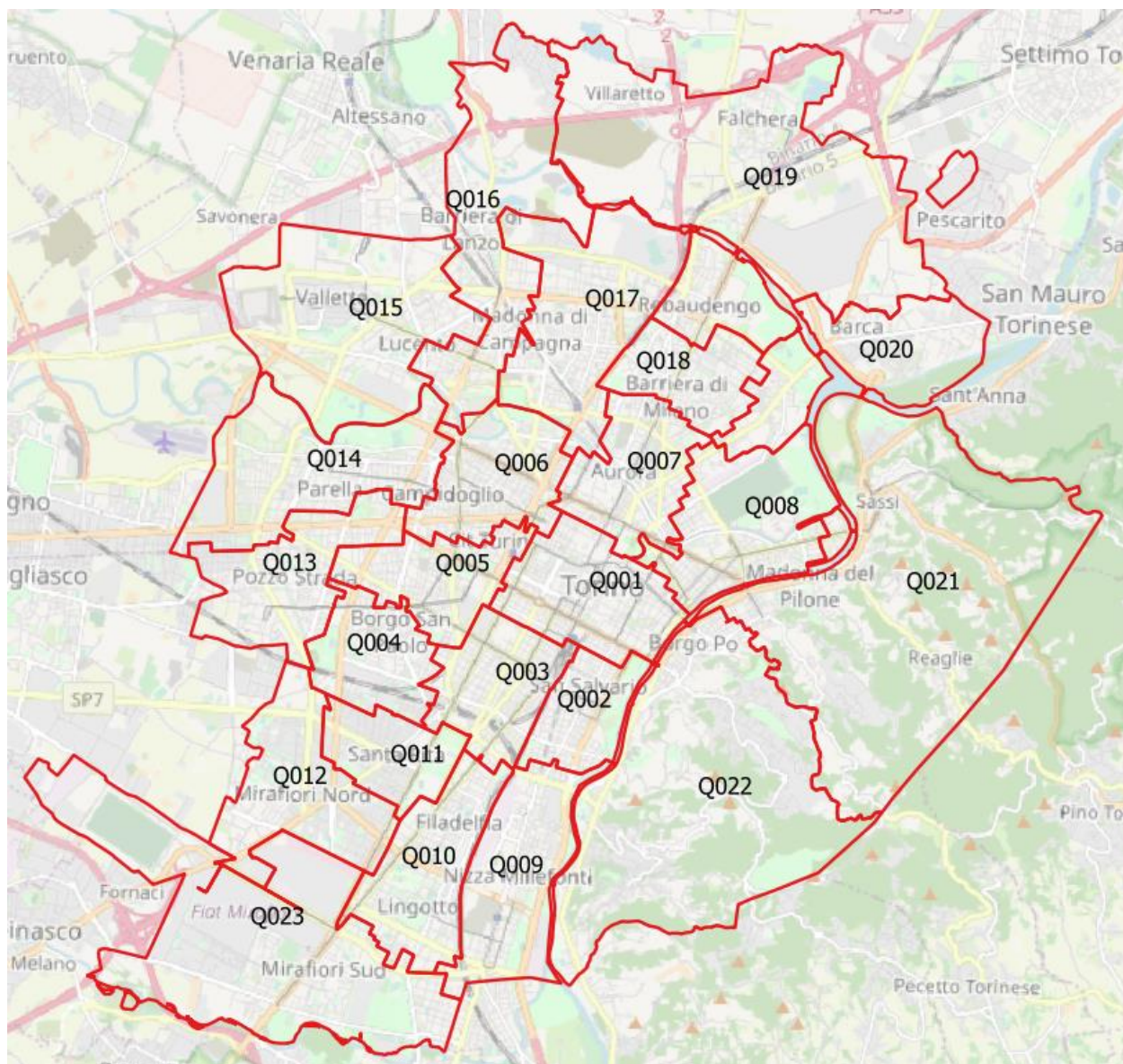


Figura 24 - Zonizzazione IMQ 2013 (Fonte: Indagine sulla Mobilità delle persone e la Qualità dei trasporti)

3.1.2 Zonizzazione ISTMO

Al fine di comprendere meglio le aree con maggiori disponibilità e quelle dove vi è più richiesta, a tale zonizzazione, prevalentemente utilizzata per l'analisi della domanda motorizzata a cui corrispondono spostamenti di maggior distanza, viene affiancata una zonizzazione più dettagliata in grado di cogliere meglio la domanda dei servizi di micromobilità (e le distanze percorse). Dunque, per alcune analisi viene adottata una zonizzazione, precedentemente impiegata nel "Progetto ISTMO" (Intelligenza per la Mobilità Sostenibile a Torino), programma promosso da vari enti cittadini allo scopo di migliorare l'integrazione fra il controllo e la pianificazione della mobilità sostenibile [4]. La suddivisione di dettaglio ripartisce l'area del Comune e della Cintura in 261 zone, delle quali ne vengono selezionate solo 158, scartando tutte quelle che ricadono fuori dalle aree operative, dato che lo studio riguarda solo la città di Torino. Si nota come la mappa più

The map displays the territorial division of the Municipality of Belforte d'Alba. The city's boundary is marked by a thick red line. The territory is divided into 100 districts, each labeled with a unique code (e.g., T0001, T0002, ..., T0167). These districts are grouped into 10 zones, labeled with codes starting with 'Z' (e.g., Z1014, Z1504, ..., Z2702). The map also shows the surrounding municipalities, including Venaria Reale, Allessano, Villaretto, Falchera, San Mauro Torinese, and others. The map is color-coded by zone, with various shades of green, yellow, and orange.

Le informazioni relative alle zone ISTMO sono riportate all'Allegato 2 – Zonizzazione ISTMO.

3.2 Aree operative

3.2.1 Area operativa del servizio Helbiz

Nel Comune di Torino a settembre 2020 erano presenti 500 monopattini e 500 biciclette a pedalata assistita [28].

La zona di copertura di Helbiz ha un'area di 72,34 km²; i quartieri di Falchera, Madonna del Pilone e Cavoretto Borgo Po non sono coperti dal servizio, mentre le Vallette, Madonna di Campagna, Borgo Vittoria, Rebaudengo, Regio Parco Barca e Mirafiori Sud risultano servite soltanto in parte.

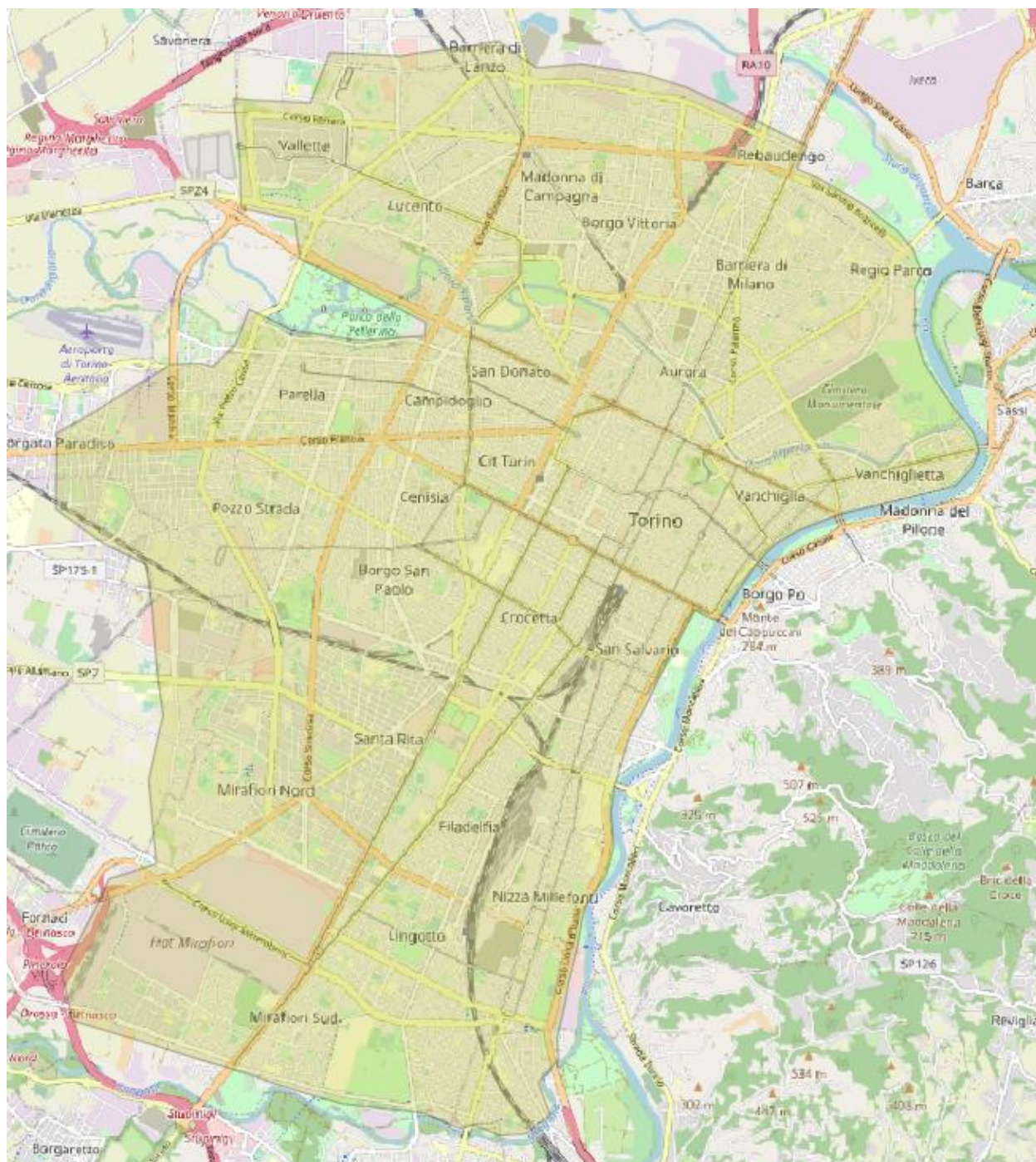


Figura 26 - Area operativa Helbiz 15/02/2021 (Fonte: Applicazione per smartphone Helbiz)

L'area operativa di Helbiz è delimitata ad est dal Po, eccetto che nell'area del Parco del Valentino, dove il confine si sposta su C.so Massimo D'Azeglio per poi proseguire su C.so Unità d'Italia fino all'intersezione col torrente Sangone. Nella parte sud, il limite dell'area costeggia il torrente, la Strada Castello di Mirafiori e la Strada del Drosso arrivando al confine col Comune di Beinasco. Nell'area di Mirafiori Sud rimane scoperta la zona del Cimitero Parco, in quanto il confine prosegue in direzione Nord, comprendendo anche una piccola parte del Comune di Grugliasco, fino allo "Shopville Le Gru". Poco più a Nord il limite percorre C.so Adriatico, nel Comune di Collegno, si dirige sempre in direzione Nord oltrepassando C.so Francia. Successivamente, il

confine devia verso il quartiere Parella raggiungendo C.so Marche; questa zona non risulta servita nella parte nord-ovest fra C.so Sacco e Vanzetti, Strada Antica di Collegno e Via Pietro Cossa. Il Parco della Pellerina, che si trova al confine fra i quartieri Parella e Vallette, non è incluso nell'area operativa; perciò, il limite della copertura è rappresentato qui da C.so Appio Claudio e C.so Regina Margherita. Nella zona Vallette l'area operativa è delimitata da: C.so Regina Margherita, Via Pietro Cossa, Strada Pianezza, Via delle Primule, C.so Ferrara e Via Druento. Nei quartieri a Nord della città, la copertura è assicurata solo in parte; in Madonna di Campagna il servizio è attivo solo a sud di Via Druento, mentre in Borgo Vittoria l'area operativa arriva fino a Via Guglielmo Reiss Romoli. Da quest'ultima il confine prosegue nel quartiere di Rebaudengo lungo Via Nino Oxilia, C.so Giulio Cesare e Via Sandro Botticelli fino ad arrivare al Po.

3.2.2 Area operativa del servizio Bird

Nel Comune di Torino nel 2020 sono presenti 500 monopattini Bird [28].

L'area operativa di Bird possiede un'estensione minore rispetto a quelle degli altri servizi di 28,4 km² e copre principalmente il centro città e i quartieri confinanti con esso. Le zone a Est del fiume (Madonna del Pilone e Cavoretto Borgo Po) sono servite solo in minima parte in prossimità di C.so Casale e C.so Moncalieri; all'altezza del Ponte Franco Balbis il limite dell'area operativa si sposta sulla sponda ovest del Po su C.so Unità d'Italia. Dalla rotonda Maroncelli l'area si estende verso sud ovest nel Comune di Moncalieri fino all'incrocio fra Via Sestriere e Via Cesare Battisti. Nel quartiere di Mirafiori Sud il limite della copertura è rappresentato dal Parco Gustavo Colonnetti a sud e da C.so Unione Sovietica a ovest. Successivamente il confine prosegue lungo C.so Giovanni Agnelli, C.so Sebastopoli, C.so Siracusa, Via Tirreno, C.so Filippo Brunelleschi, C.so Luigi D'Albertis e C.so Trapani fino all'incrocio con C.so Peschiera (Cenisia). Da questo punto, il limite dell'area devia e percorre Via Beaulard e C.so Francia fino al confine con Collegno. Da gennaio 2021 la società Bird opera anche nel Comune di Collegno con una sorta di servizio station-based [8]; nell'indagine viene deciso di non considerare questa parte, in quanto si apprende dalle fonti che a luglio 2020 non faceva ancora parte dell'area operativa. Il quartiere di San Donato è coperto dal servizio solo parzialmente nella parte più a sud; C.so Francia risulta interamente servito, invece C.so Regina Margherita, C.so Umbria e C.so Principe Oddone sono coperti solo in parte. Anche nella zona adiacente di Aurora, il servizio è garantito solo nelle aree più a sud: in particolare, sono coperte le aree nei pressi di C.so Regina Margherita, Porta Palazzo, C.so Undici Febbraio, Ponte Bologna e Lungo Dora Firenze. Nel quartiere di Vanchiglia, il servizio non è attivo nella parte a nord della Dora Riparia (area Cimitero Monumentale e Parco Pietro Coletta); il confine in questa zona è rappresentato dal Lungo Dora Siena, C.so Tortona e una parte di C.so

Belgio. I quartieri più a Nord (Vallette, Madonna di Campagna, Barriera di Milano, Borgo Vittoria, Regio Parco Barca, Rebaudengo e Falchera) non risultano serviti dalla compagnia.

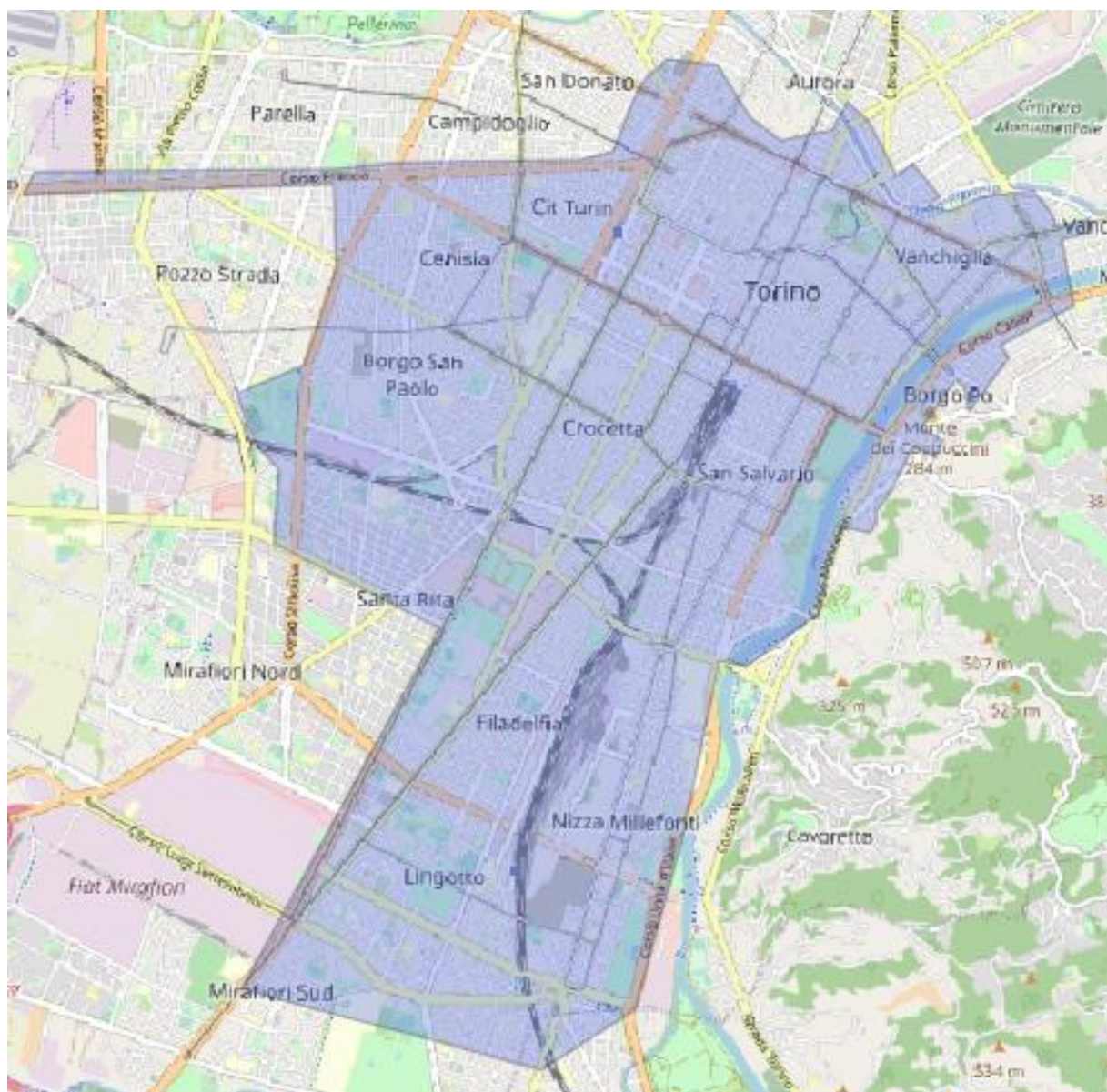


Figura 27 - Area operativa Bird 15/02/2021 (Fonte: applicazione per smartphone Bird)

3.2.3 Area operativa del servizio Mobike

Sulla base dei dati forniti, a settembre 2020 nella città di Torino l'offerta del servizio è di 1,9 biciclette Mobike per 1.000 abitanti [28]; dal momento che la città possiede 849.795 abitanti (2020), viene stimata una flotta totale di circa 1.600 mezzi.

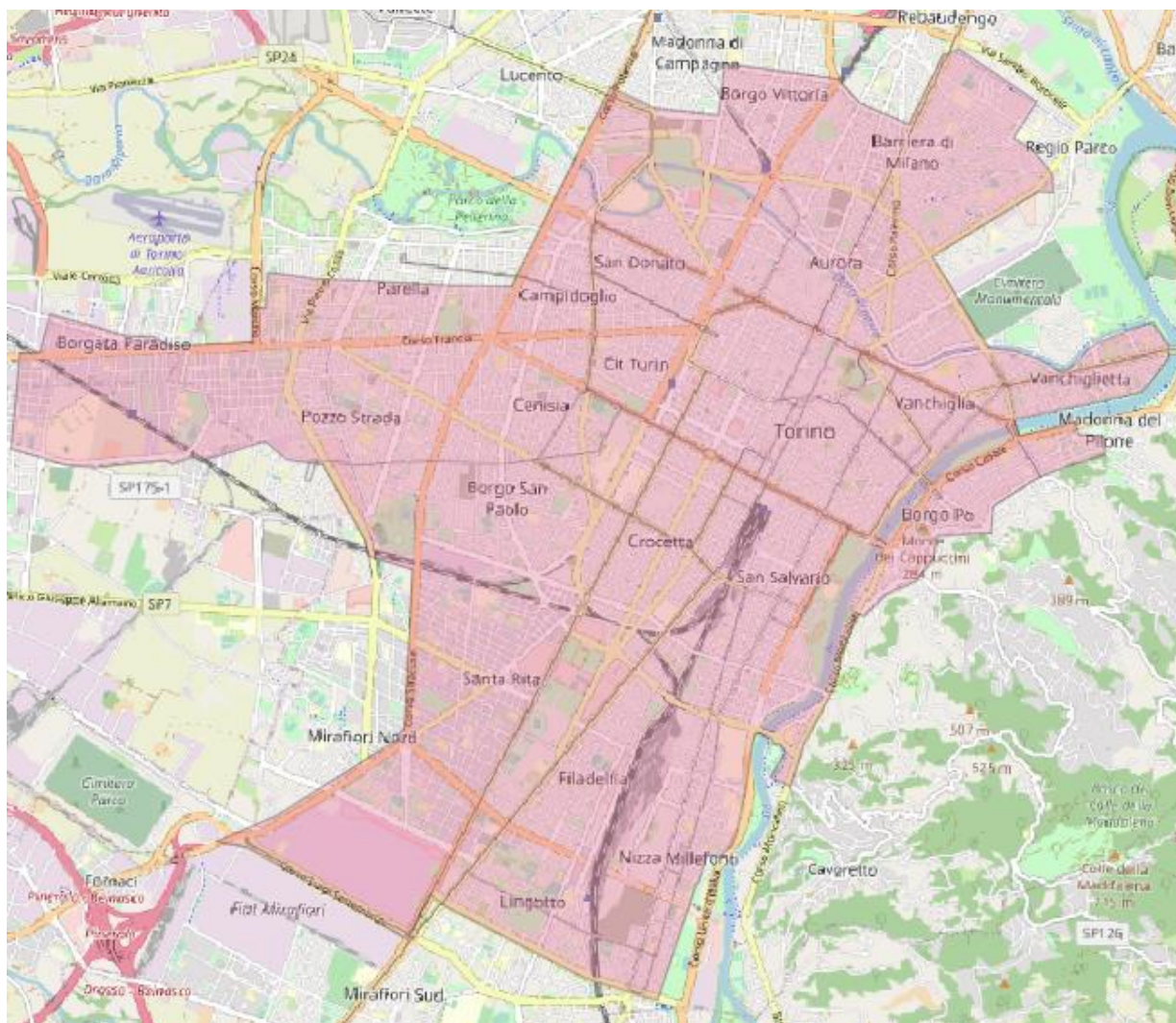


Figura 28 - Area operativa Mobike 15/02/2021 (Fonte: applicazione per smartphone Ridemovi)

Mobike copre un'area di 46 km² fra i Comuni di Torino, Grugliasco e Collegno. Anche per questo servizio alcuni quartieri della città ricadono fuori dall'area operativa, nello specifico sono: Vallette, Falchera e Mirafiori Sud. Le zone ad est della città sono coperte solo in minima dal servizio; infatti, il confine in Madonna del Pilone è rappresentato da C.so Quintino Sella che procede poi nella zona di Cavoretto Borgo Po costeggiando C.so Giovanni Lanza e C.so Moncalieri. All'altezza del Ponte Franco Balbis il limite dell'area si sposta su C.so Unità d'Italia e poi su Via Ventimiglia escludendo così l'area Italia 61. Successivamente, il confine continua su: C.so Traiano, C.so Giovanni Agnelli, C.so Luigi Settembrini, C.so Orbassano, C.so Siracusa, Via Tirreno, Via Santa Maria Mazzarello e Via Monginevro. Dopo di che l'area di copertura si estende verso il comune di Grugliasco, dove il limite costeggia la Strada della Pronda, C.so Torino, Via Alessandro La Marmora e Via Fratelli Villani. Nel Comune di Collegno il confine percorre C.so Francia, Via Richard Oriente e Via Edmondo de Amicis per poi ritornare su C.so Francia nel quartiere Parella. Il limite prosegue lungo C.so Marche, Via Valentino Carrera, Via Giacomo Medici, C.so Lecce in Parella, poi procede in C.so Potenza e C.so Toscana nell'area di Madonna

di Campagna. Il quartiere Borgo Vittoria è coperto dal servizio solo nella parte sud fra Via Verolengo, Via Orvieto e Via Breglio; in seguito, il confine prosegue in Via Lauro Rossi, C.so Giulio Cesare, C.so Taranto e Via Angelo Corelli (Barriera di Milano). Il limite si estende nell'area del Regio Parco Barca in Via Gottardo e Via Bologna, poi prosegue in C.so Novara, Lungo Dora Voghera e Lungo Po Antonelli (Vanchiglia).

3.3 Dataset della disponibilità dei mezzi

Per quanto concerne i servizi di bikesharing e monopattini in free-floating, il set di dati analizzati rappresenta le registrazioni minuto per minuto dei mezzi fermi, perciò disponibili, in un determinato momento in città: una volta che il veicolo viene noleggiato, non viene più registrata la posizione fino a che questo non viene nuovamente parcheggiato.

La fase di raccolta dati relativi all'utilizzo dei tre servizi precedentemente indicati, effettuata al precedentemente alle attività sperimentali descritte nel presente elaborato, è stata avviata il 9 luglio 2020 ed è stata parzialmente interrotta il 16 luglio seguente, per problemi di qualità del dato proveniente da una delle 3 piattaforme. Durante questo periodo, tuttavia, diverse problematiche di connessione hanno ridotto la qualità del dato, di fatto riducendo il numero di giorni analizzabili. In aggiunta, viene scelto di esaminare l'andamento dei noleggi in giorni feriali dato che anche le analisi storiche relative al servizio di bikesharing station-based ([TO]BIKE) hanno come oggetto di studio questa tipologia di giornate, tipicamente caratterizzate da andamenti diversi da quelli dei giorni festivi. In definitiva, i dati a disposizione si riferiscono a 3 giorni feriali di luglio 2020 che sono Venerdì 10, Lunedì 13 e Mercoledì 15.

Ogni stringa di acquisizione contiene le seguenti informazioni:

Tabella 9 - Interpretazione parametri

Nome parametro	Significato
Date	Data formato AAAAMMDD
Elements	Numero di minuti nella giornata in cui tutti i punti sono stati campionati
Time	Ora di registrazione
Timestamp	Timestamp univoco
Service	Nome servizio
Id	Id univoco del mezzo
Type	Tipologia mezzo

BikeType	Tipologia bici
Lat	Latitudine in coordinate GPS
Long	Longitudine in coordinate GPS
Power	Livello batteria (solo per mezzi elettrici)
Range	Autonomia stimata (solo per mezzi elettrici) [m]
Price	Tariffa al minuto
OperateType	Tipologia bici

Vengono importati su Excel i dataset relativi ai diversi servizi e viene effettuata un'operazione di "data-cleaning", che consiste nella rimozione delle stringhe duplicate.

3.4 Grandezze derivate dai dataset

Questa sezione è dedicata alla descrizione della metodologia adottata per le analisi dei dati di Bird, Helbiz e Mobike relativi al 10/07/2020, 13/07/2020 e 15/07/2020. Lo studio si articola in 6 parti:

- 1) Analisi spazio-temporale della disponibilità: viene spiegato il procedimento utilizzato per la stima della disponibilità complessiva in percentuale nell'area di studio durante le 3 giornate analizzate per ciascun servizio. Successivamente, viene concentrata l'attenzione sui quartieri a disponibilità maggiore, ricercando le caratteristiche che influenzando la distribuzione dei veicoli in città.
- 2) Valutazione dei prelievi: viene introdotto il metodo adottato per la valutazione degli spostamenti. Prima di procedere all'estrazione delle matrici O/D, viene effettuata un'operazione di data-cleaning che serve ad eliminare tutti gli spostamenti non attribuibili all'utenza, ma bensì ad interventi di riposizionamento effettuati dal gestore. Successivamente, vengono esaminate le differenze fra gli andamenti temporali dei prelievi dei 2 servizi e messi a confronto con le informazioni provenienti dal dataset [TO]BIKE 2013.
- 3) Estrazione matrici O/D: Viene descritto il metodo adottato per la determinazione delle matrici di origine/destinazione (O/D) di ciascun servizio (Mobike e Helbiz). In maniera analoga alle analisi sulla disponibilità, vengono svolte ulteriori indagini sulle celle delle matrici che mostrano un'elevata percentuali di traffico.
- 4) Determinazione delle distanze: Il metodo di calcolo adottato viene mostrato nel paragrafo inerente alla valutazione degli spostamenti; nello specifico, nella parte relativa al data-cleaning. Vengono poi confrontati i risultati dei dataset attuali Mobike ed Helbiz.

- 5) Determinazione delle durate: Il metodo viene introdotto nel paragrafo inerente alla valutazione degli spostamenti, nella parte relativa al data-cleaning. I risultati ottenuti vengono poi messi in parallelo fra di loro e confrontati con la stessa tipologia di informazioni provenienti dal dataset [TO]BIKE 2013.
- 6) Stima delle velocità medie: Viene descritto il metodo per l'analisi delle velocità medie degli spostamenti.

Dal momento che per il servizio Bird non è stato possibile estrarre alcun spostamento, viene utilizzato soltanto nella parte di confronto della disponibilità fra monopattini e biciclette.

3.4.1 Distribuzioni spazio-temporali della disponibilità

Viene determinata l'evoluzione della disponibilità in percentuale nelle 23 zone IMQ in cui è suddiviso il territorio del Comune di Torino; successivamente, per le aree a maggiore densità, viene utilizzata la zonizzazione più fitta precedentemente introdotta, al fine di comprendere quali sono i maggiori punti di accumulo in città.

In primo luogo, vengono suddivisi i dataset di ogni servizio su base oraria, in modo da poter ricavare ora per ora la quantità di mezzi presenti in città e vengono importati sul software georeferenziato QGIS. Prima di procedere ai calcoli, vengono eliminati tutti quei punti che ricadono fuori dalle rispettive aree operative.

Grazie al comando “Vettore” → “Strumenti di analisi” → “Conta i punti nel poligono” è possibile determinare il numero di registrazioni geolocalizzate in ogni zona; dopo ciò si procede con la valutazione delle disponibilità orarie nel comune e all'interno dei suoi quartieri. Dal momento che la quantità di veicoli attivi in città non è costante nel corso della giornata, per determinare la disponibilità ad ogni ora, vengono effettuate le seguenti operazioni:

- 1) Ricerca del numero massimo di id univoci id_{max} : registrati in un minuto nella giornata in analisi e stima delle relative medie orarie.
- 2) Valutazione della disponibilità complessiva in percentuale su tutta la città con la seguente formula:

$$d_{tot} = \frac{id_h}{id_{max}} * 100$$

Dove:

- d_{tot} : è la disponibilità totale in percentuale della città ad una determinata ora;
- id_h : media degli id univoci registrati nell'ora di analisi;
- id_{max} : numero massimo di id univoci registrati in un minuto nell'intero dataset.

Successivamente, tramite proporzione, vengono valutate le disponibilità in percentuale nelle varie zone:

$$d_{h,n} = \frac{id_{h,n}}{id_{tot,h}} * d_{tot}$$

Dove:

- $d_{h,n}$: disponibilità in percentuale della zona “n” ad una determinata ora;
- $id_{h,n}$: numero di registrazioni avvenute nell’ora in analisi nella zona “n”;
- $id_{tot,h}$: numero di registrazioni avvenute nell’ora in analisi in tutta la città;
- d_{tot} : disponibilità complessiva della città nell’ora analizzata.

In seconda battuta, vengono esaminati nel dettaglio i quartieri che presentano le maggiori disponibilità, allo scopo di comprendere meglio dove si localizza l’offerta di ciascun servizio, la quale può indurre in questi luoghi una maggiore domanda di mobilità. Questa operazione viene effettuata per tutti i giorni analizzati, utilizzando il medesimo comando di QGIS “Conta i punti nel poligono”, ma in questo caso con una zonizzazione più fitta. Una volta ricavate le registrazioni di ogni zona per tutti e 3 i giorni, vengono sommate le acquisizioni di ogni ora ottenendo i totali di zona e ne viene fatta la media fra i giorni analizzati.

Dopo di che, viene valutato l’andamento medio di ciascun servizio e messo a confronto con gli altri per capire se gli sviluppi temporali hanno caratteristiche simili.

In ultima analisi, viene effettuato un approfondimento sui livelli di disponibilità medio delle 3 giornate nelle varie zone della città. I valori delle disponibilità orarie vengono aggregate in 4 fasce orarie con caratteristiche simili: ora di punta (7-9 e 17-19), ore di morbida (9-17) e ore notturne (19-7). Successivamente, le tabelle di disponibilità media aggregata vengono riportati sul software QGIS, dove grazie al comando “Join” è possibile unirle al layer della zonizzazione e ricavarne il grafico.

3.4.2 Generazione degli spostamenti

La valutazione degli spostamenti viene effettuata grazie all’ausilio del programma di calcolo Excel e del software georeferenziato QGIS.

In prima battuta vengono ordinati i dataset di ogni servizio per identificativo “id” e per orario di acquisizione dell’informazione “time” e si procede confrontando le posizioni adiacenti. Laddove 2 stringhe consecutive risultano avere la stessa ubicazione, significa che il veicolo è fermo; quindi, viene scartato il primo record e si prosegue al confronto con il successivo; quando invece la posizione è differente, indica uno spostamento. Queste operazioni su Excel vengono effettuate attraverso le funzioni “SE” e “E” applicate ai dati a disposizione. Le formula per la determinazione delle origini è:

$$SE(E(id_n = id_{n+1}; lat_n <> lat_{n+1}; long_n <> long_{n+1}); "O"; "")$$

Dove:

- id_n : identificativo del mezzo n;
- id_{n+1} : identificativo del mezzo n+1;
- lat_n : latitudine a cui si trova il mezzo n;
- lat_{n+1} : latitudine a cui si trova il mezzo n+1;
- $long_n$: longitudine a cui si trova il mezzo n;
- $long_{n+1}$: longitudine a cui si trova il mezzo n+1;

Allo stesso modo vengono determinate le destinazioni:

$$SE(E(id_n = id_{n-1}; lat_n <> lat_{n-1}; long_n <> long_{n-1}); "D"; "")$$

Dove:

- id_{n-1} : identificativo del mezzo n-1;
- lat_{n-1} : latitudine a cui si trova il mezzo n-1;
- $long_{n-1}$: longitudine a cui si trova il mezzo n-1;

In questa maniera vengono determinati le coppie origine/destinazione per ogni servizio.

Per avere un dataset più preciso, nelle formule inerenti ai monopattini, viene considerato anche il parametro “Power” che indica il livello di carica della batteria. La formula diventa così:

$$SE(E(id_n = id_{n+1}; lat_n <> lat_{n+1}; long_n <> long_{n+1}; Power_n <> Power_{n+1}); "O"; "")$$

Vengono creati due nuovi elenchi affiancati per le origini e le destinazioni e da questi vengono calcolati la distanza e la durata di ogni viaggio. La distanza percorsa viene calcolata tramite la “Formula dell’emisenoverso” [17]:

$$d = 2 * 6371 * \arcsen \left(\sqrt{\sin \left(\frac{lat_d - lat_o}{2} \right)^2 + \cos lat_o * \cos lat_d * \sin \left(\frac{long_d - long_o}{2} \right)^2} \right)$$

Dove:

- d : distanza percorsa nel viaggio [km];
- 6371: raggio della terra [km];
- lat_d : latitudine a cui si trova il mezzo a destinazione;
- lat_o : latitudine a cui si trova il mezzo all’origine;
- $long_d$: longitudine a cui si trova il mezzo a destinazione;
- $long_o$: longitudine a cui si trova il mezzo all’origine;

La durata di ciascun tragitto viene calcolata come segue:

$$t = ASS(time_d - time_o)$$

Dove:

- t : durata del viaggio [min];
- $time_d$: orario di destinazione;

- $time_o$: orario di origine.

Dai calcoli sulle distanze emergono alcune variazioni di posizione non classificabili come viaggi, in quanto risultano delle distanze dell'ordine di pochi metri, attribuibili ad errori GPS. Dalle indagini condotte dall'Osservatorio Nazionale di Sharing Mobility emerge che la distanza media nazionale di uno spostamento effettuato con veicolo condiviso è pari a 1,6 km per i monopattini e 0,9 km per biciclette free-floating e che la durata media nazionale, per entrambi, risulta circa 9,6 minuti, vengono eliminati tutte quelle coppie O/D che non rispettano determinati criteri [38]. In particolare, vengono esclusi dai calcoli tutti quegli spostamenti per i quali la distanza risulta inferiore a 100 m e la durata maggiore di due ore, in quanto poco plausibili.

Per ciascun servizio, viene analizzata la distribuzione dei prelievi nelle 24 h, calcolando per ogni giornata in esame quanti noleggi avvengono ogni ora. Vengono mediati i valori di ogni giornata di servizio analizzata in modo da ottenere uno sviluppo temporale medio per ogni servizio e infine vengono sommati i valori dei due servizi (Helbiz e Mobike).

3.4.3 Estrazione delle matrici O/D

Una volta determinati gli spostamenti, si procede con la valutazione delle matrici origine/destinazione.

I due elenchi (origine e destinazione) ottenuti nelle operazioni precedenti, vengono salvati come file testuali .txt e importati su QGIS. Grazie alla funzione del software “Vettore” → “Strumento di Gestione Dati” → “Unisci attributi per posizione” vengono creati dei layer temporanei sul programma, i quali contengono le informazioni provenienti dal dataset con l'aggiunta di indicazioni riguardo la geolocalizzazione dei mezzi.

Successivamente, i layer temporanei creati su QGIS vengono copiati e incollati su Excel, dove vengono estrapolati i valori delle celle delle matrici O/D. Attraverso la funzione “CONTA.PIÙ.SE” è possibile calcolare quanti viaggi sono stati effettuati fra una determinata origine e destinazione.

Dal momento che gli spostamenti validi relativi ad un singolo giorno risultano un numero limitato e che non vengono rilevate differenze marcate tra le matrici giornaliere, viene deciso di accorpare gli spostamenti di più giorni (10/07/2020, 13/07/2020 e 15/07/2020) in una singola matrice, al fine di popolare la maggior parte delle celle della matrice O/D.

Infine, le matrici complessive vengono poste in termini relativi (%) per valutare le zone con più spostamenti, attraverso la seguente proporzione:

$$T_{tot}: 100 = t_{nn}: X$$

Dove:

- T_{tot} : la somma degli spostamenti totali estratti per ogni giorno di analisi;

- t_{nn} : somma degli spostamenti effettuati fra una determinata origine e destinazione;
- X : percentuale degli spostamenti t_{nn} rispetto al totale T_{tot} .

Una volta determinate le matrici O/D, viene effettuata una ricerca sulle distribuzioni spaziali delle origini e delle destinazioni dei vari sistemi. Nella prima parte, vengono messi a confronto i dati disponibili di [TO]BIKE del 2013 sulle origini e quelli di Helbiz e Mobike di luglio 2020; successivamente viene ripetuta l'analisi paragonando le origini e le destinazioni di questi ultimi due, al fine di identificare potenziali similitudini e differenze tra diverse tipologie di mezzo in condivisione.

A questo proposito, vengono importati su QGIS i file txt delle origini di Helbiz e Mobike di ciascuna giornata analizzata, precedentemente utilizzate nei calcoli per la matrice O/D. Viene applicato il comando "Conta punti nel poligono", dove il poligono è la zonizzazione ISTMO, ottenendo il numero di origini, Helbiz e Mobike, che ricadono in ogni zona per ciascuna giornata in esame. Si riporta come esempio un estratto dei risultati ottenuti dal conteggio delle origini di Helbiz il 13/07/2020.

zone_name	Denom_GTT	Int_Ext	IMQ_CODE	N	Istmo	Zona91_201	DESCR	NUMPOINTS
LARGO TABACC...	LARGO TABACC...	Int	T0105	93	T0105	Q021	MADONNA DE...	0
VIA SACCHI	SOMMEILLER-S...	Int	T0068	102	T0068	Q003	CROCETTA	9
AREA CORSO R...	EINAUDI-UMBE...	Int	T0018	101	T0018	Q003	CROCETTA	2
CORSO DUCA ...	EINAUDI-FERR...	Int	T0067	100	T0067	Q003	CROCETTA	4
PIAZZA MARM...	PIAZZA MARM...	Int	T0074	98	T0074	Q004	SAN PAOLO	6
PARCO DEL VAL...	AZEGLIO-MARC...	Int	T0120	106	T0120	Q002	SAN SALVARIO	4
CORSO MARCO...	CRISTINA-MAR...	Int	T0121	105	T0121	Q002	SAN SALVARIO	6
STAZIONE PORT...	PORTA NUOVA	Int	T0008	104	T0008	Q001	CENTRO	47
LARGO MARCONI	NIZZA-MARCONI	Int	T0122	103	T0122	Q002	SAN SALVARIO	8
POZZO STRADA	BARDONECCHI...	Int	T0132	46	T0132	Q013	POZZO STRADA	25
PIAZZA MASSA...	PIAZZA MASSA...	Int	T0087	45	T0087	Q014	PARELLA	22
MANIFATTURA ...	VIA GOTTARDO...	Int	T0052	19	T0052	Q020	REGIO PARCO B...	0
LARGO BRESCIA	LARGO BRESCIA	Int	T0114	44	T0114	Q007	AURORA	4
PIAZZA BERNINI	BERNINI	Int	T0040	50	T0040	Q006	SAN DONATO	23
LARGO FRANCIA	LARGO FRANCIA	Int	T0130	49	T0130	Q006	SAN DONATO	12
PIAZZA MONCE...	LECCE-FABRIZI	Int	T0041	48	T0041	Q014	PARELLA	12
PIAZZA RIVOLI	PIAZZA RIVOLI	Int	T0088	47	T0088	Q013	POZZO STRADA	28
ENVYRONMENT...	REGINA MARG...	Int	T0012	54	T0012	Q006	SAN DONATO	17
CASERMA CER...	VINZAGLIO-CE...	Int	T0125	53	T0125	Q001	CENTRO	3
PIAZZA STATUTO	PIAZZA STATUTO	Int	T0011	52	T0011	Q006	SAN DONATO	18
STAZIONE PORT...	PORTA SUSA	Int	T0091	51	T0091	Q005	CENISIA	23
PALAZZO DI CI...	GARIBALDI-MIL...	Int	T0001	58	T0001	Q001	CENTRO	7
BASILICA DELL...	REGINA-CONS...	Int	T0123	57	T0123	Q007	AURORA	5
PIAZZA ARBAR...	GARIBALDI-CO...	Int	T0059	56	T0059	Q001	CENTRO	2

Figura 29 - Conteggio delle origini Helbiz 13/07/2020 (estratto)

Nella Figura 29 il campo “NUMPOINTS” rappresenta il numero di spostamenti che originano in una determinata zona nel giorno analizzato.

I dati vengono riportati in Excel, dove vengono mediati i risultati dei giorni di analisi, ottenendo dunque un valore medio degli spostamenti in origine per ogni servizio in ciascuna zona. Successivamente vengono sommati i risultati di entrambi i servizi e convertiti in percentuale. Si riporta a titolo d’esempio la Figura 30 in cui sono indicate il numero medio di origini, sia di Helbiz che di Mobike, avvenute in ogni zona e il loro valore in percentuale rispetto alla media degli spostamenti avvenuti nei giorni di analisi.

Denom_GTT	MEDIA	MEDIA %
PORTA NUOVA	48	5.22
PIAZZA RIVOLI	31	3.37
BERNINI	30	3.26
PORTA SUSÀ	28	3.05
REGINA MARGHERITA-PRINCIPE ODDONE	27	2.94
BARDONECCHIA-S.MICHELE	26	2.83
ROMA-PRINCIPE AMEDEO	26	2.83
NIZZA-MILLEFONTI	24	2.61
PIAZZA VITTORIO	22	2.39
PIAZZA CASTELLO	20	2.18
PIAZZA MASSAUA	20	2.18
PIAZZA STATUTO	19	2.07
CIBRARIO-TASSONI	16	1.74
FREJUS-RACCONIGI	15	1.63
PIAZZA SABOTINO	15	1.63
DANTE-NIZZA	14	1.52
PIAZZA REPUBBLICA	13	1.41
ACCADEMIA ALBERTINA-MARIA VITTORIA	12	1.31
MONTE GRAPPA-BIANCHI	12	1.31
STAZIONE DORA	12	1.31
CESARE-NOVARA	11	1.20
DANTE-AZEGLIO	11	1.20
LARGO FRANCIA	11	1.20
REGINA MARGHERITA-TASSONI	11	1.20
SOMMEILLER-NIZZA	11	1.20
VITTORIO-PRINCIPE ACAIA	11	1.20

Figura 30 - Luoghi di origine offerta attuale (estratto)

I valori percentuali vengono poi riportati in QGIS dove è possibile unirli alla zonizzazione ISTMO e rappresentarne la distribuzione in base alla percentuale di viaggi in origine che avvengono mediamente in ogni zona.

Dato che per [TO]BIKE sono già disponibili il numero di origini in ciascuna zona nel giorno feriale medio, viene quindi convertito questo numero in percentuale. Dopo di che viene importata su QGIS la tabella con tutti i dati e unita alla zonizzazione ISTMO.

Si ottiene dunque un layer con tutte le informazioni riguardo alla densità in percentuale delle origini, dal quale è possibile ricavare le mappe di concentrazione.

Per il confronto fra i sistemi a flusso libero, si applica un procedimento simile a quello applicato prima per le origini di Helbiz e Mobike, con la differenza che in questo caso si considerano separatamente.

In ultima analisi vengono confrontate le principali coppie O/D delle matrici di Helbiz e Mobike. Viene effettuata un'analisi bidirezionale su ogni coppia, ovvero vengono sommate le celle simmetriche di ciascuna matrice, in modo tale da ottenere il traffico complessivo su ogni tratta. Per ottenere la lista completa della percentuale di spostamenti fra ogni coppia di punti, viene assegnato ad ogni zona un numero fra 1 e 23 e viene utilizzata la seguente formula Excel:

$$se(n_i = n_j; INDICE\left(matrice\frac{o}{d}; n_i; n_j\right); INDICE\left(matrice\frac{o}{d}; n_i; n_j\right) + INDICE\left(matrice\frac{o}{d}; n_j; n_i\right))$$

Dove:

- n_i, n_j : numeri assegnati alla zona i e j;

Una volta ottenuta la stima del traffico per ogni O/D, viene convertito in txt e importato su QGIS, dove, grazie al plugin “Shape Tools”→”XY to line” è possibile ottenere la mappa dei flussi di traffico.

Per rendere la mappa leggibile, vengono considerate nell'analisi solo quelle coppie O/D che possiedono un traffico bidirezionale maggiore dell'1%.

3.4.4 Valutazione delle lunghezze degli spostamenti

Le distanze degli spostamenti vengono valutate tramite la formula illustrata precedentemente per le operazioni di data-cleaning; vengono poi confrontati i risultati ottenuti dei monopattini e delle biciclette.

3.4.5 Determinazione della durata degli spostamenti

La durata degli spostamenti viene determinata durante le operazioni preliminari di data-cleaning. Ai fini dell'indagine, viene estratta la frequenza delle durate, suddividendo lo spettro complessivo in classi di durata di larghezza 2 min, tramite la seguente formula Excel:

$$f_n = FREQUENZA(t_1:t_m; d_{1min}; d_{40min})$$

Dove:

- f_n : frequenza di viaggi di durata n;
- $t_1:t_m$: elenco delle durate degli spostamenti ricavati;
- d_{1min} : classe di durata pari a 1 minuto;
- d_{40min} : classe di durata pari a 40 minuti;

Per essere coerenti con la classificazione proposta da [TO]BIKE, tutti i viaggi con durata maggiore uguale a 40 minuti vengono classificati in un'unica categoria “ ≥ 40 min”, in modo anche da concentrare l'attenzione su spostamenti brevi, tipici degli utenti dei servizi di micromobilità condivisa.

3.4.6 Stima delle velocità medie degli spostamenti

In ultima analisi sono state determinate le velocità medie dei viaggi e la loro frequenza di accadimento.

Nel calcolo della velocità viene effettuata anche un'operazione di data-cleaning per eliminare tutti i dati non validi. Nello specifico, vengono rimossi tutti i valori di velocità media che non rispettano le seguenti condizioni:

- Mobike: velocità media maggiore di 30 km/h;
- Helbiz: velocità media maggiore di 25 km/h, limite imposto dalla legge [27].

Ad ogni stringa viene applicata la seguente formula:

$$v_i = se \left(\frac{s_i}{(d_i * 24)} > v_{lim}; \text{elimina}; \frac{s_i}{(d_i * 24)} \right)$$

Dove:

- v_i : velocità media dell'i-esimo spostamento;
- s_i : distanza percorsa nell'i-esimo spostamento;
- d_i : durata dell'i-esimo spostamento;
- v_{lim} : limite di velocità per cui lo spostamento è valido (30 km/h per le biciclette e 25 km/h per i monopattini).

Successivamente, viene determinata la frequenza di accadimento delle velocità medie; per fare ciò, i dati vengono ripartiti per classi di velocità di ampiezza di 2 km/h e viene applicata la seguente formula:

$$f_n = FREQUENZA(v_1: v_m; v_{2km/h}; v_{30km/h})$$

Dove:

- f_n : frequenza di viaggi di velocità n;
- $t_1: t_m$: elenco delle velocità degli spostamenti ricavati;
- $v_{2km/h}$: classe di velocità minore o uguale a 2 km/h;
- $v_{30km/h}$: classe di velocità 28-30 km/h.

4 RISULTATI DELLO STUDIO DEL DATASET

In questo capitolo vengono mostrati i risultati delle analisi dei dataset inerenti alla variazione spazio-temporale di concentrazione dell'offerta e alla domanda di mobilità di mezzi in sharing.

In merito alla prima tematica, vengono esaminati i quartieri con maggiori disponibilità, andando a ricercarne le caratteristiche che provocano presenze elevate di questi veicoli al loro interno. Successivamente, viene analizzato lo sviluppo temporale dell'offerta di ogni servizio in città nelle 3 giornate; dato che non vengono rilevate differenze significative fra i vari giorni, per le zone a maggiore concentrazione, viene esaminato un andamento temporale medio. Grazie all'ausilio della zonizzazione di dettaglio, nei quartieri ad elevata densità, vengono ricercate le aree interne ad essi in cui l'offerta è maggiore.

Nella sezione relativa ai viaggi, vengono illustrati gli spostamenti estratti per ogni giorno e quelli che vengono esclusi dalla ricerca, in quanto non rispettano i criteri di validità stabiliti al paragrafo 3.4.2. Per i quartieri in cui si ha un elevato traffico intrazonale vengono calcolate le origini e le destinazioni, al fine di comprendere dove la richiesta di mobilità è maggiore.

Una volta determinata l'origine e la destinazione di ciascun spostamento, vengono determinate le caratteristiche di essi come distanza, durata e velocità.

Durante la ricerca sono emersi alcune problematiche, per le quali non è stato possibile usufruire di alcune parti del dataset. Nello specifico, sono state rilevate le seguenti anomalie:

- Dataset Helbiz del giorno 10/07/2020: per la gran parte della giornata il numero totale delle registrazioni acquisite è molto basso e si discosta dai numeri ottenuti negli altri giorni. A causa di ciò, viene deciso di non considerare questa parte di dati nei calcoli per la disponibilità oraria.
- Giorno 15/07/2020, ore: 15-18: per tutti e 3 i servizi non sono pervenute alcune registrazioni in quella fascia oraria: 15:41-16:05 e 16:31-18:04 per Bird, 17:43-18:14 per Helbiz e 17:43-18:20 per Mobike.

Dal momento che il quartiere di Falchera non viene servito da nessuno dei 3 sistemi, viene deciso di non considerarlo nelle analisi.

4.1 Distribuzione spazio-temporali della disponibilità

Nel seguente paragrafo vengono mostrati e commentati i risultati ottenuti dalle indagini riguardo l'andamento della disponibilità dei vari servizi.

Nei seguenti paragrafi, vengono riportati i valori del numero massimo di id giornaliero, le relative medie orarie e dei grafici esplicativi sull'evoluzione della disponibilità nel suo complesso e nelle singole zone.

4.1.1 Variazione spaziale e temporale della disponibilità Bird

Di seguito si riportano i valori estrapolati dal dataset riguardo ai massimi giornalieri e medie orarie degli id univoci e i grafici sull'andamento temporale della disponibilità nei 3 giorni analizzati.

Tabella 10 - Massimo giornaliero id univoci Bird registrati in 1 minuto

Massimo giornaliero		
10/07/2020	13/07/2020	15/07/2020
600	664	532

Tabella 11 - Media oraria id univoci Bird registrati ogni minuto

Media oraria			
ore	10/07/20	13/07/20	15/07/20
00:00 – 00:59	500	530	518
01:00 – 01:59	505	528	520
02:00 – 02:59	503	527	517
03:00 – 03:59	502	523	518
04:00 – 04:59	501	522	511
05:00 – 05:59	501	517	510
06:00 – 06:59	499	514	511
07:00 – 07:59	498	503	524
08:00 – 08:59	496	510	527
09:00 – 09:59	494	511	519
10:00 – 10:59	507	513	524
11:00 – 11:59	526	525	524
12:00 – 12:59	534	521	524
13:00 – 13:59	524	507	516
14:00 – 14:59	539	526	503

15:00 – 15:59	557	509	512
16:00 – 16:59	591	568	505
17:00 – 17:59	590	563	-
18:00 – 18:59	591	534	499
19:00 – 19:59	583	562	479
20:00 – 20:59	584	562	488
21:00 – 21:59	585	560	479
22:00 – 22:59	584	554	471
23:00 – 23:59	577	562	471

Dalle Tabella 10 e Tabella 11 emerge che la quantità di mezzi attivi in città varia molto a seconda dei giorni e dell'orario. Questi cambiamenti sono dovuti all'uso più o meno intenso dei servizi da parte dell'utenza (in orari di punta vengono noleggiati più mezzi, quindi ce ne sono meno disponibili) e alla manutenzione. Si nota che il 13/07 sono stati acquisiti in un minuto 664 id univoci; quindi, significa che in quel determinato minuto erano disponibili almeno 664 monopattini; invece, il 15/07 il massimo raggiunto è stato pari a 532. La Tabella 11 mostra la media oraria degli id univoci ricavati per ogni ora; il 10/07 e il 13/07 si osservano degli andamenti analoghi; infatti, sono presenti meno mezzi al mattino fra le 6 e le 10, mentre dalle 16 la quantità di veicoli attivi aumenta notevolmente. Al contrario il 15/07, durante la giornata non ci sono grossi cambiamenti nel numero di mezzi disponibili; dalle 18 questa quantità diminuisce.

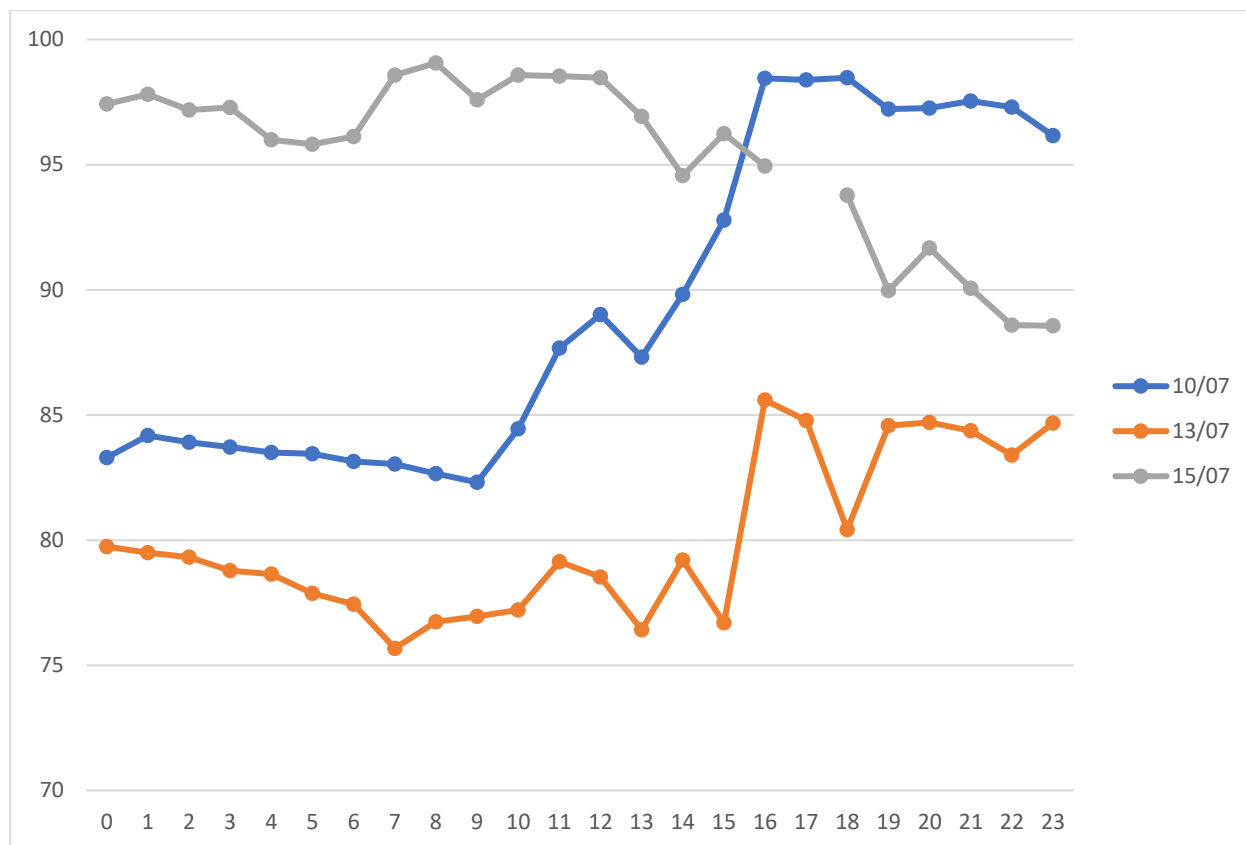


Figura 31 - Andamento temporale disponibilità totale monopattini Bird nei giorni 10/07/2020, 13/07/2020 e 15/07/2020

La disponibilità complessiva non presenta notevoli differenze fra i giorni; infatti, oscilla fra il 75% e il 100%. In tutti e 3 i giorni emerge che la quantità di mezzi disponibili rimane per lo più costante nelle ore notturne (24-7), conferma del fatto che i mezzi in sharing rimangono fermi, perché vengono poco utilizzati durante la notte. Inoltre, la ridotta disponibilità di mezzi nelle ore notturne potrebbe essere riconducibile alle tipiche operazioni di riposizionamento dei veicoli nei servizi di micromobilità a flusso libero [23]. Al mattino la quantità di veicoli disponibili è stabile all'80% il 13/07 e quasi al 100% il 15/07, al contrario il 10/07 si osserva un aumento di essi nel corso della mattinata e delle prime ore del pomeriggio di circa il 20%. Nel pomeriggio del 15/07 vi è una graduale diminuzione della disponibilità che continua fino alla sera; il fenomeno è riconducibile al fatto che l'utilizzo dei monopattini elettrici in condivisione è maggiore al pomeriggio e quindi vengono rilevati meno mezzi fermi [5].

Le altre giornate mostrano andamenti differenti: il 10/07 presenta a partire dalle 13 un aumento quasi costante della disponibilità di veicoli (+10%), mentre il 13/07 è caratterizzato da uno sviluppo più irregolare, che comunque evidenzia una maggiore presenza di veicoli al pomeriggio e alla sera rispetto al mattino. Le diverse tendenze pomeridiane che si osservano nei 3 giorni feriali si ipotizza che siano causate da condizioni di meteo avverse, in quanto eventi atmosferici come pioggia, vento ed elevata umidità influiscono negativamente sulla domanda di mobilità [16]. Dalla

consultazione degli storici del servizio meteo “ilmeteo.it” emerge che nella giornata del 10/07 si sono verificati fenomeni di rovesci sulla città, con umidità del 67%, i quali potrebbero aver causato un calo nella richiesta di monopattini e quindi un maggior numero di veicoli fermi [3].

La distribuzione spaziale dei mezzi nel giorno feriale medio rivela che non ci sono particolari variazioni di disponibilità durante la giornata. Di seguito vengono riportate le mappe di concentrazione per fascia oraria dei monopattini Bird; ai fini della rappresentazione grafica, vengono aggregate assieme più ore con distribuzione simile.

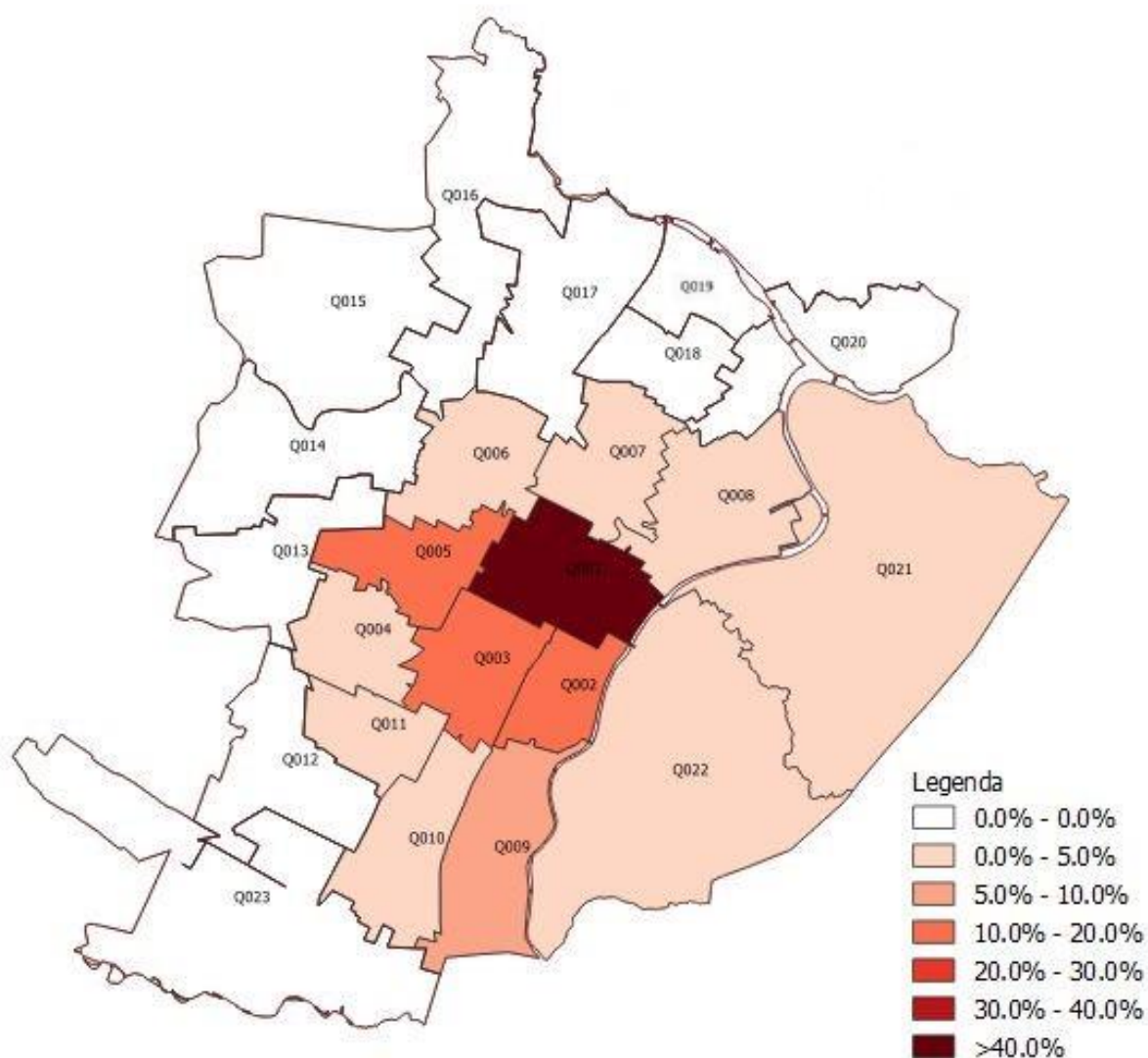


Figura 32 - Mappa della disponibilità Bird nel giorno feriale medio, ora di punta (7-9) e notte (19-7)

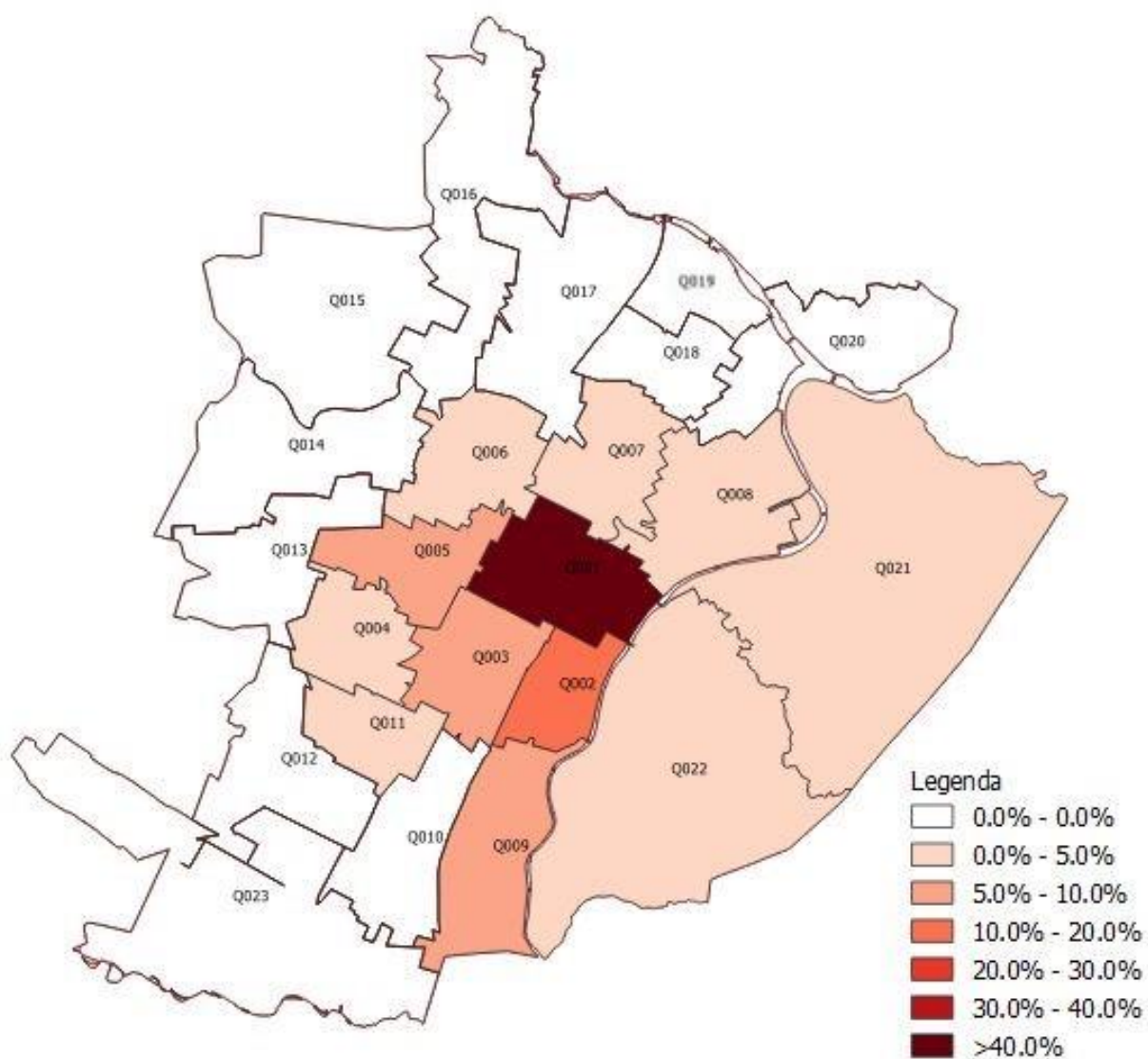


Figura 33 - Mappa della disponibilità Bird nel giorno feriale medio, ora di punta (17-19)

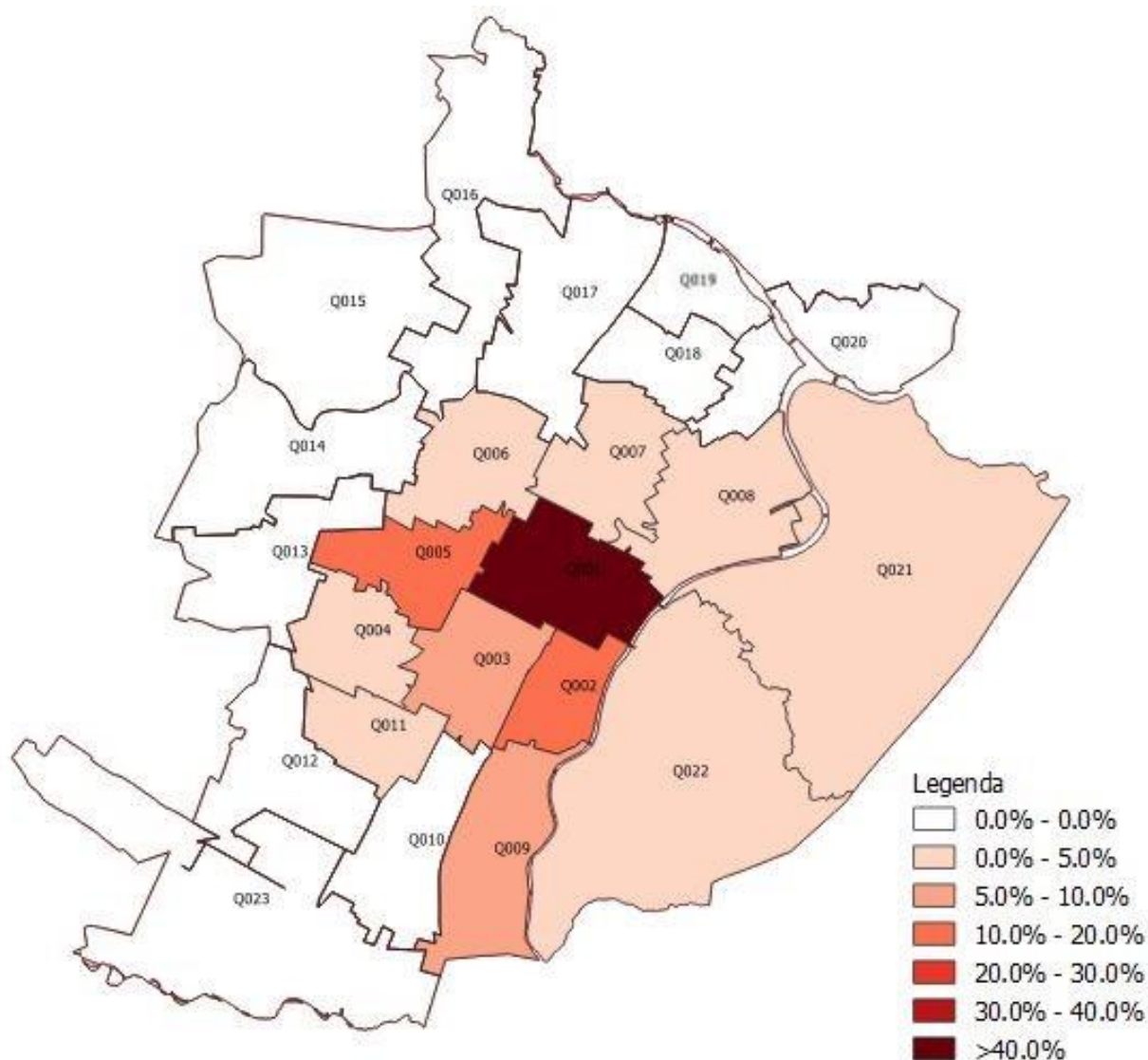


Figura 34 - Mappa della disponibilità Bird nel giorno feriale medio ore di morbida (9-17)

Dalle figure precedenti si evince che le aree con maggiore disponibilità sono: Centro (Q001), San Salvario (Q002), Crocetta (Q003), Cenisia (Q005) e Nizza Millefonti (Q009). Successivamente, questi quartieri vengono esaminate più nel dettaglio per comprendere quali sono i maggiori punti di accumulo in città.

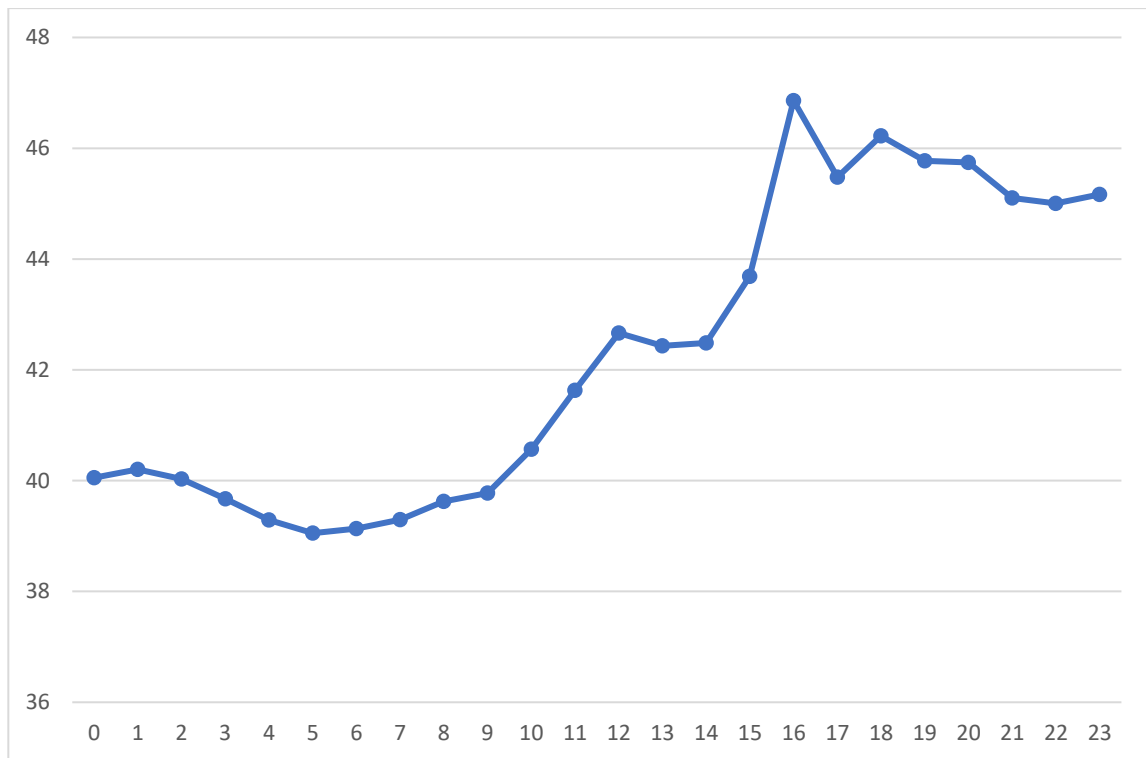


Figura 35 - Andamento disponibilità nel giorno feriale medio dei monopattini Bird in Centro

Il Centro (Q001) è l'area della città in cui la presenza di monopattini è preponderante; infatti, anche nelle ore notturne la densità dei mezzi è sempre maggiore del 38%. La fascia oraria in cui la disponibilità è minore va da mezzanotte alle 5 del mattino, la quale però aumenta nel corso della mattinata. Tra le 12 e le 14 la situazione è per lo più stabile fra il 42% e 43% e aumenta ulteriormente fino al picco delle 16. Tra le 16 e le 18, la disponibilità di mezzi oscilla attorno al 46% e poi diminuisce gradualmente dalle 18 fino alla sera.

Il progressivo innalzamento del numero di veicoli nel corso della giornata induce a pensare che l'utilizzo dei sistemi di micromobilità condivisa viene motivato soprattutto da spostamenti lavorativi; infatti, la disponibilità aumenta costantemente dalle 6 di mattina fino alle 16, ma dopo diminuisce. L'aumento mattutino può essere inoltre influenzato da operazioni di redistribuzione a seguito di interventi di ricarica notturni.

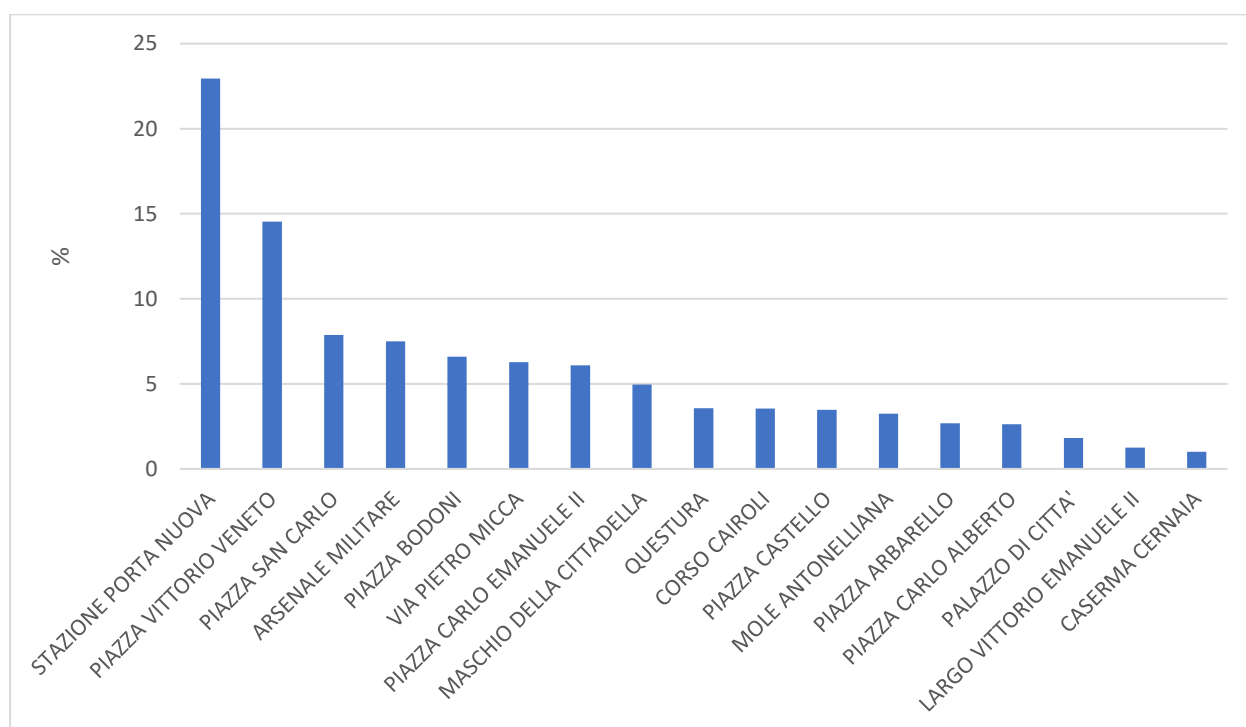


Figura 36 - Ripartizione dei monopattini Bird all'interno del Centro nel giorno feriale medio

Focalizzando l'attenzione solo sul Centro (Figura 36), emerge che i luoghi dove si localizzano più veicoli sono: stazione di Porta Nuova (T0008), P.zza Vittorio Veneto (T0006), P.zza San Carlo (T0098) e l'area dell'Arsenale Militare (T0064). In accordo con i precedenti studi, i maggiori punti di attrazione, anche per i monopattini Bird, sono le stazioni ferroviarie (Porta Nuova), le zone limitrofe ad esse (P.zza San Carlo), il cuore del Centro (P.zza Vittorio Veneto) e vicino ai parcheggi a pagamento (parcheggio di P.zza Solferino nell'area dell'Arsenale Militare).

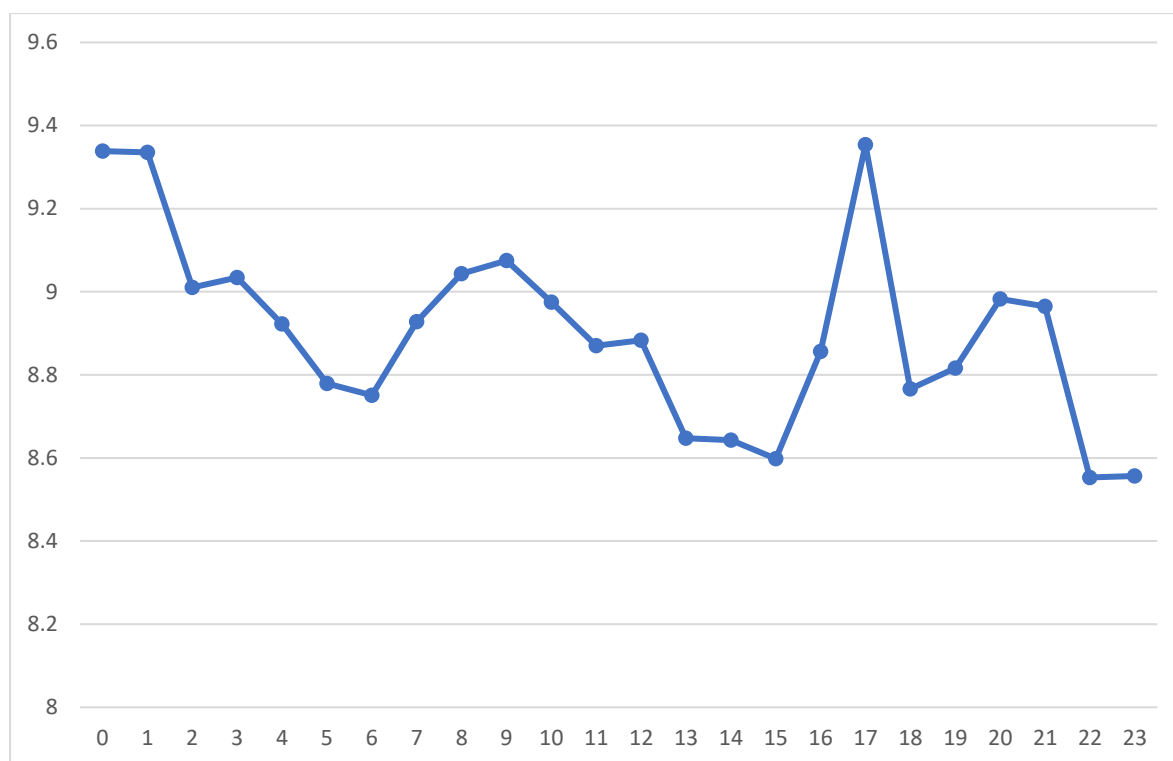


Figura 37 - Andamento disponibilità nel giorno feriale medio dei monopattini Bird in San Salvario

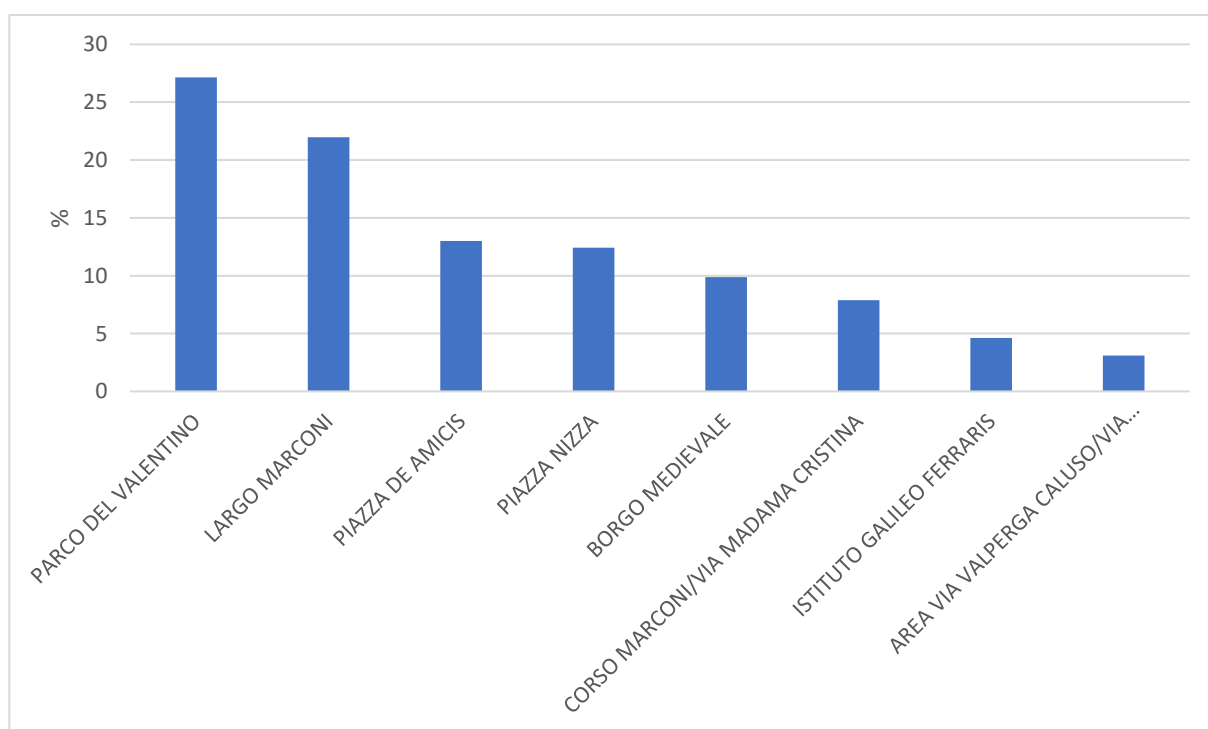


Figura 38 – Ripartizione dei monopattini Bird all'interno di San Salvario nel giorno feriale medio

Il quartiere di San Salvario (Q002) possiede buone risorse in termini di quantità di monopattini a tutte le ore del giorno. Tra mezzanotte e le 6 del mattino la disponibilità di mezzi diminuisce gradualmente dal 9,3% all'8,7%, per poi riaumentare nelle 3 ore successive arrivando oltre il 9%.

Dalle 9 alle 15 avviene un ulteriore calo fino all'8,6%; per il resto del giorno feriale medio, la disponibilità subisce continue oscillazioni attorno all'8,8%.

Il calo del numero di mezzi che avviene nelle ore notturne è riconducibile al fatto che nella zona sono presenti numerosi ristoranti e locali notturni, i quali causano spostamenti in entrata e uscita dal quartiere fino a tarda notte. La crescita di disponibilità fra le 6 e le 9 e fra le 15 e le 17, è giustificata dalla presenza di alcune sedi universitarie e delle fermate della metropolitana, i quali provocano spostamenti per lavoro/studio.

La Figura 38 mostra che, anche in questo caso, i veicoli si accumulano in punti particolari. L'area con maggiore concentrazione di monopattini è il Parco del Valentino (T0120), dove è presente la facoltà di architettura, frequentata da giovani, i quali sono più inclini ad usare questi servizi. Le altre zone ad alta densità sono Largo Marconi (T0122), P.zza de Amicis (T0072) e P.zza Nizza (T0069), nelle quali si trovano 3 fermate della metropolitana, confermando la tesi dell'impiego di sistemi di micromobilità condivisa come soluzione al problema dell'ultimo miglio.

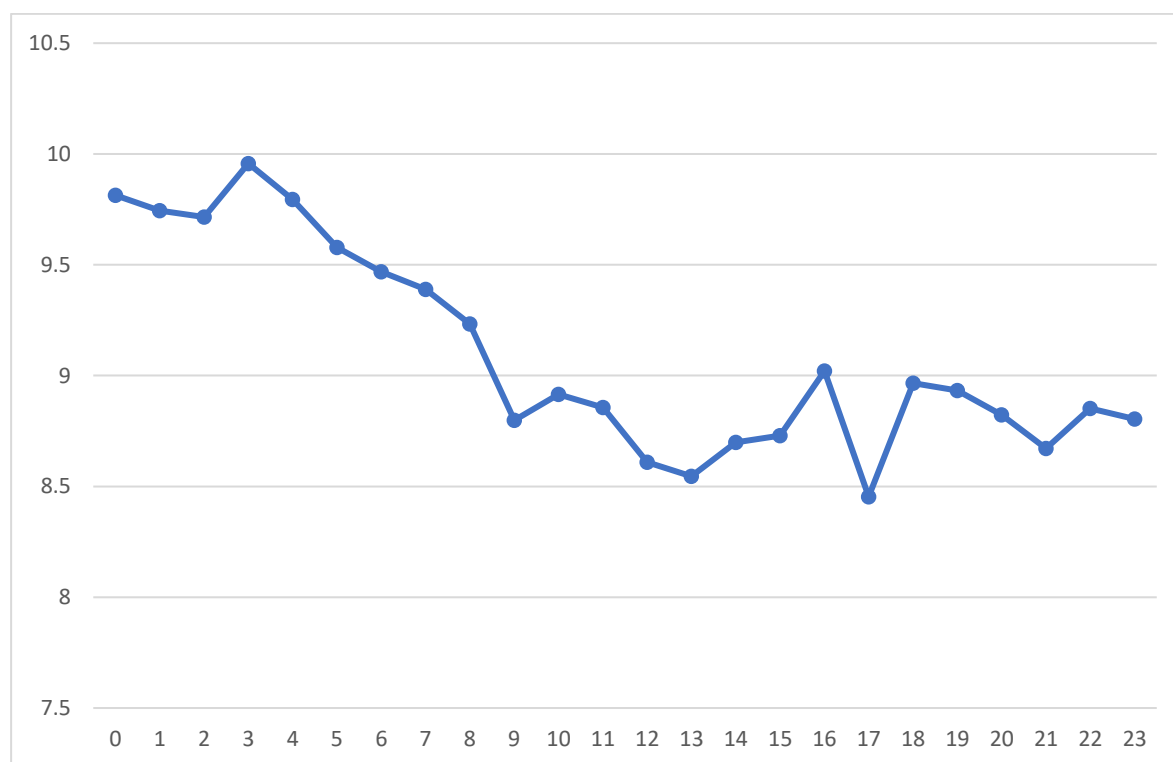


Figura 39 - Andamento disponibilità nel giorno feriale medio dei monopattini Bird in Crocetta

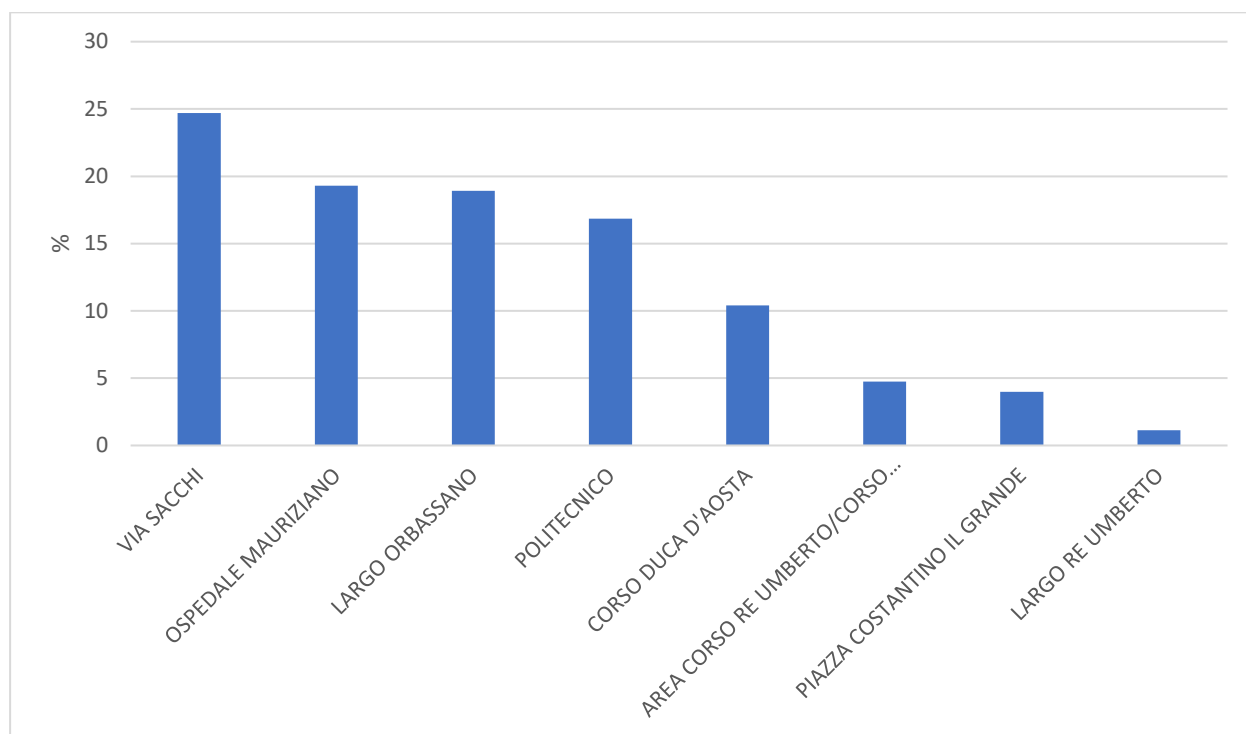


Figura 40 - Ripartizione dei monopattini Bird all'interno di Crocetta nel giorno feriale medio

In Crocetta (Q003), nel giorno feriale medio, la disponibilità massima ($\approx 10\%$) si ha nelle ore notturne. Dalle 3 del mattino fino alle 13 la quantità di veicoli Bird diminuisce progressivamente arrivando all'8,5%, nelle successive 3 ore vi è un incremento dello 0,5%. Fra le 16 e le 18 la disponibilità oscilla fra l'8,5% e il 9%, poi si riduce nuovamente.

Le variazioni che avvengono al mattino e al pomeriggio sono dovute alla vicinanza della stazione di Porta Nuova (T0008), alla quale affluiscono molti pendolari. Questa ipotesi è confermata anche dal fatto che la zona del quartiere in cui si trovano mediamente più veicoli è l'area vicino a via Sacchi adiacente alla stazione.

Gli altri luoghi dove vi è una cospicua presenza di monopattini sono l'Ospedale Mauriziano (T0022), Largo Orbassano (T0021) e il Politecnico (T0066). Il primo attrae numerosi spostamenti nei giorni feriali da parte di utenti, dipendenti e studenti, invece, nel secondo l'alta densità di mezzi è dovuta alla posizione strategica: vicino Largo Orbassano sono presenti numerose fermate di autobus e tram e il quartiere di Santa Rita (Q011) che risulta parzialmente coperto dal servizio. Nonostante nel periodo in analisi (luglio 2020) l'accesso degli studenti al Politecnico, a causa delle normative anti-Covid, fosse molto limitato a casi particolari, la zona presenta comunque delle buone disponibilità.

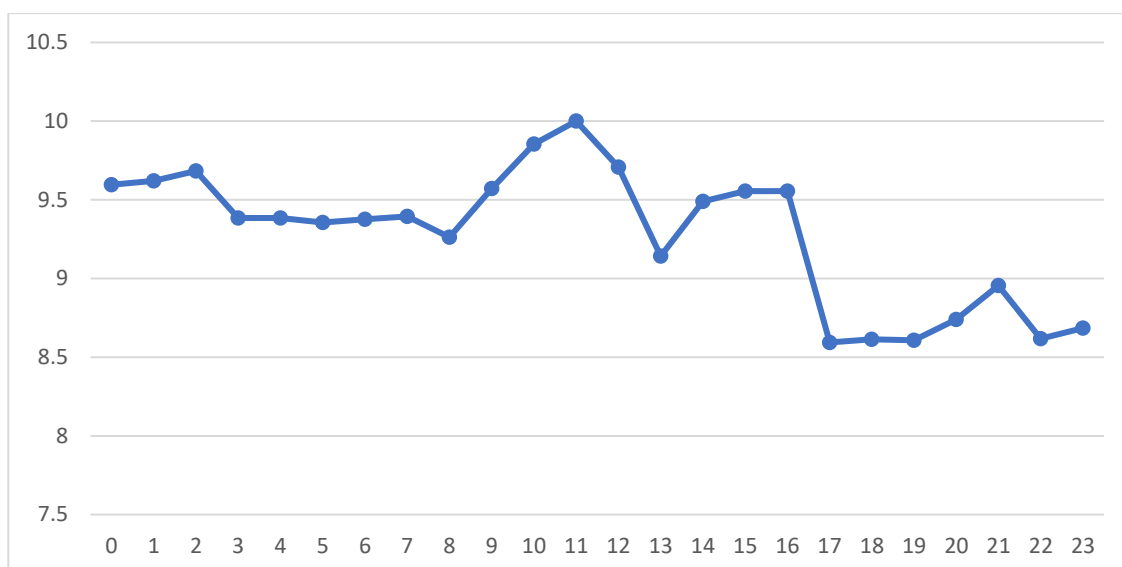


Figura 41 - Andamento disponibilità nel giorno feriale medio dei monopattini Bird in Cenisia

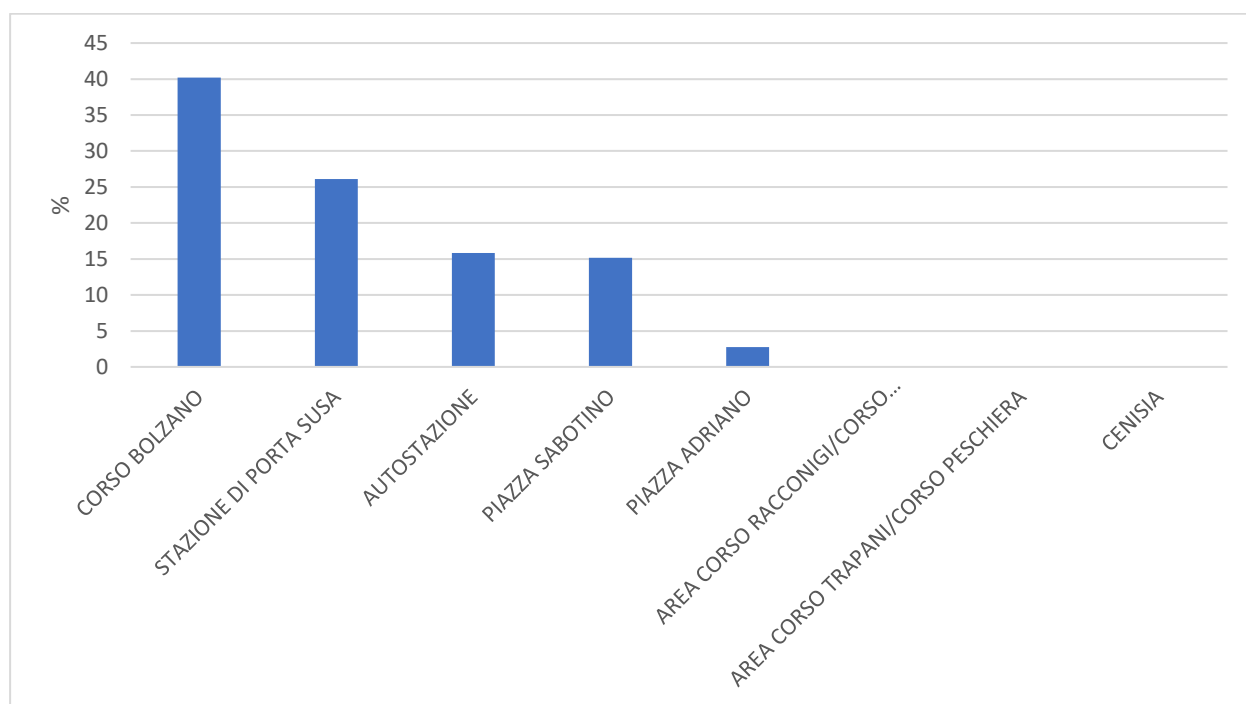


Figura 42 – Ripartizione dei monopattini Bird all'interno di Cenisia nel giorno feriale medio

Nelle ore notturne la disponibilità in Cenisia (Q005) non mostra notevoli variazioni; fra le 8 e le 11 si ha un discreto incremento di veicoli passando del 9,2% al 10%, seguito però da una riduzione che riporta la disponibilità a valori simili a quelli della notte. Tra le 14 e le 16 la percentuale di monopattini Bird è leggermente aumentata (9,5%), ma nelle ore successive si riscontra una disponibilità inferiore pari a circa l'8,5%.

L'andamento altalenante è dovuto principalmente alla presenza in questa zona della stazione di Porta Susa (T0091) e della stazione dei pullman, le quali provocano spostamenti in entrata e uscita

per molte ore della giornata; infatti, dalla Figura 42 emerge che i punti di maggiore accumulo sono C.so Bolzano (T0010), la stazione di Porta Susa e l'area dell'Autostazione (T0136).

L'innalzamento della disponibilità al mattino (8-11) e la successiva diminuzione fra le 16 e le 17, è giustificata dalla presenza di molti uffici di notevoli dimensioni fra cui: il tribunale, gli uffici di Città Metropolitana e il grattacielo di Intesa San Paolo.

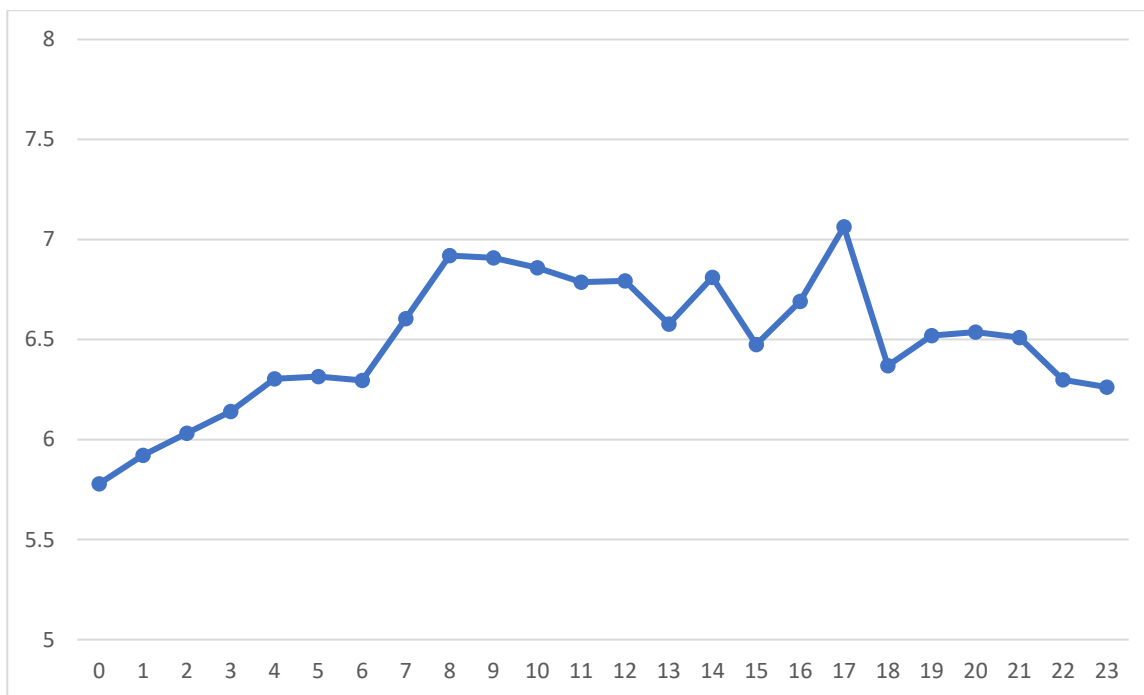


Figura 43 - Andamento disponibilità nel giorno feriale medio dei monopattini Bird in Nizza Millefonti

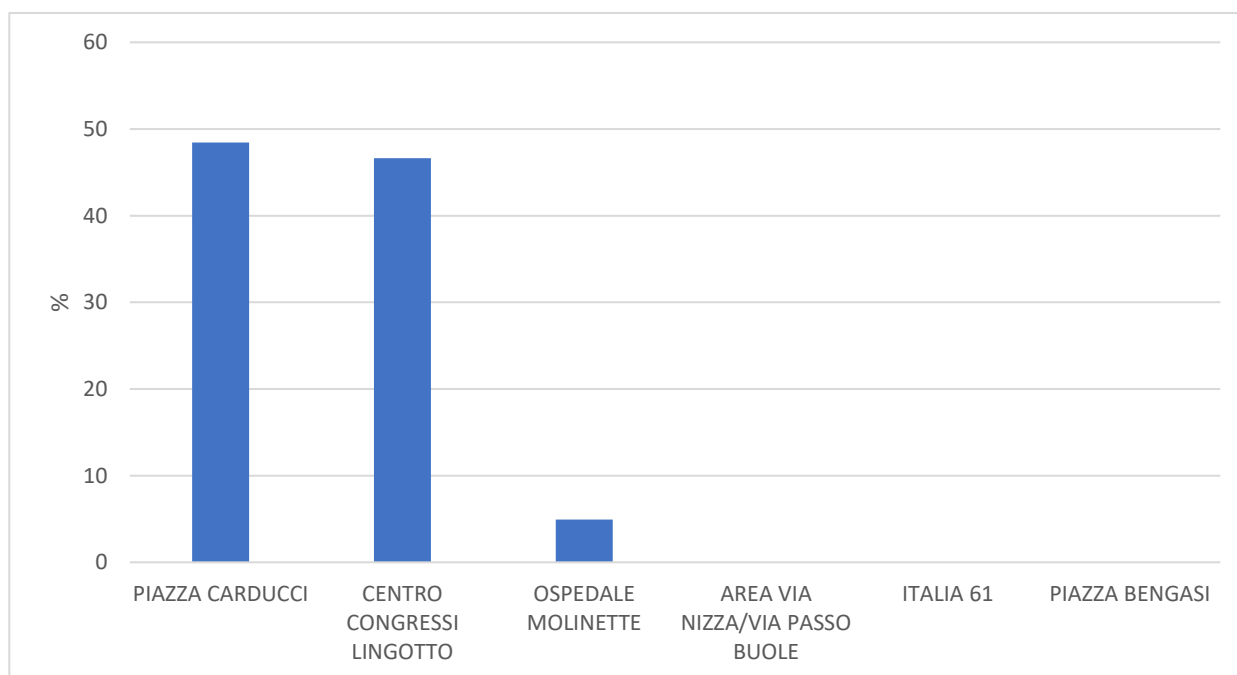


Figura 44 – Ripartizione dei monopattini Bird all'interno di Nizza Millefonti nel giorno feriale medio

L'andamento temporale della disponibilità nel quartiere di Nizza Millefonti (Q009) non mostra notevoli variazioni nel corso della giornata. Fra mezzanotte e le 4 del mattino si ha un leggero incremento di disponibilità, seguito poi da 2 ore stabili al 6,2%. Tra le 6 e le 8 si nota dalla Figura 43 un aumento più marcato rispetto a quello avvenuto di notte; nelle ore successive la disponibilità diminuisce lievemente, riaumenta fra le 15 e le 17 dal 6,4% al 7%, per poi tornare al 6,5% dalle 18.

Come si osserva dalla Figura 44, le zone in cui la presenza di monopattini è maggiore sono P.zza Carducci (T0023) e il Centro Congressi Lingotto (T0026). Nella prima è presente la fermata della metropolitana di riferimento per l'ospedale Molinette (T0073), il quale provoca molti spostamenti di dipendenti e studenti anche al mattino presto (6-8); inoltre essendo la piazza molto vicina al quartiere di San Salvario (Q002), è plausibile che vi sia un leggero aumento anche nelle ore notturne. Nell'area di pertinenza del Lingotto, invece, sono presenti molti uffici e attività commerciali: gli spostamenti da e verso gli uffici si svolgono principalmente al mattino tra le 7 e le 9 e al pomeriggio fra le 16 e le 18, mentre per le attività commerciali l'andamento è più incerto.

4.1.2 Variazione spaziale e temporale della disponibilità Helbiz

Si riportano i valori estratti dal dataset inerenti al massimo giornaliero e alla media oraria degli id univoci, oltre che ai grafici sull'evoluzione temporale e sulla ripartizione dei mezzi in ciascuna zona per ogni giornata analizzata.

Tabella 12 - Massimo giornaliero di id univoci Helbiz registrati in 1 minuto

Massimo giornaliero	
13/07/2020	15/07/2020
154	134

Tabella 13 - Media oraria id univoci Helbiz registrati ogni minuto

Media oraria		
ore	13/07/20	15/07/20
00:00 – 00:59	88	95
01:00 – 01:59	91	105
02:00 – 02:59	89	106
03:00 – 03:59	92	104
04:00 – 04:59	96	102
05:00 – 05:59	92	100
06:00 – 06:59	90	98

07:00 – 07:59	93	111
08:00 – 08:59	112	103
09:00 – 09:59	105	95
10:00 – 10:59	112	99
11:00 – 11:59	117	101
12:00 – 12:59	133	129
13:00 – 13:59	137	127
14:00 – 14:59	131	123
15:00 – 15:59	133	117
16:00 – 16:59	149	111
17:00 – 17:59	142	110
18:00 – 18:59	139	118
19:00 – 19:59	132	119
20:00 – 20:59	126	119
21:00 – 21:59	116	114
22:00 – 22:59	111	111
23:00 – 23:59	108	106

Nonostante che le fonti riportino una flotta di monopattini Helbiz nella città di Torino pari a 500 mezzi, dalle analisi del dataset emerge un massimo di 154 veicoli attivi contemporaneamente. Questo fenomeno può essere riconducibile a delle scelte aziendali a seguito di valutazioni in termini di domanda di micromobilità.

In entrambi i giorni si nota una minore quantità di monopattini attivi nella fascia notturna, momento nel quale molte compagnie tendono ad attuare il riposizionamento dei mezzi.

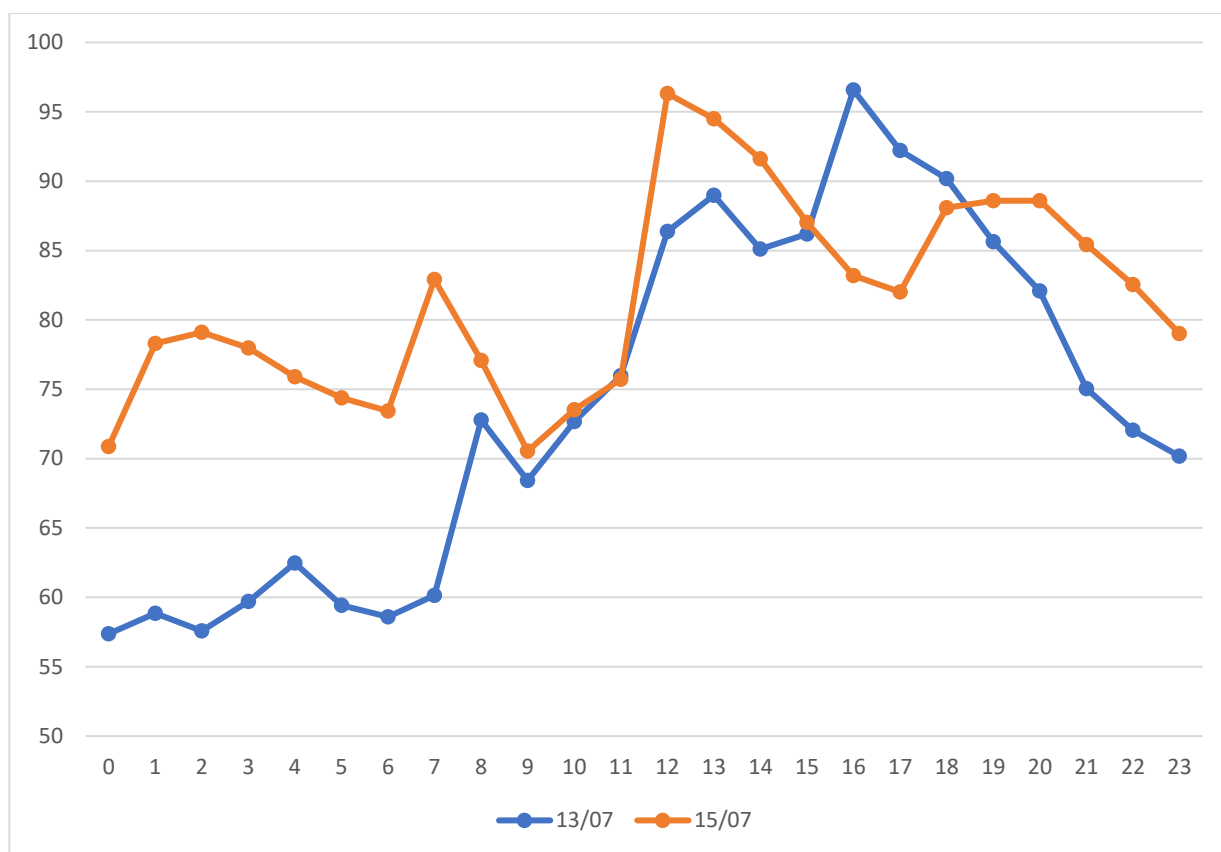


Figura 45 - Andamento temporale disponibilità totale monopattini Helbiz nei giorni 13/07/2020 e 15/07/2020

Nelle giornate analizzate l'evoluzione temporale della disponibilità di mezzi Helbiz è pressoché uguale. Da mezzanotte alle 6 la percentuale in entrambi i giorni non subisce forti variazioni; infatti, il 13/07 varia fra il 57% e il 62%, mentre il 15/07 si attesta su valori più alti (70%-79%). Dalle 6 alle 8-9 la quantità di veicoli disponibili aumenta, arrivando al 70,5% il 13/07 e 82,9% il 15/07; dopo di che diminuisce tra le 9 e le 10 e riaumenta fino alle 13 circa. Nel primo pomeriggio del 13/07 emerge una progressiva riduzione di disponibilità di mezzi fino alle 18 dal 96,3% all'82%, invece il 15/07 fra le 13 e le 16 non ci sono particolari variazioni (85%-88%), ma fra le 16 e le 17 si ha un aumento di quasi il 10%. Dalle 17 in poi del 15/07 la quantità di monopattini attivi in città diminuisce progressivamente, mentre il 13/07 essa cresce lievemente fra le 17 e le 18 (+6%), ma cala ulteriormente in serata.

Dalle mappe di calore, emerge che la distribuzione dei mezzi Helbiz non presenta notevoli disparità fra le varie zone; in ogni caso, i quartieri maggiormente forniti durante tutta la giornata sono: Centro (Q001), San Salvario (Q002), Cenisia (Q005) e San Donato (Q006).

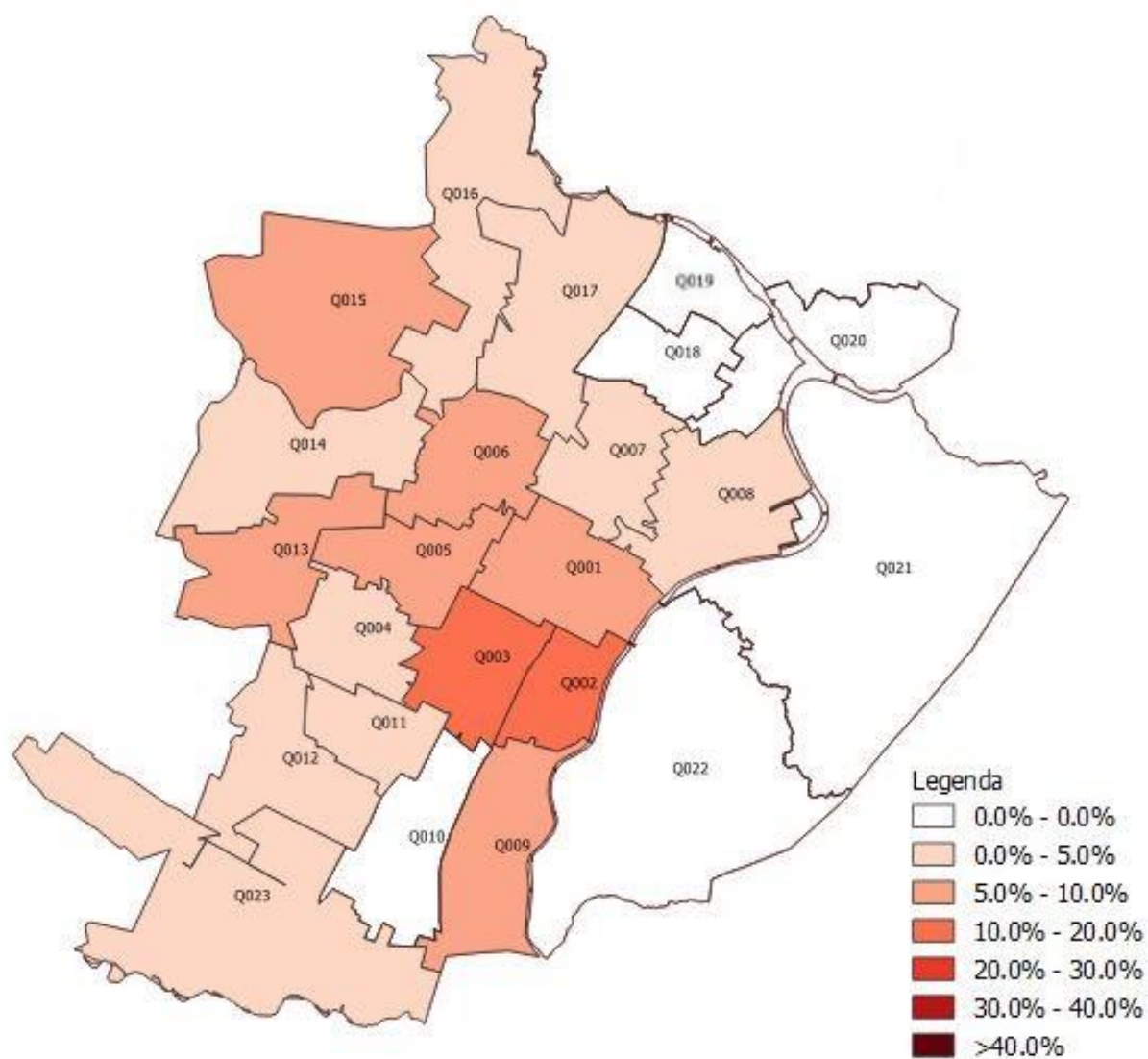


Figura 46 - Mappa della disponibilità Helbiz nel giorno feriale medio ora di punta (7-9)

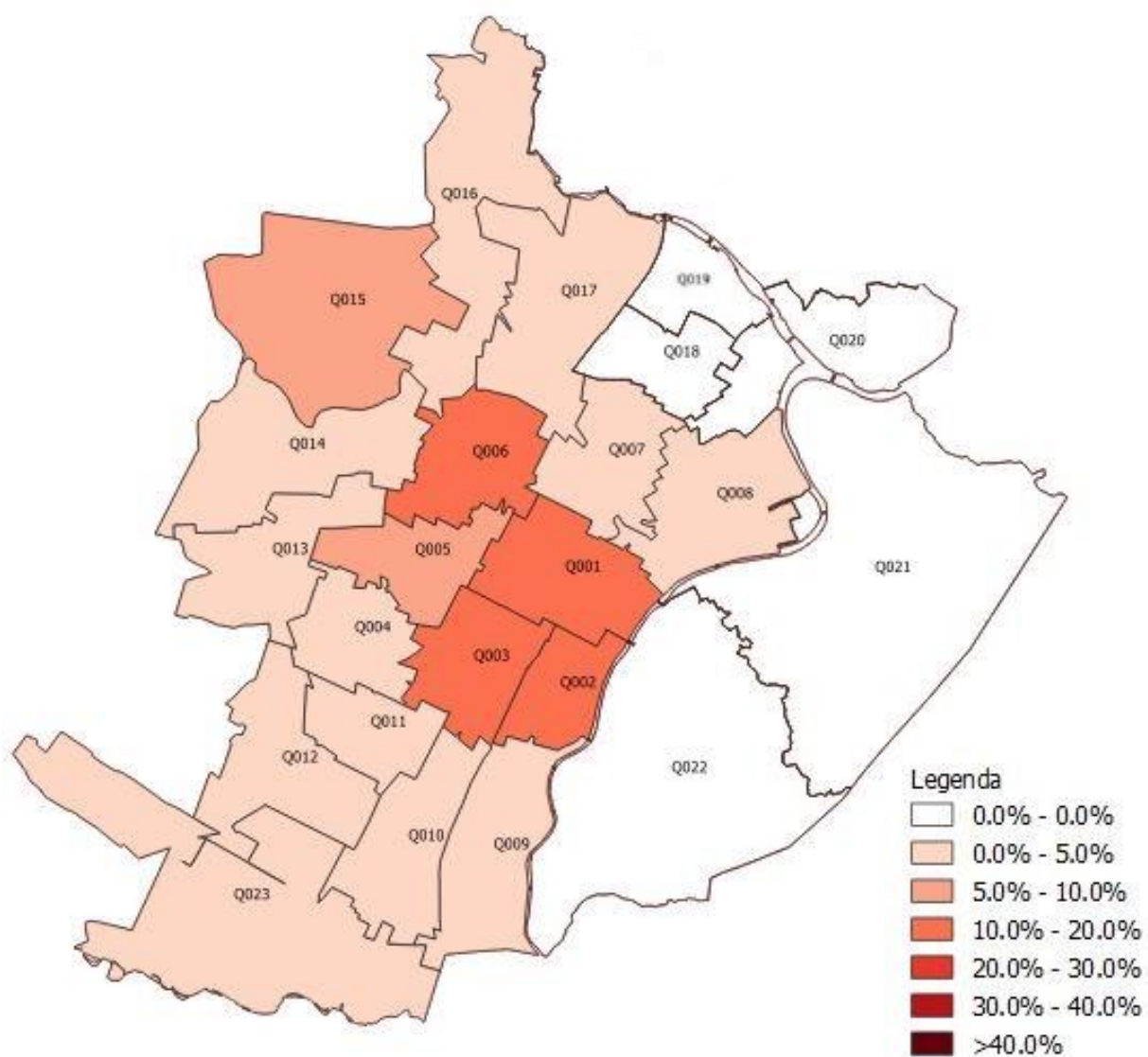


Figura 47 - Mappa della disponibilità Helbiz nel giorno feriale medio ora di punta (17-19)

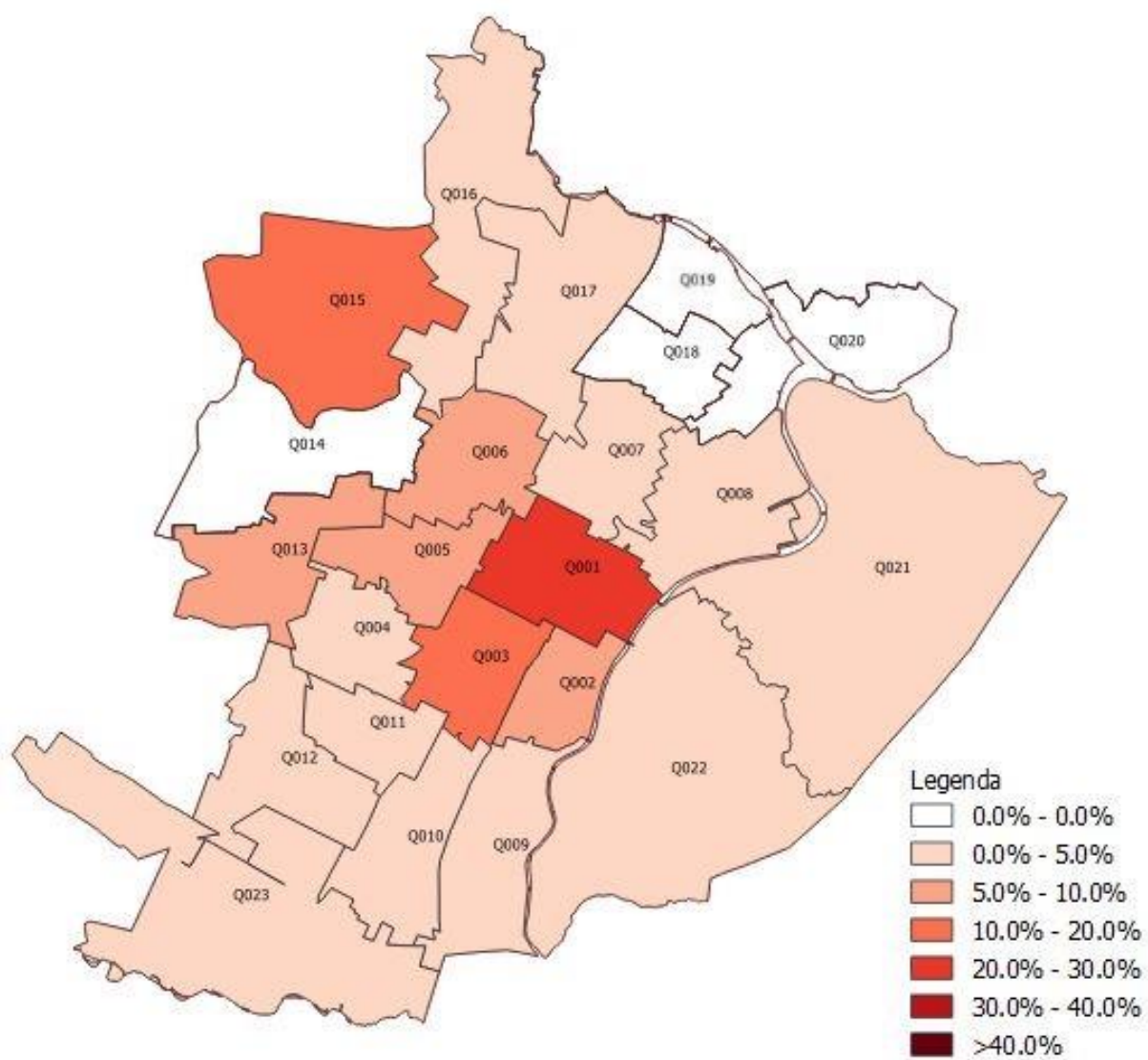


Figura 48 - Mappa della disponibilità Helbiz nel giorno feriale medio ore di morbida (9-17)

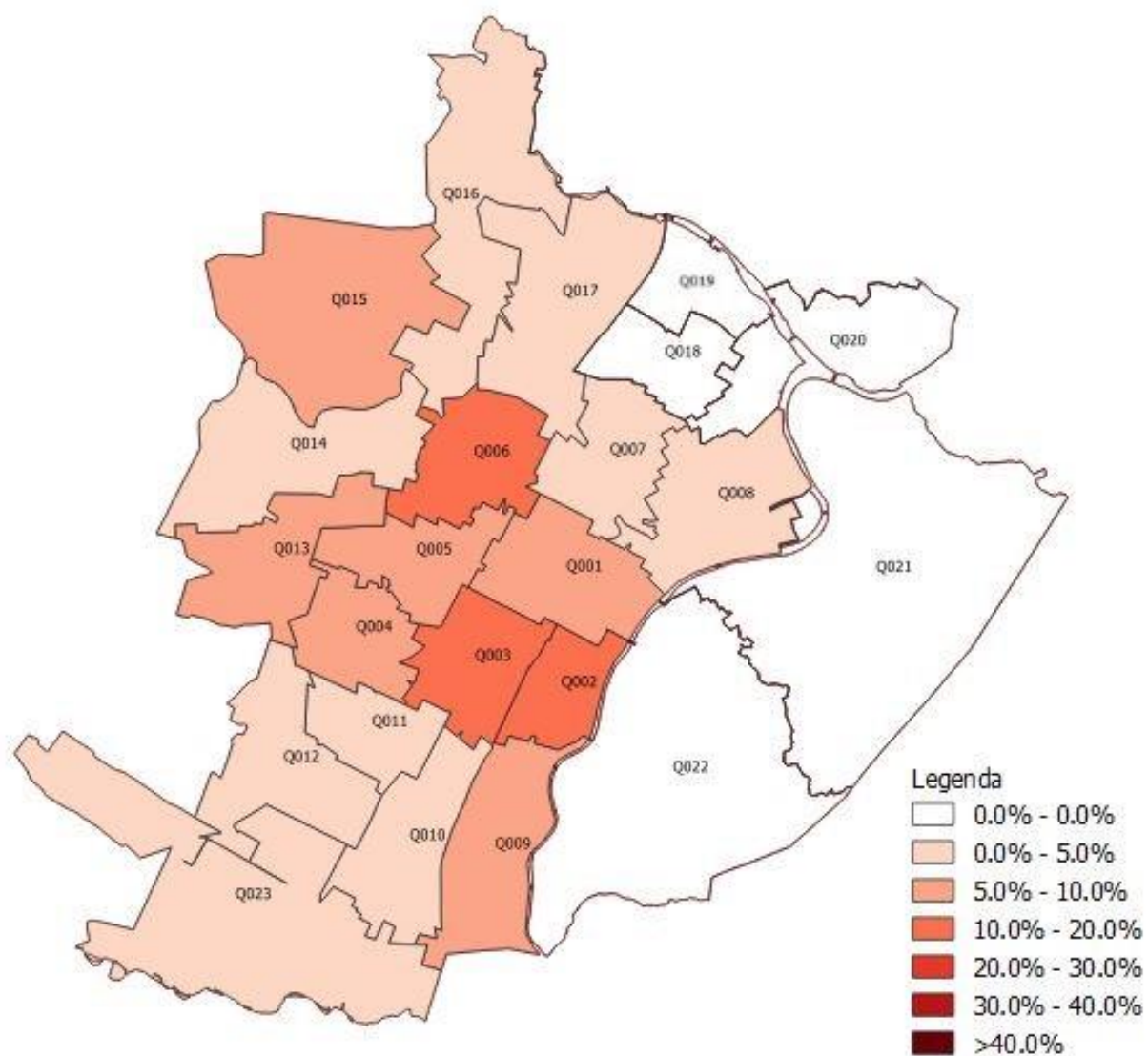


Figura 49 - Mappa della disponibilità Helbiz nel giorno feriale medio ore notturne (19-7)

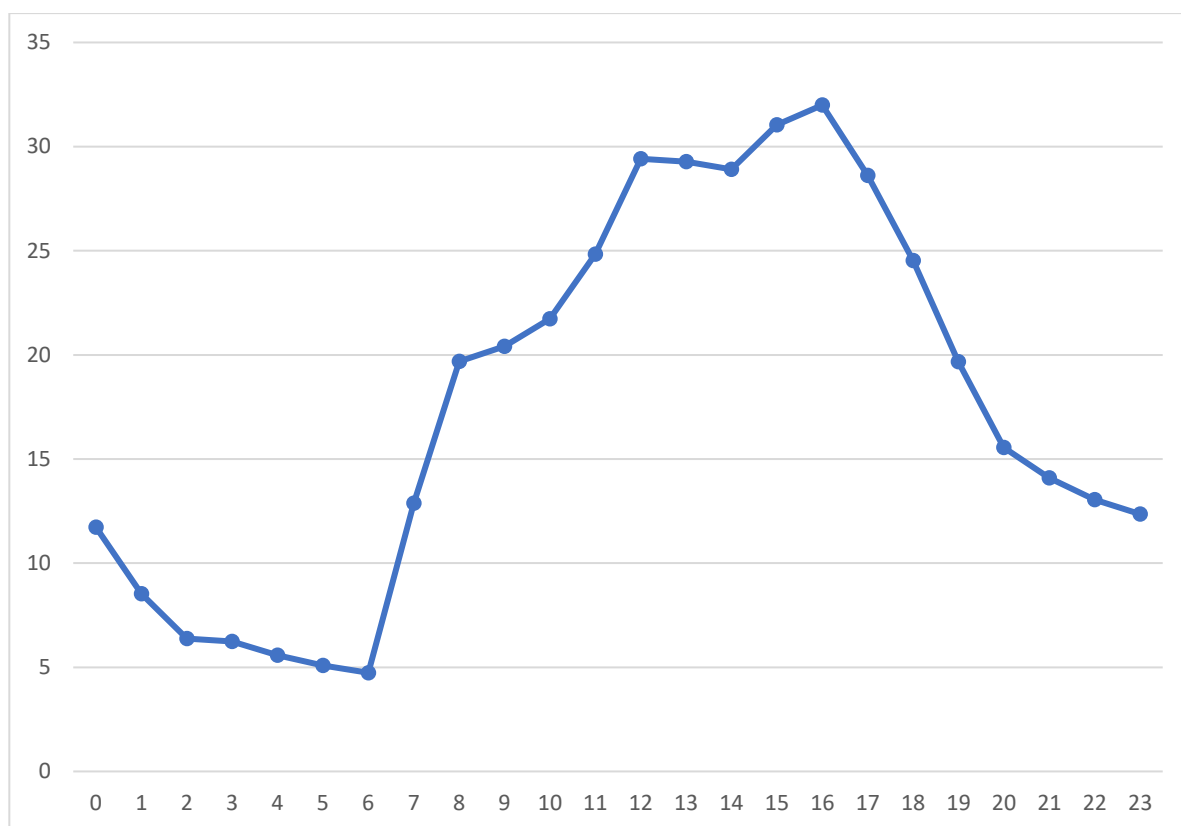


Figura 50 - Andamento disponibilità nel giorno feriale medio dei monopattini Helbiz in Centro

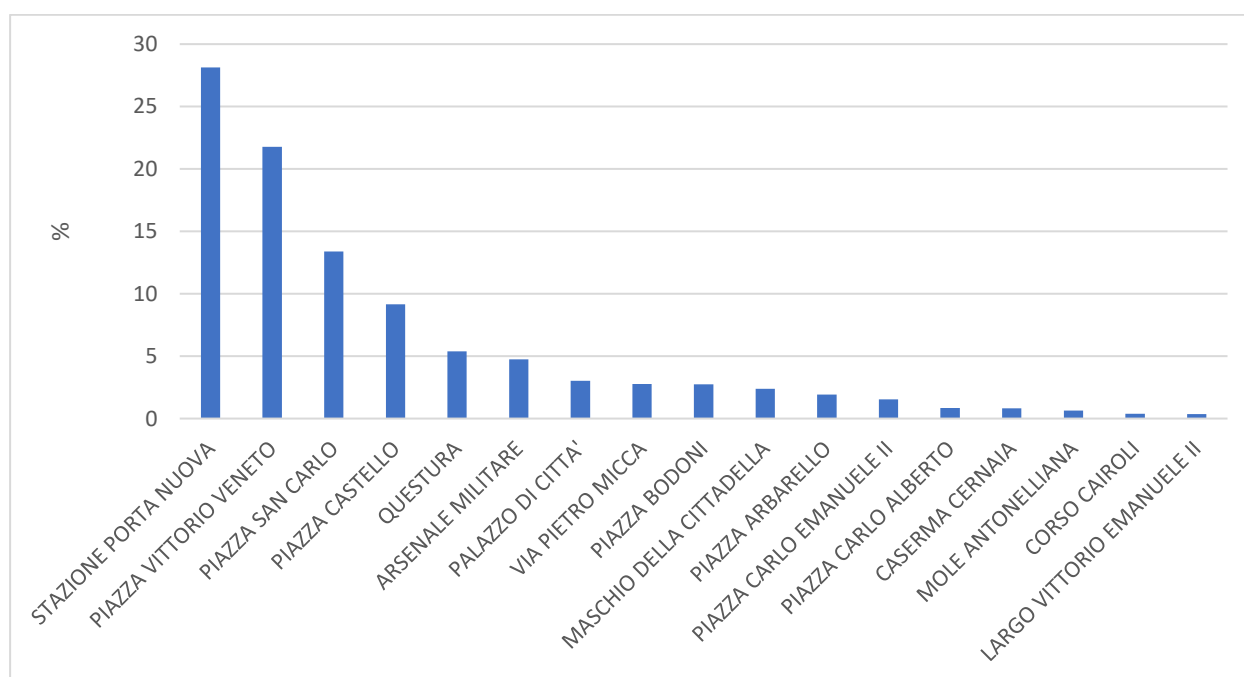


Figura 51 - Ripartizione dei monopattini Helbiz all'interno del Centro nel giorno feriale medio

Nelle ore notturne la disponibilità di monopattini Helbiz è minima, ma nel corso della mattinata essa subisce un notevole incremento, passando dal 4,7% delle 7 al 29,4% delle 13. Dopo ciò la quantità di mezzi in zona rimane pressoché stabile fino alle 15; successivamente avviene un

aumento del 3% fra le 15 e le 17, seguito poi da una progressiva decrescita che continua anche alla sera (32% → 12,4%).

Il cospicuo aumento che si verifica al mattino è dovuto principalmente a spostamenti legati al lavoro; in particolare si nota un innalzamento più marcato fra le 7 e le 9 del mattino, orario di punta per i viaggi casa-lavoro. Inoltre, dalle 17 in poi, la disponibilità in zona cala, con una decrescita più accentuata fra le 17 e le 21, riconducibile perciò a spostamenti lavorativi.

Il secondo aumento che si osserva avviene fra le 15 e le 17: questa tendenza è plausibilmente legata a viaggi non inerenti alla sfera del lavoro, ma per motivi di shopping e svago.

Anche per Helbiz il maggiore polo attrattivo risulta la stazione di Porta Nuova, seguita poi dalle 3 piazza principali della città: P.zza Vittorio Veneto (T0006), P.zza San Carlo (T0098) e P.zza Castello (T0002).

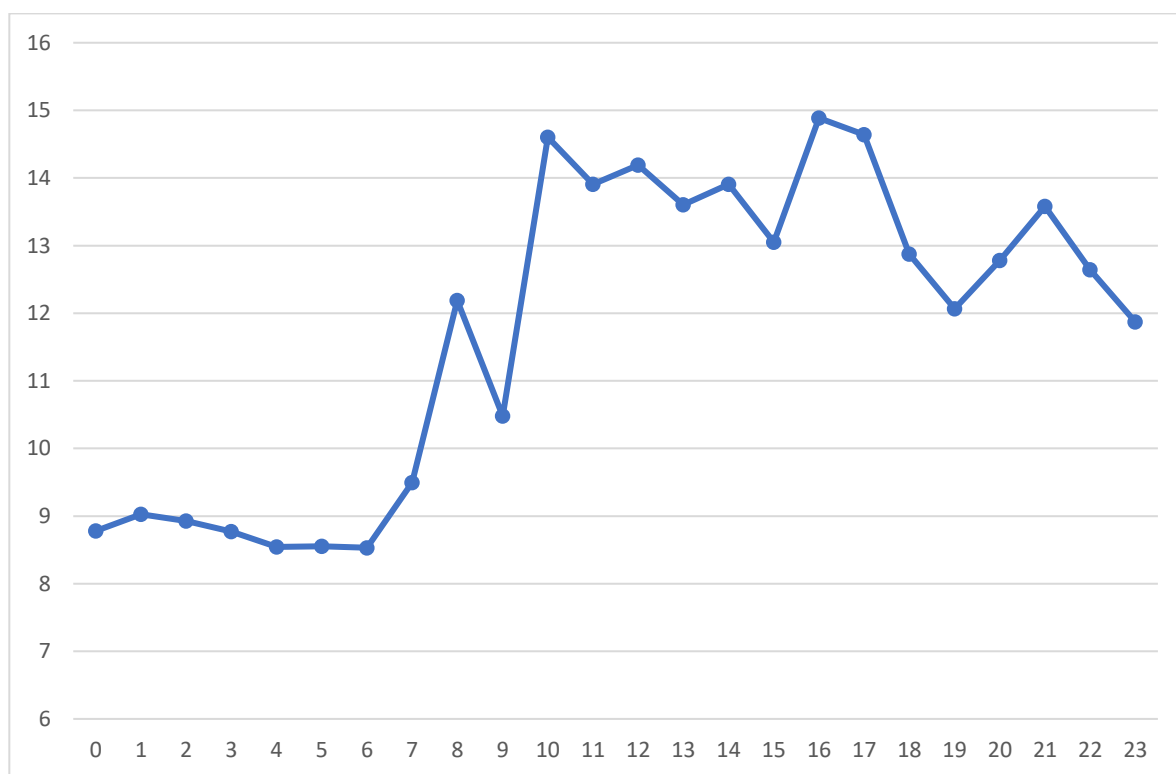


Figura 52 - Andamento disponibilità nel giorno feriale medio dei monopattini Helbiz in San Salvario

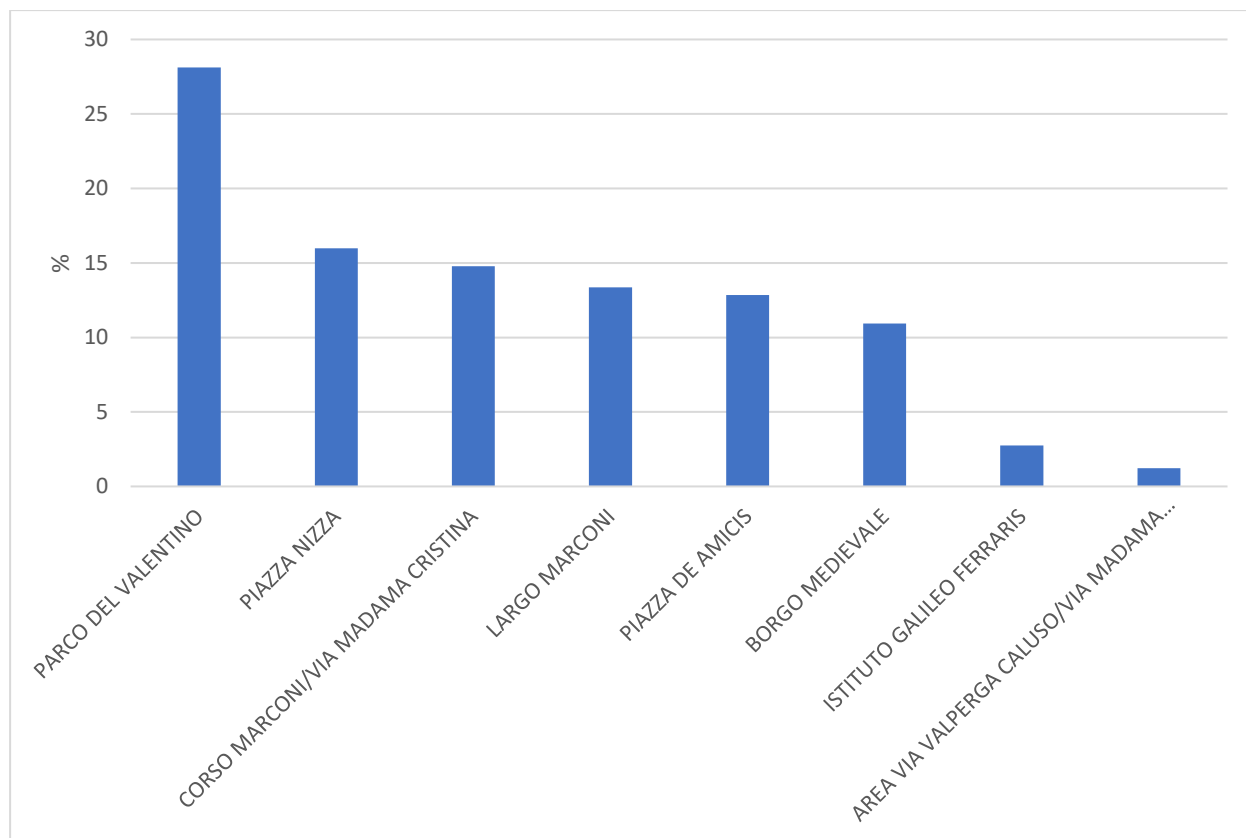


Figura 53 –Ripartizione dei monopattini Helbiz all'interno di San Salvario nel giorno feriale medio

In San Salvario (Q002) nelle ore notturne la disponibilità di mezzi rimane per lo più invariata, ma fra le 7 e le 9 aumenta dall'8,5% al 12,2%. Nelle 2 ore successive si ha una lieve diminuzione di circa l'1,5% e un incremento del 4%. Dalle 10 alle 18 si osservano delle oscillazioni della disponibilità attorno al 14%; nel tardo pomeriggio avviene una riduzione del 2,5%, seguita da un aumento dell'1,5% fra le 20 e le 22 e da un'ulteriore diminuzione di pari valore.

L'aumento evidente che si verifica al mattino e la conseguente diminuzione alla sera, sono giustificati dalla presenza di alcuni edifici universitari nella zona, verso i quali si effettuano numerosi spostamenti in quella fascia oraria.

Nelle altre ore della giornata, invece, l'andamento è più irregolare a causa del fatto che la zona attrae anche molti spostamenti per motivi diversi dal lavoro.

L'area a maggiore disponibilità di veicoli Helbiz è il Parco del Valentino (T0120); esso rappresenta un grande polo attrattivo, per motivi di svago, ma anche per lavoro/studio, in quanto all'interno di esso è presente il Castello del Valentino, attrazione turistica dove si trova anche la facoltà di architettura. Le analisi evidenziano anche una discreta disponibilità di mezzi nell'area di pertinenza di C.so Marconi/Via Madama Cristina (T0121), nelle vicinanze della sede universitaria. Gli altri luoghi dove la presenza di monopattini è rilevante sono le fermate della metropolitana: P.zza Nizza (fermata Nizza, T0069), Largo Marconi (fermata Marconi, T0122) e P.zza de Amicis (fermata Dante, T0072).

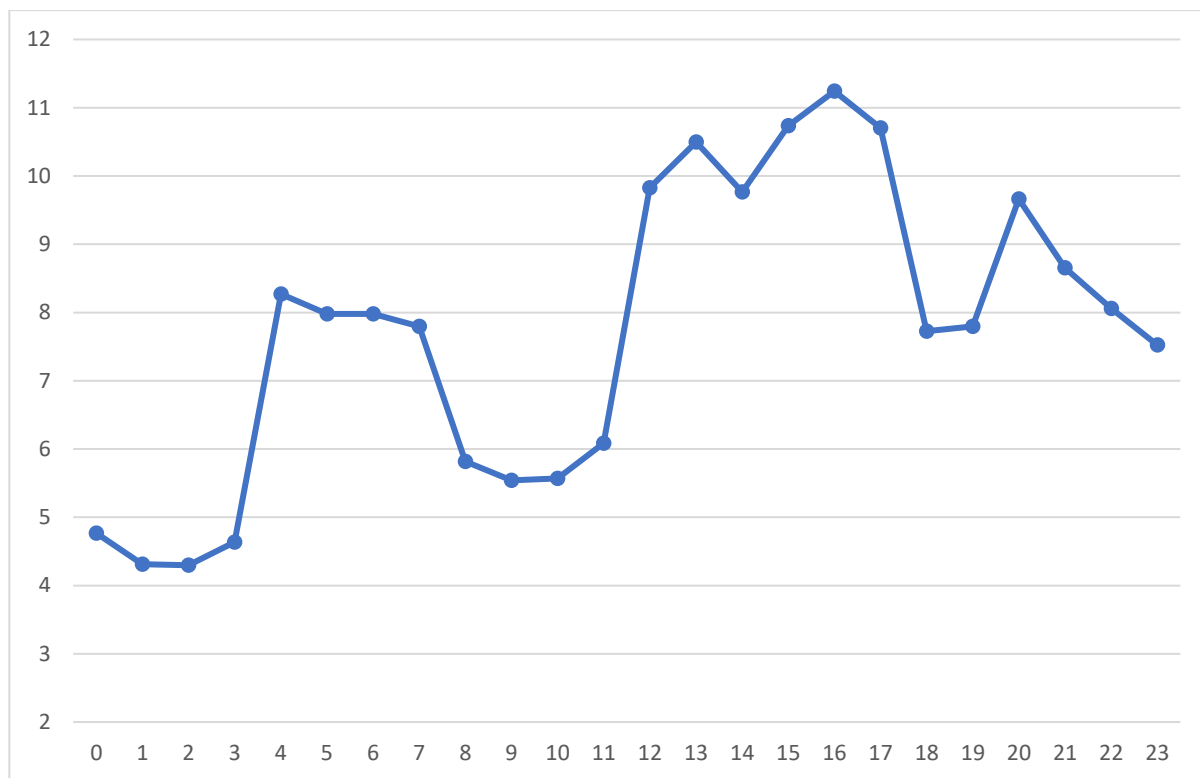


Figura 54 - Andamento disponibilità nel giorno feriale medio dei monopattini Helbiz in Cenisia

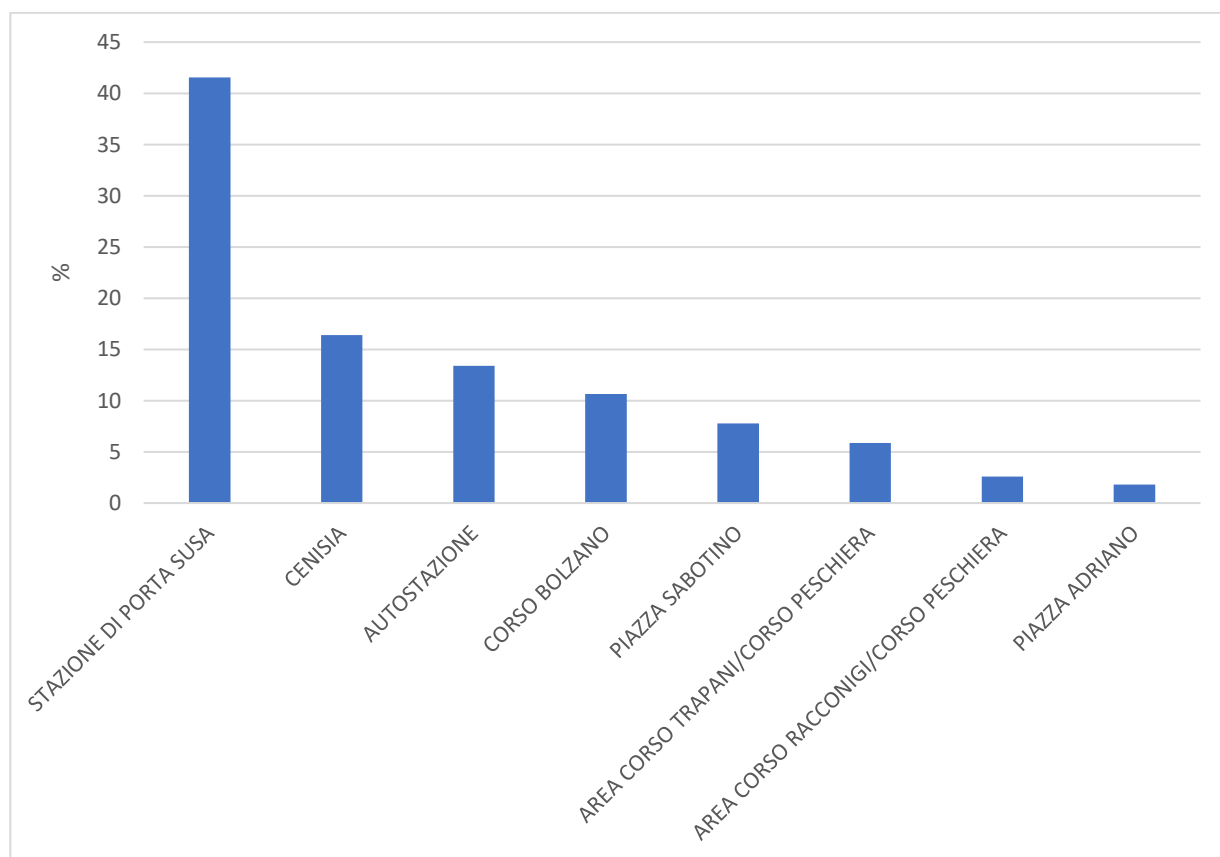


Figura 55 – Ripartizione dei monopattini Helbiz all'interno di Cenisia nel giorno feriale medio

La disponibilità di monopattini Helbiz in Cenisia (Q005) ha un andamento variabile nel corso del giorno feriale medio. Essa è costante fra mezzanotte e le 4 del mattino ($\approx 4,5\%$), mentre fra le 4 e le 8 si stabilizza attorno all'8% e dalle 8 alle 12 la disponibilità di mezzi oscilla fra il 5,5% e il 6%. L'intervallo orario 12-18 è quello invece dove si ha la massima disponibilità ($>10\%$), la quale però diminuisce nel tardo pomeriggio.

L'andamento irregolare della disponibilità in questa zona è riconducibile a fenomeni come il riposizionamento, soprattutto nelle ore notturne. Inoltre, come mostra la Figura 55, la stazione ferroviaria e l'autostazione ricoprono il ruolo di maggiori attrattori per gli utenti dei sistemi di micromobilità condivisa, le quali causano numerosi spostamenti in entrata e uscita dal quartiere per buona parte della giornata. Per questo servizio si nota una discreta quantità di mezzi anche nell'area fra C.so Racconigi e Via Frejus (T0131), nelle immediate vicinanze del "Mercato di Racconigi", verso il quale vengono effettuati molti viaggi al mattino.

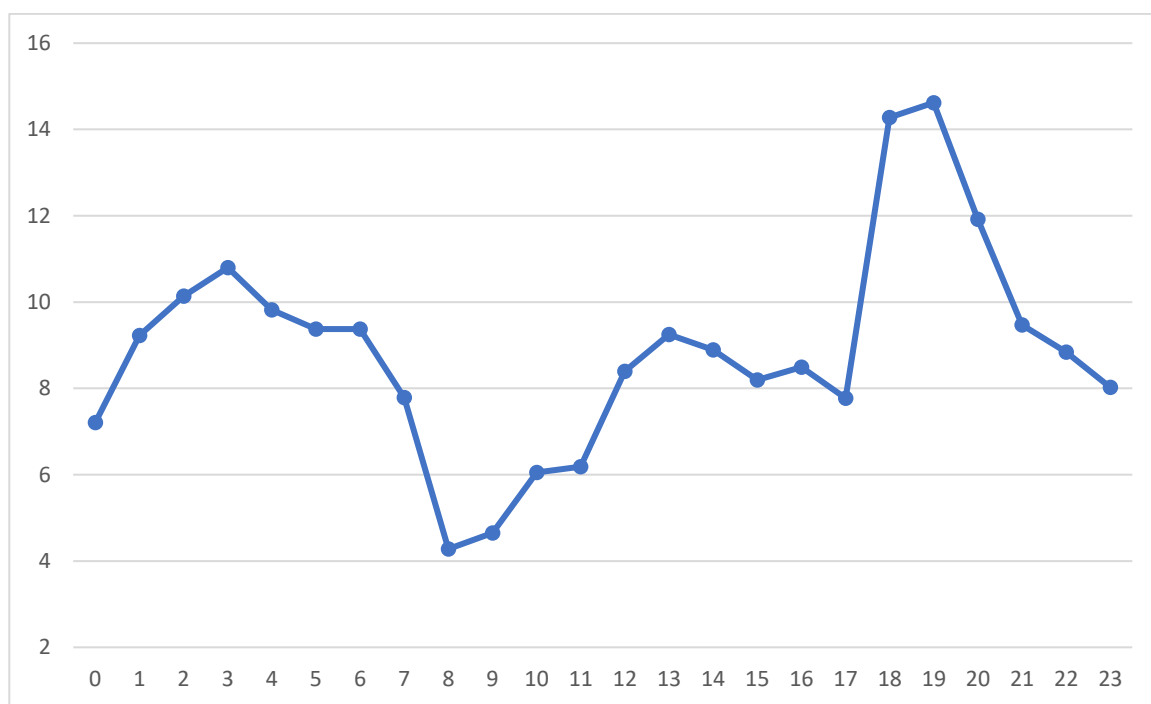


Figura 56 - Andamento disponibilità nel giorno feriale medio dei monopattini Helbiz in San Donato

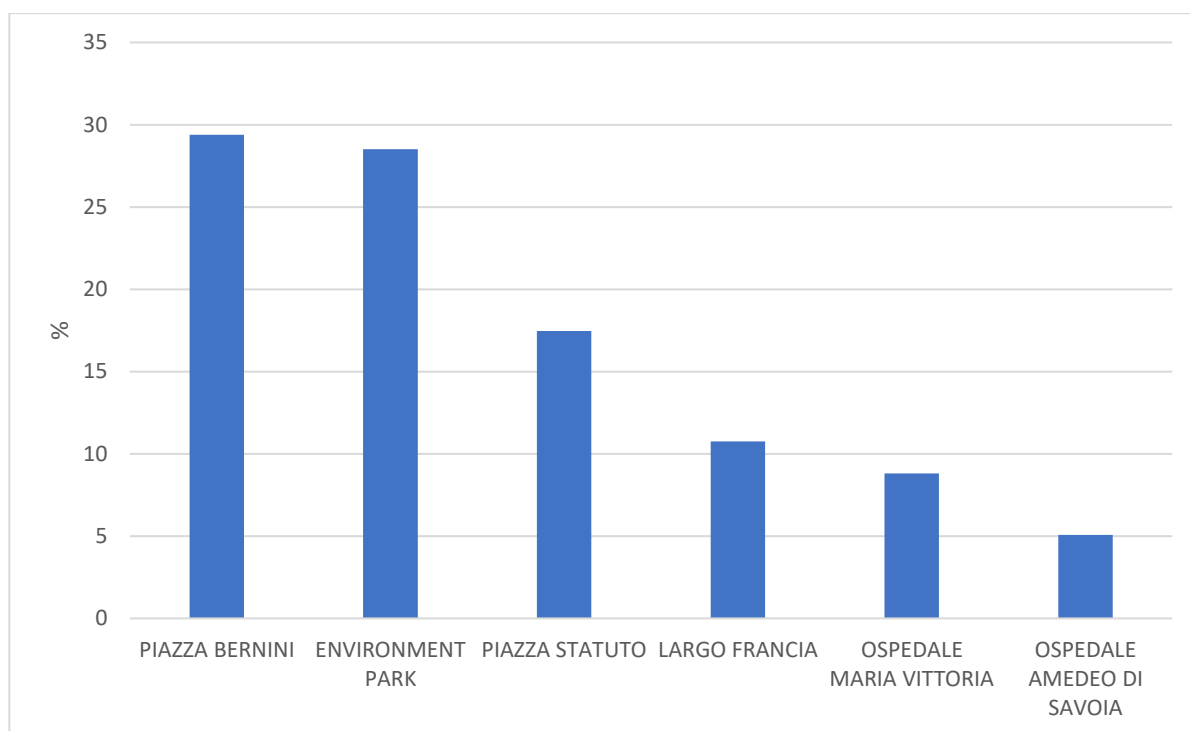


Figura 57 - Ripartizione dei monopattini Helbiz all'interno di San Donato nel giorno feriale medio

Il quartiere di San Donato (Q006) presenta un andamento della disponibilità irregolare nel corso del giorno feriale medio a causa della presenza nella zona di attività di diverso genere da un punto di vista di domanda di mobilità (uffici, centro commerciale e ospedali). Fra mezzanotte e le 4 del mattino si assiste ad un progressivo aumento di mezzi passando dal 7,2% al 10,8%, ma che diminuisce fino al 4,3% nelle ore successive. Dalle 9 alle 14, la disponibilità aumenta arrivando al 9,2%, ma subisce un lieve calo (-1,5%) nel corso del pomeriggio. Fra le 18 e le 20 si osserva il picco della disponibilità giornaliera ($\approx 14,5\%$), che però diminuisce in serata.

La parte del quartiere in cui mediamente si trovano più veicoli è vicino alla fermata della metropolitana di P.zza Bernini (T0040), confermando la tesi del diffuso utilizzo dei sistemi di micromobilità condivisa in combinazione con il trasporto pubblico locale.

L'altra zona in cui la disponibilità dei mezzi è elevata, è quella dell'Environment Park (T0012); infatti, qui si trovano sia il polo scientifico e tecnologico sia un centro commerciale.

4.1.3 Variazione spaziale e temporale della disponibilità Mobike

Vengono riportati di seguito il massimo di id univoci giornalieri e le medie orarie estratti dal dataset a disposizione.

Tabella 14 – Massimo giornaliero di id univoci registrati in 1 minuto Mobike

Massimo giornaliero		
10/07/2020	13/07/2020	15/07/2020
518	533	483

Tabella 15 – Media oraria id univoci registrati ogni minuto Mobike

Media oraria			
ore	10/07/20	13/07/20	15/07/20
00:00 – 00:59	511	523	452
01:00 – 01:59	503	525	463
02:00 – 02:59	502	524	452
03:00 – 03:59	506	525	456
04:00 – 04:59	504	525	462
05:00 – 05:59	492	529	469
06:00 – 06:59	498	529	462
07:00 – 07:59	499	531	463
08:00 – 08:59	491	524	462
09:00 – 09:59	489	524	458
10:00 – 10:59	488	526	451
11:00 – 11:59	486	527	447
12:00 – 12:59	484	525	446
13:00 – 13:59	480	520	453
14:00 – 14:59	474	524	452
15:00 – 15:59	468	521	451
16:00 – 16:59	464	517	448
17:00 – 17:59	469	517	442
18:00 – 18:59	472	509	442
19:00 – 19:59	475	501	446
20:00 – 20:59	475	495	454
21:00 – 21:59	478	500	460
22:00 – 22:59	475	514	466
23:00 – 23:59	484	514	468

L'Osservatorio Nazionale della Sharing Mobility fornisce come dimensione della flotta per Torino un valore pari a 1700 mezzi; confrontandolo con i risultati della Tabella 14 si nota come i mezzi disponibili in città fossero solo circa 1/3 della flotta complessiva. Anche in questo caso, questo può essere riconducibile a scelte aziendali di mettere a disposizione soltanto una parte dei veicoli,

a causa della riduzione della domanda di mobilità generale provocata dalle restrizioni anti-Covid. Dalla Tabella 15 emerge che il 15/07 vi sono a disposizione in media meno mezzi rispetto alle altre due giornate; si osserva inoltre che il 10/07 e il 13/07 sono disponibili più biciclette la notte e al mattino.

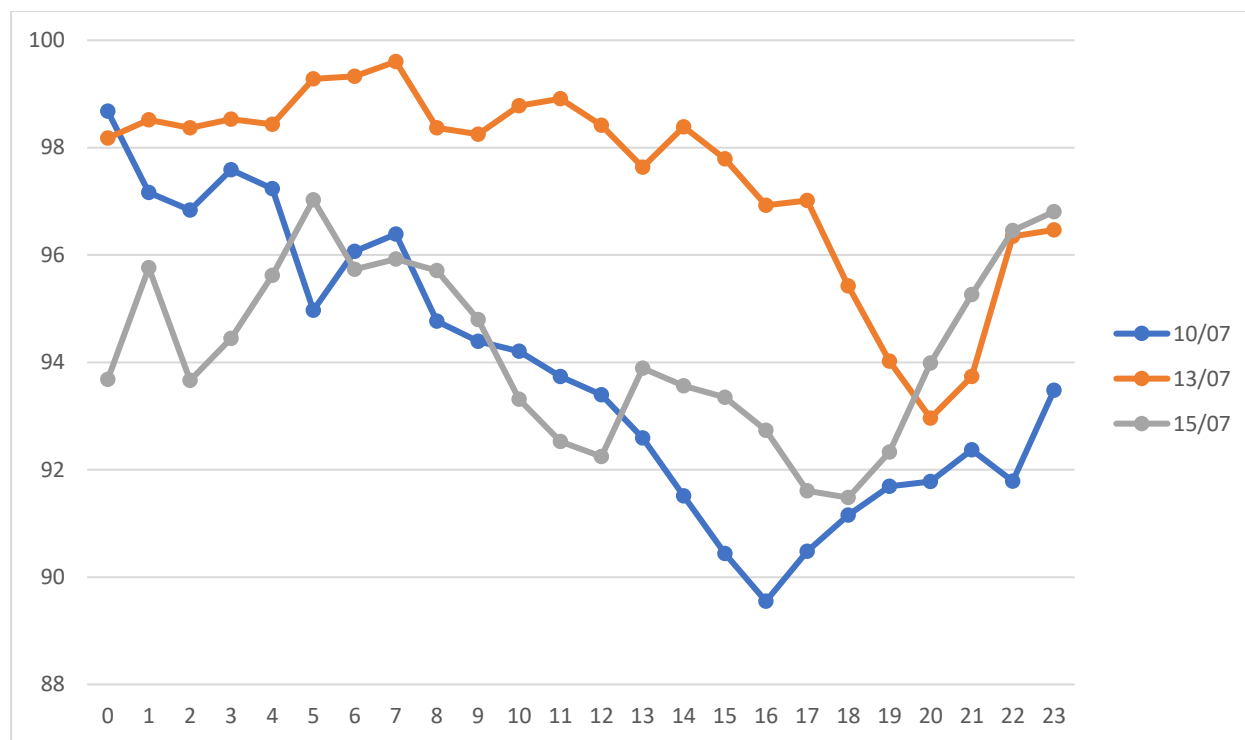


Figura 58 - Andamento temporale disponibilità totale biciclette Mobike nei giorni 10/07/2020, 13/07/2020 e 15/07/2020

In accordo con quanto detto prima, nelle giornate del 10/07 e del 13/07 viene evidenziata una maggiore disponibilità rispetto al 15/07. Il 10/07 si ha il picco a mezzanotte, la quantità di mezzi a disposizione diminuisce poi nel corso della mattina e del pomeriggio fino ad arrivare al minimo del 90% delle 17, dopo di che aumenta nuovamente. Il 13/07 in cui la disponibilità è maggiore del 98% per buona parte della giornata; infatti, la percentuale si attesta a livelli superiori al 98% dalla notte fino alle 13, dopo di che diminuisce progressivamente fino alla sera, quando riaumenta. Il 15/07 presenta un andamento differente: fino alle 7 del mattino la disponibilità oscilla fra il 94% e il 96%, nel corso della mattinata diminuisce arrivando al 92%, cresce leggermente fra le 12 e le 14 (94%), si riduce nuovamente nel pomeriggio e poi riaumenta in serata.

La seguente figura mostra che la densità di biciclette Mobike è maggiore in Centro (Q001) e nelle aree confinanti con esso come San Salvario (Q002), Crocetta (Q003), Cenisia (Q005), San Donato (Q006), Aurora (Q007) e Vanchiglia (Q008) e diminuisce progressivamente allontanandosi dal centro. Per questo servizio è stata riportata un'unica immagine rappresentativa della disponibilità, in quanto dai calcoli le variazioni fra le fasce orarie considerate risultano poco significative. Le

aree con la disponibilità più alta di biciclette Mobike sono: Centro (Q001), Cenisia (Q005), San Donato (Q006) e Aurora (Q007).

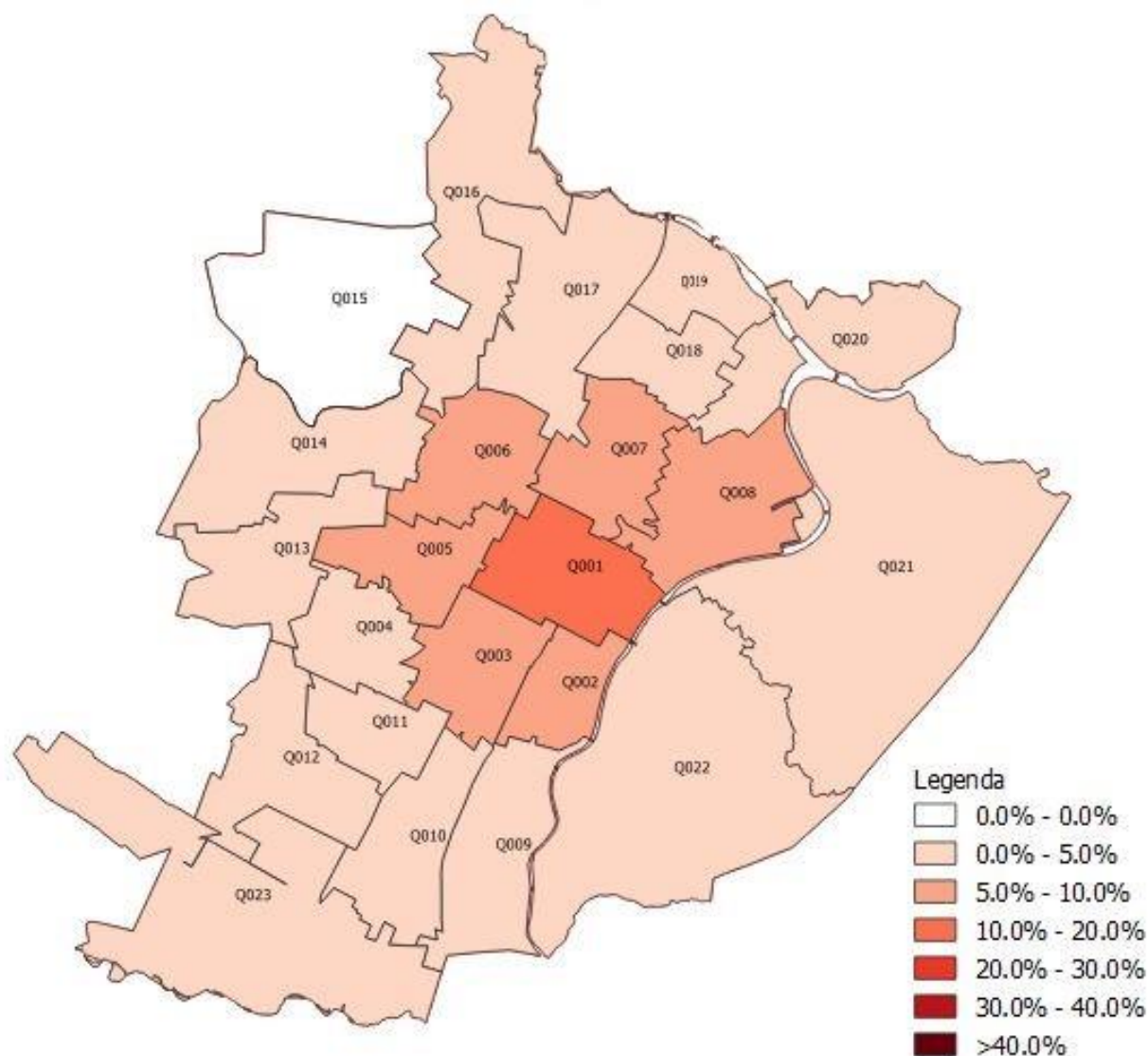


Figura 59 - Mappa della disponibilità Mobike nel giorno feriale medio

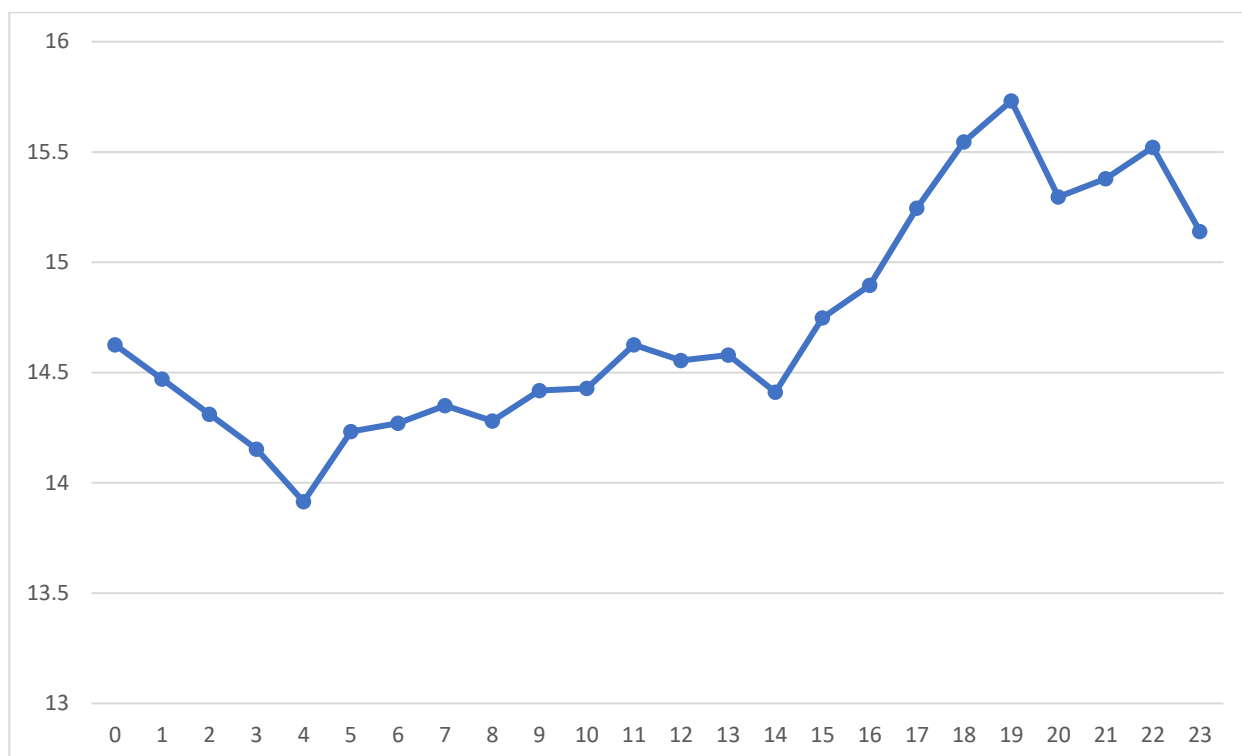


Figura 60 - Andamento disponibilità nel giorno feriale medio delle biciclette Mobike in Centro

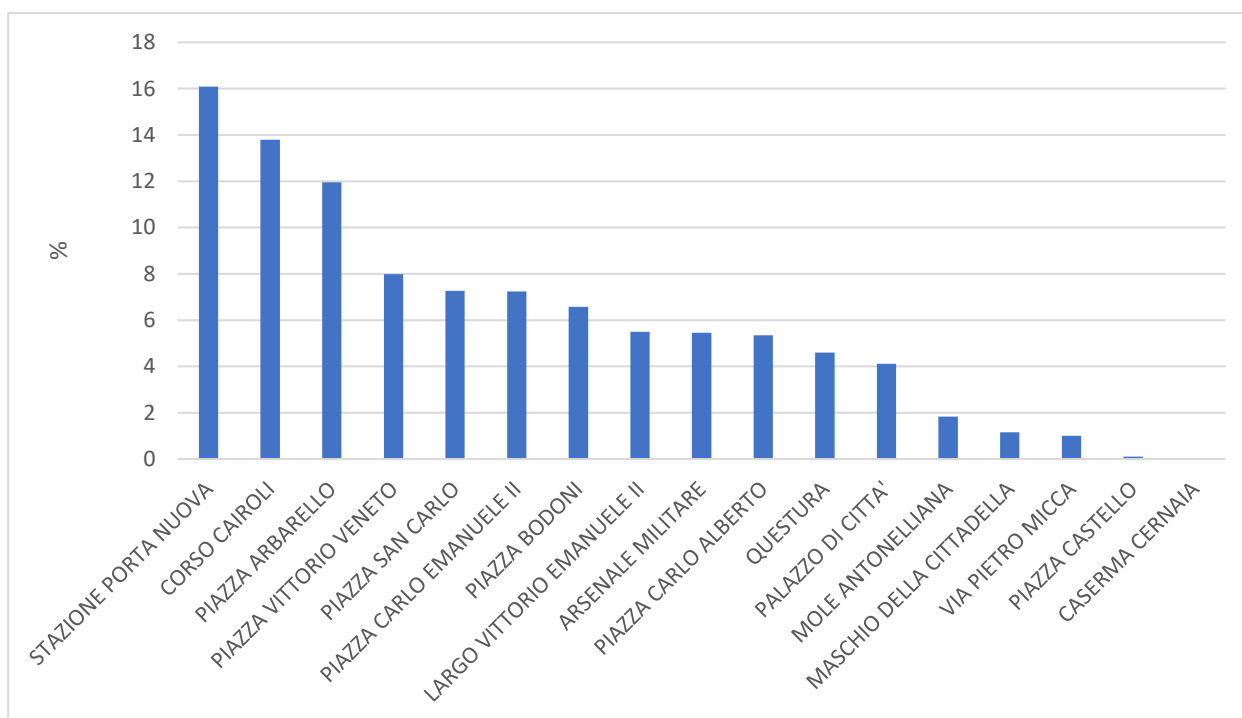


Figura 61 – Ripartizione delle biciclette Mobike all'interno del Centro nel giorno feriale medio

Lo sviluppo della disponibilità media dei mezzi Mobike in Centro (Q001) mostra una leggera riduzione nelle ore notturne, seguita da un aumento di pari valore ($\approx 0,5\%$) fra le 4 e le 11. Tra le 11 e le 14 non si notano particolari variazioni, nel pomeriggio si assiste ad un ulteriore innalzamento ($+1,3\%$), che prosegue in maniera più decisa nel resto del pomeriggio arrivando al

picco del 15,7%; in fine alla sera diminuisce lievemente. L'incremento del mattino è dovuto principalmente a spostamenti lavorativi, mentre la riduzione notturna e il successivo aumento pomeridiano sono provocati più da viaggi legati allo svago.

La figura precedente conferma la stazione ferroviaria come polo maggiormente attrattivo per gli utenti dei sistemi di micromobilità condivisa. Oltre ad essa, sono molto frequentati C.so Cairoli (T0007) e P.zza Arbarello (T0059); questi luoghi sono vicini rispettivamente al Parco del Valentino (T0120) e Via Cernaia (T0125 e T0097), che causano molti spostamenti legati allo svago e allo shopping.

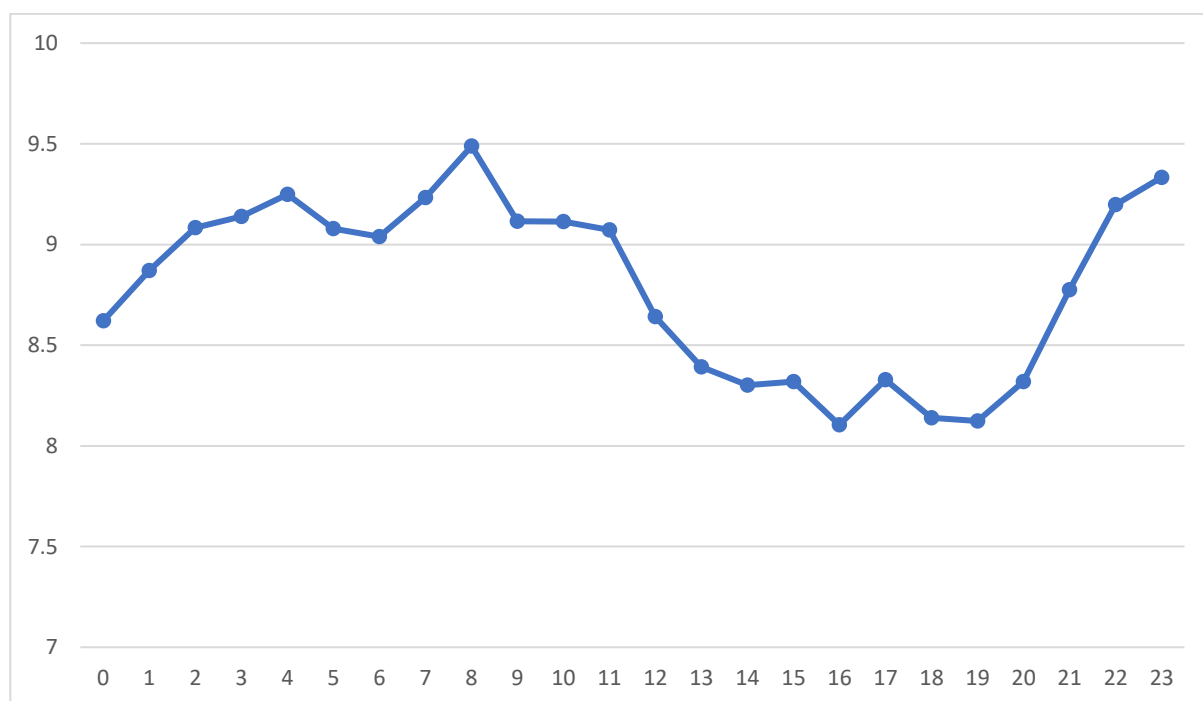


Figura 62 - Andamento disponibilità nel giorno feriale medio delle biciclette Mobike in Cenisia

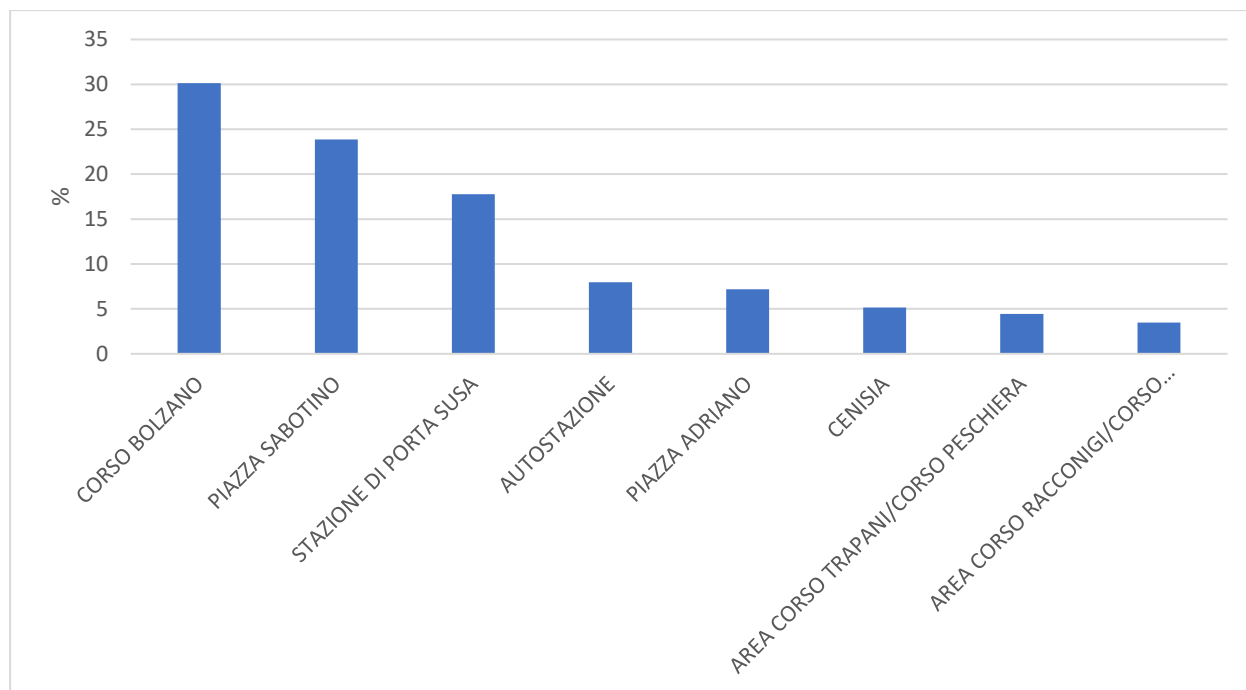


Figura 63 – Ripartizione delle biciclette Mobike all'interno di Cenisia nel giorno feriale medio

In Cenisia (Q005) si osserva un leggero aumento di disponibilità durante le ore notturne, seguito da un altro più marcato fra le 7 e le 9; dopo di che si stabilizza attorno al 9% per il resto della mattinata. Dalle 12 inizia una graduale riduzione della disponibilità di mezzi nella zona che prosegue per tutto il pomeriggio, ma dalle 20 si verifica un ulteriore aumento che riporta la disponibilità ai livelli del mattino. L'incremento notturno del numero di mezzi può essere riconducibile a interventi di riposizionamento e/o all'utilizzo diffuso di questi sistemi da parte dei giovani. Lo sviluppo che invece si ha durante il resto della giornata (aumento al mattino e diminuzione alla sera) è dovuto a spostamenti legati al lavoro.

L'area a maggior densità di biciclette è C.so Bolzano (T0010): esso ha una posizione strategica, in quanto costeggia la stazione di Porta Susa (T0091), l'autostazione e lungo esso si trovano 2 stazioni della metropolitana (Porta Susa e XVIII Dicembre). Oltre che nell'area di pertinenza della stazione, si trovano molte biciclette Mobike anche in P.zza Sabotino (T0019), nella quale sono presenti molte fermate di tram e autobus.

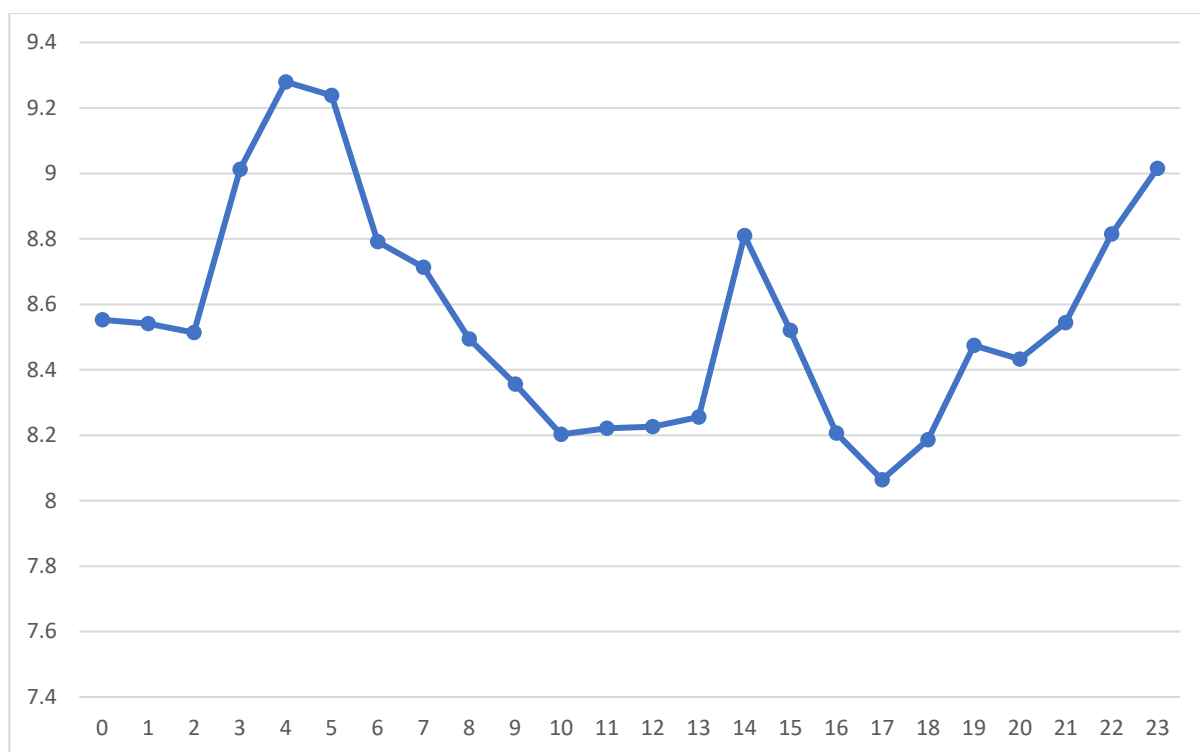


Figura 64 - Andamento disponibilità delle biciclette Mobike nel giorno feriale medio in San Donato

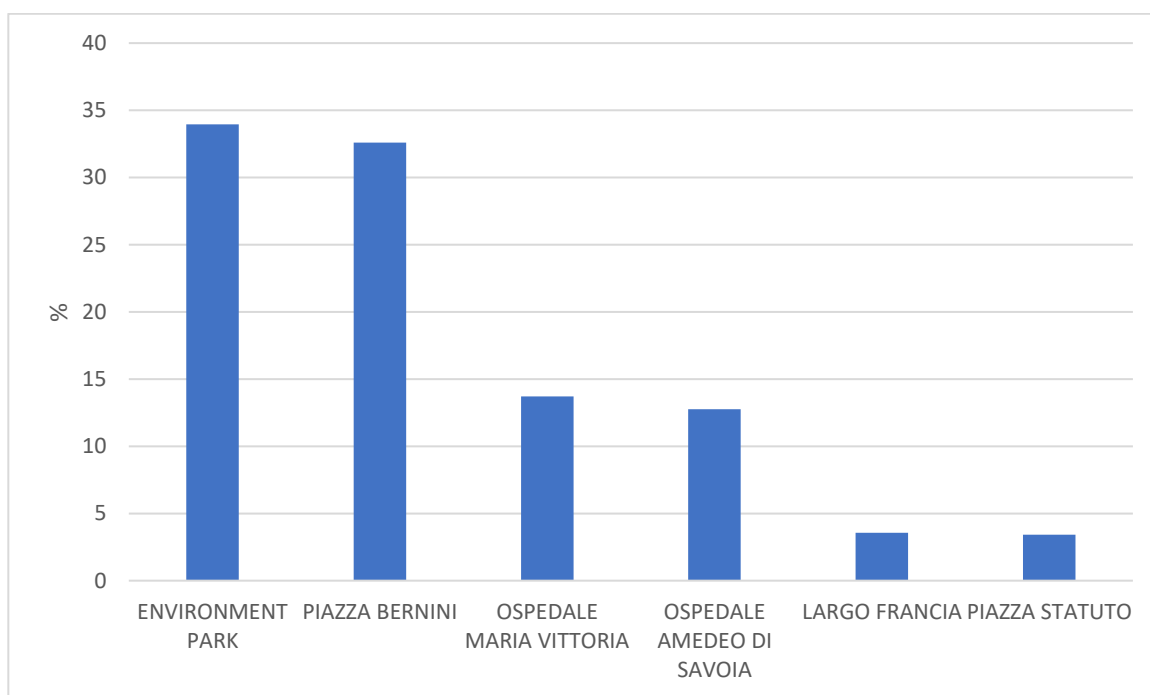


Figura 65 - Ripartizione delle biciclette Mobike all'interno di San Donato nel giorno feriale medio

In San Donato (Q006) la disponibilità dei mezzi non subisce notevoli variazioni, il massimo giornaliero è pari al 9,2%, mentre il minimo è pari all'8%. Da mezzanotte alle 3 del mattino la percentuale di biciclette presenti è pari circa all'8,5%, che nelle ore successive cresce dello 0,7%. Dalle 5 si osserva una graduale diminuzione della disponibilità arrivando all'8,2% fra le 10 e le

11, rimane costante per alcune ore e aumenta nuovamente nelle prime ore del pomeriggio (+0,6%). Fra le 14 e le 14 avviene un'ulteriore riduzione, seguita da un incremento in serata.

I luoghi del quartiere maggiormente frequentati dagli utenti Mobike sono l'Environment Park (T0012) e P.zza Bernini (T0040); il primo produce spostamenti legati esclusivamente al lavoro, mentre l'alta concentrazione di biciclette vicino alla piazza è dovuta alla presenza della fermata della metropolitana.

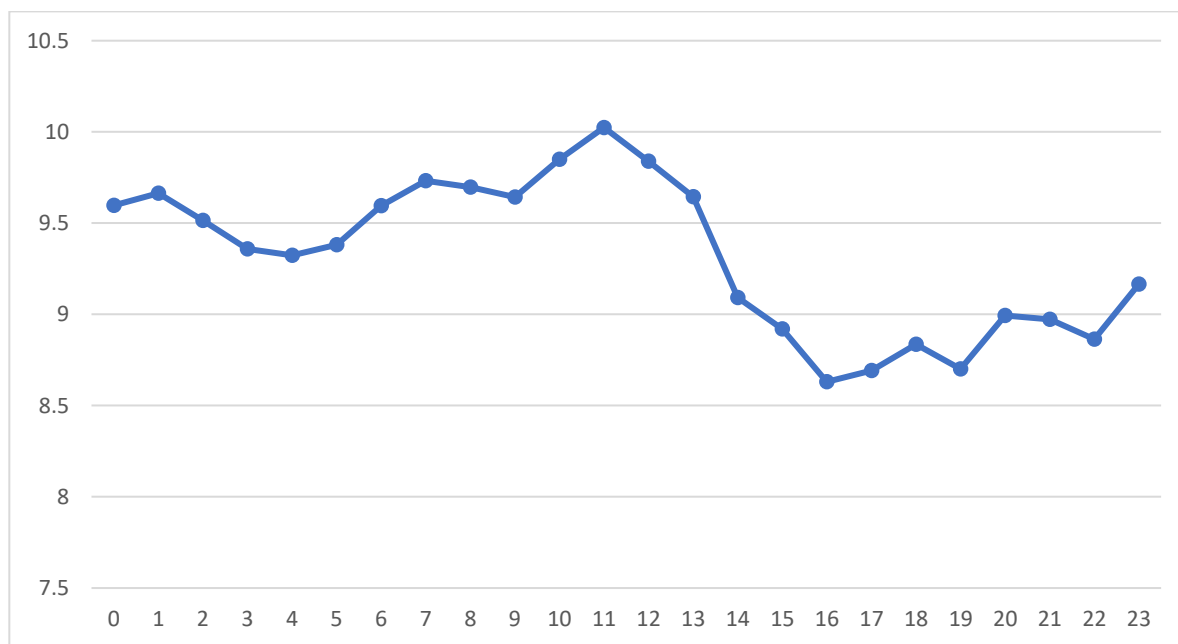


Figura 66 - Andamento disponibilità nel giorno feriale medio delle biciclette Mobike in Aurora

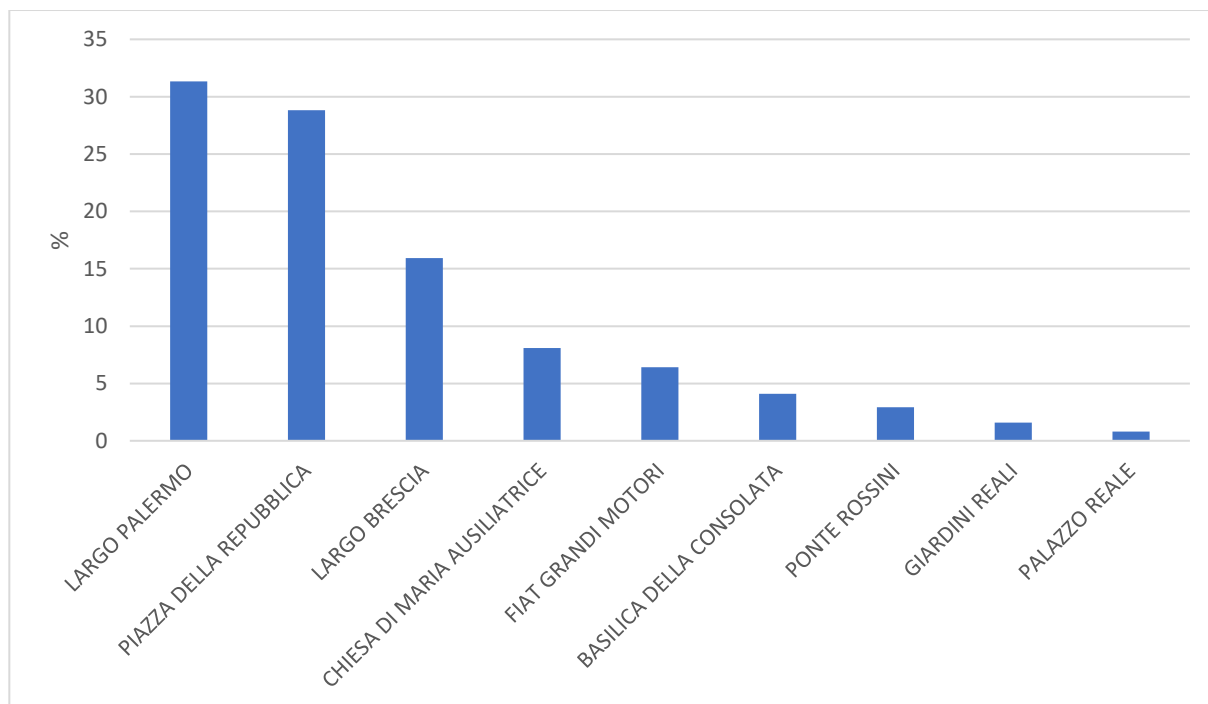


Figura 67 - Ripartizione delle biciclette Mobike all'interno di Aurora nel giorno feriale medio

Nella zona di Aurora (Q007) la disponibilità di biciclette oscilla fra il 9,2% e il 10% fino alle 12, dopo ciò diminuisce gradualmente e dalle 17 aumenta in maniera lieve (+0,5%).

I luoghi dove si ha maggiore concentrazione di mezzi sono Largo Palermo (T0149) e P.zza della Repubblica (T0003). Il primo si trova vicino al confine dell'area operativa, mentre il secondo ospita nei giorni feriali e al sabato il "Mercato di Porta Palazzo" aperto dalle 7 alle 14. La presenza nella zona di una vasta area mercato, provoca un lieve aumento della disponibilità di veicoli Mobike al mattino e una conseguente riduzione a partire dalle 12.

4.1.4 Confronto delle distribuzioni orarie dei tre servizi

In questo paragrafo viene analizzata e messa a confronto la disponibilità complessiva dei tre servizi appartenenti al dataset nelle diverse fasce orarie nei tre giorni analizzati. A questo proposito, vengono confrontati gli andamenti medi dei mezzi disponibili in città di ciascuna compagnia, passaggio che serve per valutare se le variazioni dell'offerta dei 3 servizi sono simili.

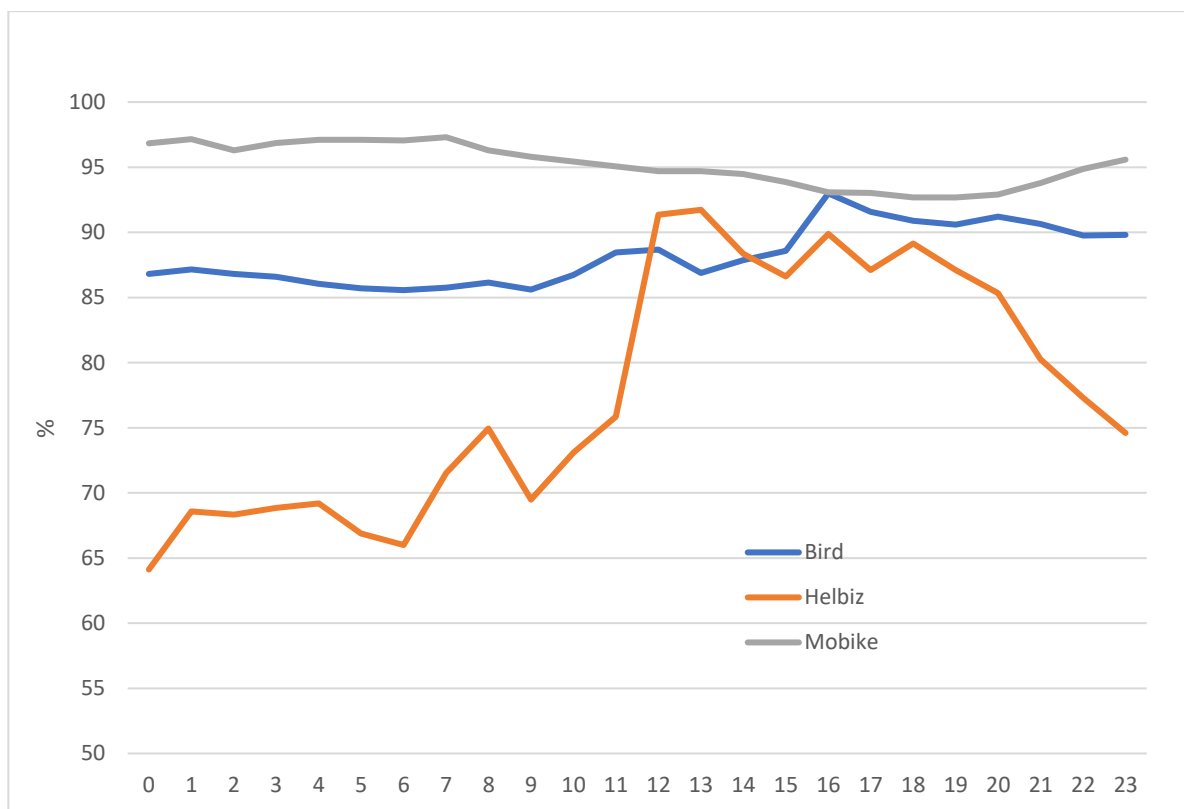


Figura 68 - Confronto andamento temporale disponibilità totale di Bird, Helbiz e Mobike nel giorno feriale medio

Dalla Figura 68 si osserva che i 3 servizi mostrano degli sviluppi temporali differenti.

Il sistema di biciclette a flusso libero, grazie anche alle dimensioni notevoli della flotta, presenta livelli di disponibilità alti durante tutto l'arco della giornata. La percentuale si attesta attorno al 97% fino alle 7 del mattino, diminuisce gradualmente arrivando alle 20 con una disponibilità del 92%, per poi aumentare nuovamente in serata. La riduzione che avviene fra le 7 e le 20 è attribuibile all'elevato impiego da parte dell'utenza per spostamenti legati al lavoro; infatti, diversi

studi hanno constatato un massiccio utilizzo dei sistemi di biciclette per viaggi casa-lavoro [18], [48], [49].

Per quanto riguarda i monopattini Bird, la disponibilità è minore al mattino (85%-86%), ma cresce nelle ore successive. Dato che la letteratura suggerisce un maggiore impiego dei monopattini nelle ore pomeridiane rispetto al mattino, la minore disponibilità che si presenta al mattino può essere attribuibile scelte aziendali, le quali, in base alle fluttuazioni della domanda, dispongono meno mezzi sull'area operativa. Nonostante ciò, dalle 16 si verifica una lieve diminuzione, indice del maggiore utilizzo dei monopattini fra il tardo pomeriggio e la sera [13], [20].

Helbiz presenta un andamento medio più irregolare rispetto alle altre 2 compagnie: la notte la disponibilità oscilla attorno al 67%, per poi aumentare durante il resto della giornata. Si hanno 2 aumenti riconducibili a decisioni dell'azienda, la quale preferisce schierare più mezzi quando vi è maggiore richiesta. Osservando la , si nota che gli incrementi si registrano fra le 6 e le 8 e fra le 9 e le 12, dopo i quali si verificano delle diminuzioni di disponibilità provocate dall'utilizzo del servizio. La riduzione che avviene fra le 8 e le 9 del mattino è riconducibile a spostamenti sistematici (lavoro), anche se non ci sono studi che indicano i monopattini come servizio di micromobilità più popolare fra gli utenti per viaggi casa-lavoro. La graduale diminuzione che avviene dalle 12 in poi, in maniera ancor più decisa dalle 18, è confermata anche in altri lavori, secondo i quali i monopattini vengono maggiormente utilizzati al pomeriggio e alla sera [13], [20].

4.1.5 Confronto delle distribuzioni spaziali dei tre servizi

Lo scopo di quest'ultima parte è di approfondire la conoscenza sul livello di servizio di ogni sistema e determinare l'esistenza di zone in cui vi è maggiore disponibilità relativa, in relazione ad altre zone.

Vengono messe in parallelo le disponibilità dei 3 sistemi ad orari prestabiliti per la valutazione nelle varie zone se l'offerta dei servizi è la medesima o meno.

Le immagini seguenti mostrano l'andamento della disponibilità nelle varie fasce orarie della giornata: ore di punta (7-9 e 17-19), ore di morbida e ore notturne.

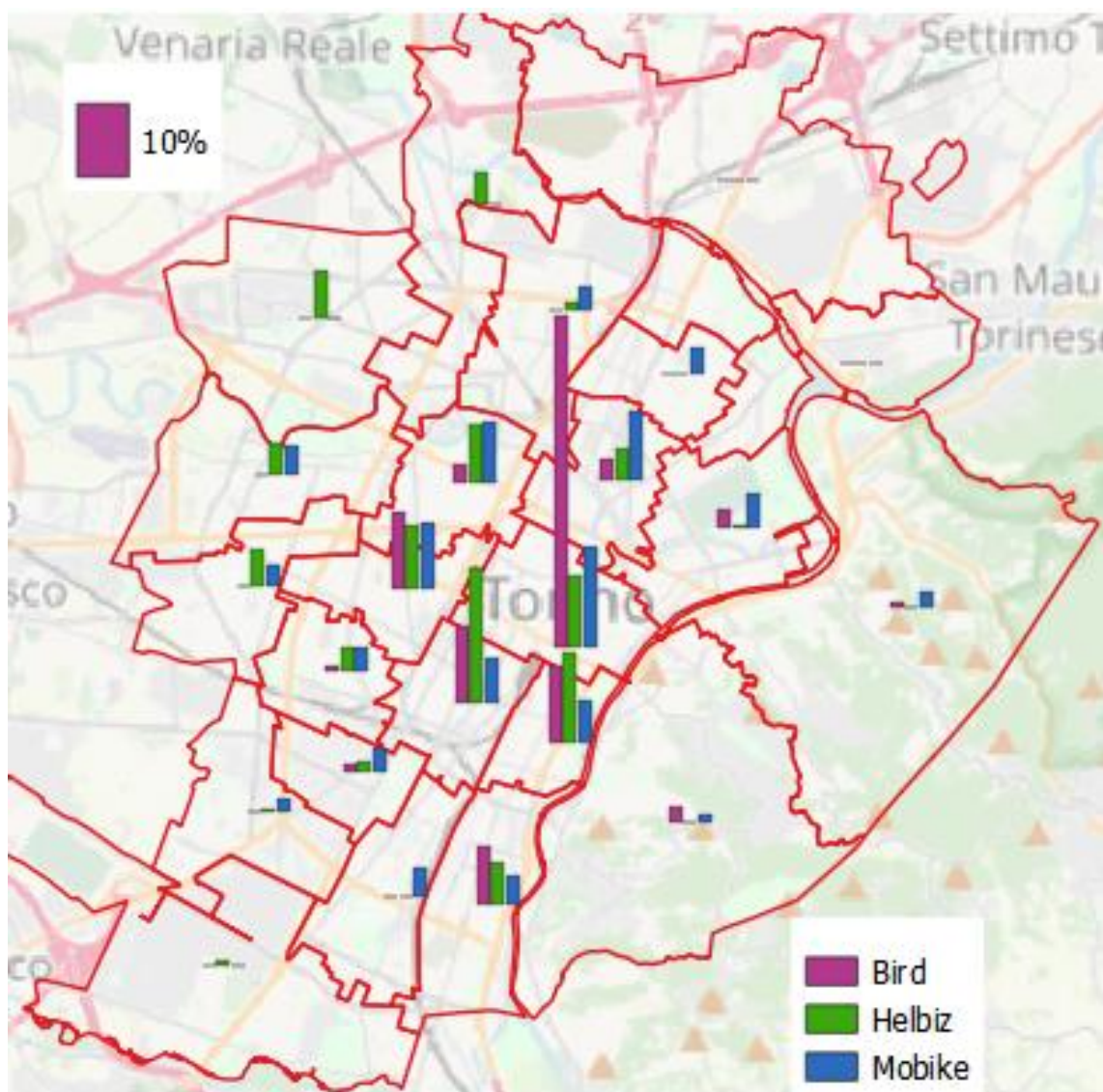


Figura 69 - Disponibilità dei 3 servizi in ciascuna zona della città nel giorno feriale medio, ora di punta: 7-9

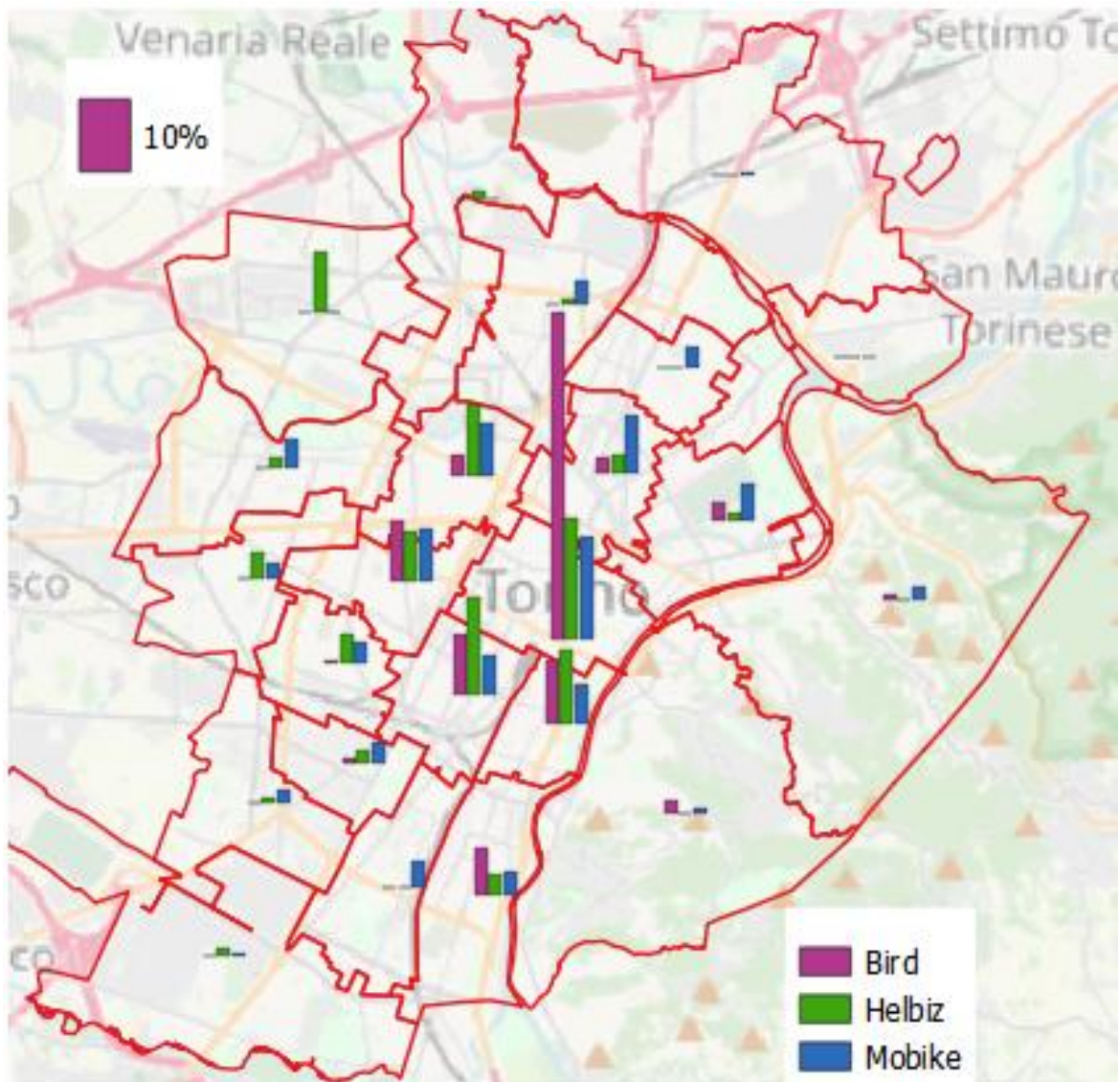


Figura 70 - Disponibilità dei 3 servizi in ciascuna zona della città nel giorno feriale medio, ora di punta:17-19

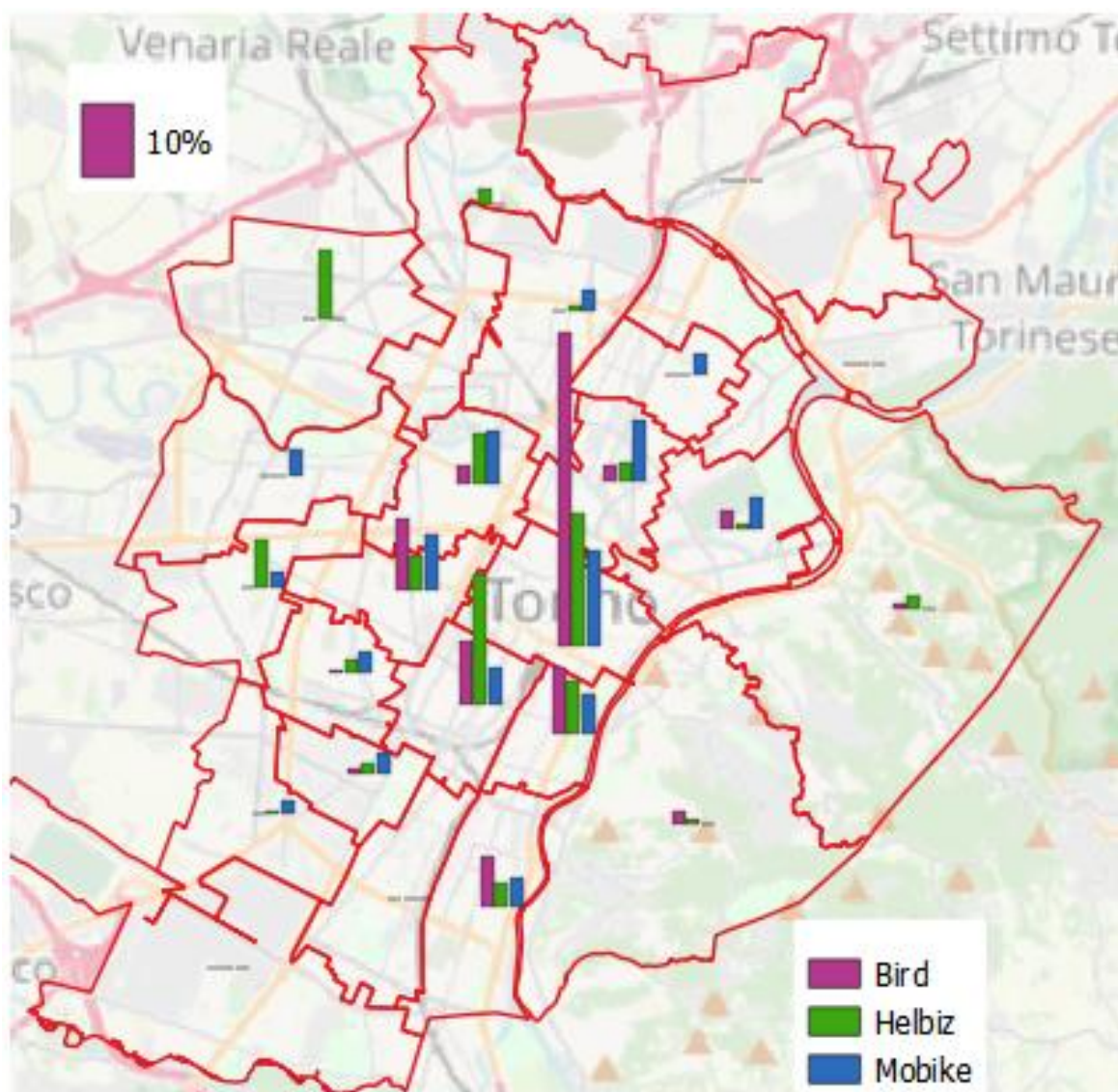


Figura 71 - Disponibilità dei 3 servizi in ciascuna zona della città nel giorno feriale medio, ore di morbida

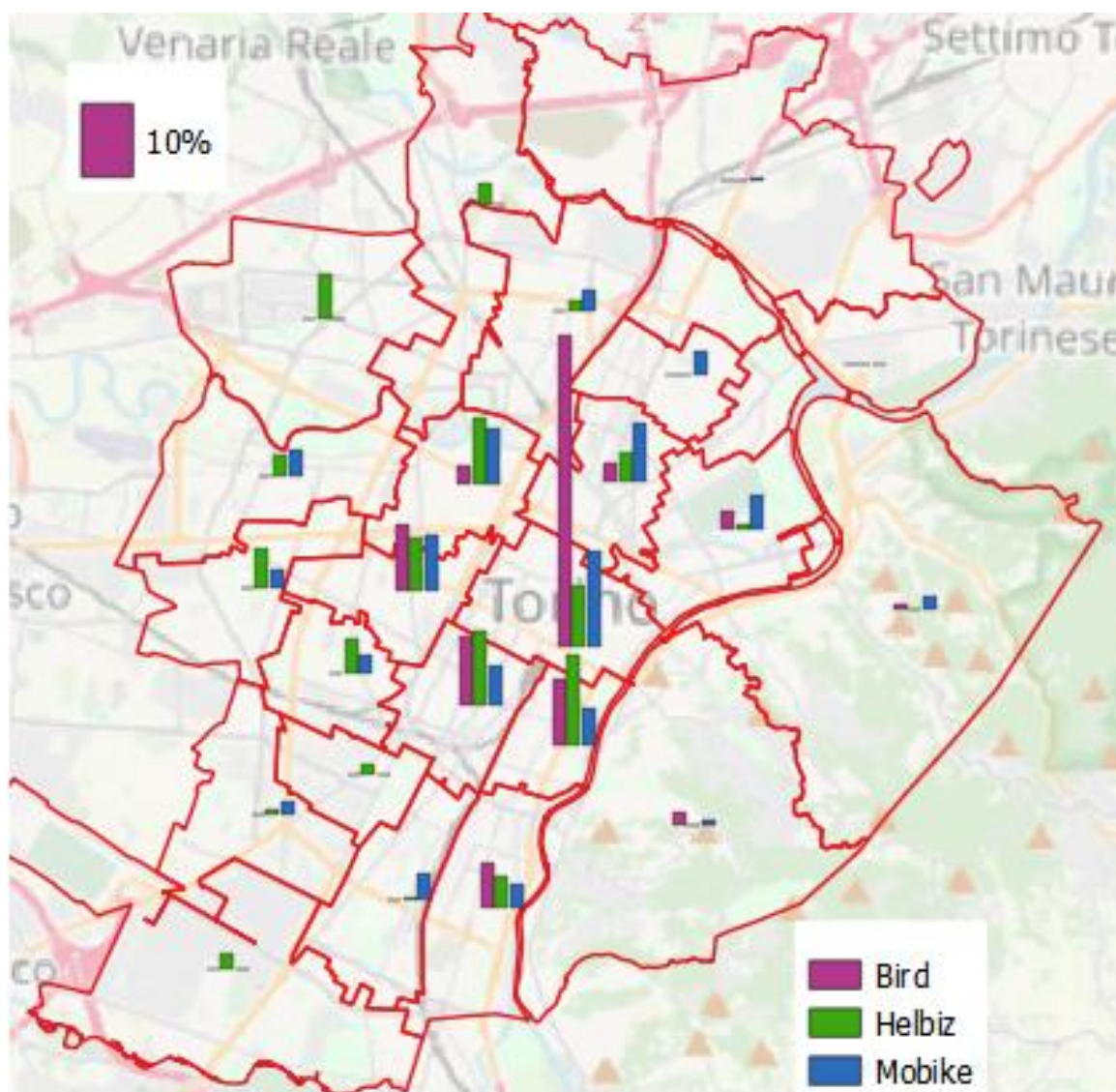


Figura 72 - Disponibilità dei 3 servizi in ciascuna zona della città nel giorno feriale medio, ore notturne

In linea generale, il Centro (Q001) risulta la zona con le più alte disponibilità di mezzi dei tre servizi; oltre alla presenza delle principali attrazioni turistiche, in Centro sono presenti molti uffici, negozi e ristoranti, i quali attraggono molti spostamenti sia nei giorni feriali (lavoro) sia in quelli festivi (shopping e svago). In accordo con l'indagine IMQ del 2013, la presenza di una stazione ferroviaria, in questo caso Porta Nuova (T0008), causa un maggiore afflusso di mezzi in micromobilità condivisa [1].

Elevate concentrazioni di biciclette e monopattini vengono rilevate anche in San Salvario (Q002), dove sono presenti alcune attrazioni come il Parco del Valentino (T0120) e numerosi locali notturni, i quali fanno sì che la domanda di mobilità sia elevata di giorno e di notte. In aggiunta, la presenza nella zona di 3 fermate della metropolitana (Marconi, Nizza e Dante) e di alcune sedi universitarie (Architettura, Chimica e Orto Botanico), provoca un maggiore afflusso di questi mezzi nella zona, in quanto i sistemi di micromobilità condivisa vengono molto utilizzati da

persone giovani e/o in combinazione con treni e metropolitane come risoluzione al “problema dell’ultimo miglio” [1], [33].

Il quartiere di Crocetta (Q003) risulta discretamente fornito di mezzi, in quanto al suo interno vi sono l’Ospedale Mauriziano Umberto I (T0022) e il Politecnico di Torino (T0066). Anche in questo caso la cospicua disponibilità è riconducibile al fatto che la domanda in questa zona è elevata soprattutto nei giorni feriali a causa della presenza di una sede universitaria di notevoli dimensioni.

Anche l’area di Cenisia (Q005) possiede buone disponibilità in termini di mezzi; nella zona, infatti, sono presenti la “Cittadella Politecnica” di pertinenza del Politecnico in Crocetta, il Tribunale di Torino, gli uffici di Città Metropolitana di Torino, il grattacielo di Intesa San Paolo, la stazione di Porta Susa (T0091) e l’Autostazione (T0136). La vicinanza ad un’importante sede universitaria fa sì che la zona sia popolata da molti giovani, i quali sono più inclini all’utilizzo di sistemi di micromobilità condivisa e la presenza della stazione ferroviaria nella zona, come già affermato da precedenti studi, incrementa l’afflusso di questo tipo di mezzi [1].

In Nizza Millefonti (Q009) si hanno delle discrete disponibilità di monopattini, ma non di biciclette. Il quartiere possiede diversi poli attrattivi come gli ospedali Molinette, Regina Margherita, San Lazzaro e il CTO (T0073 e T0026), le fermate della metropolitana Carducci-Molinette, Spezia e Lingotto (T0023 e T0026), una succursale del Politecnico (T0026), l’area del Lingotto (T0026) all’interno della quale si trova un centro commerciale, numerosi uffici e un centro congressi. La presenza di queste attività determina una richiesta di micromobilità condivisa nei giorni feriali e festivi per diversi motivi. Infatti, gli ospedali attraggono a sé molti spostamenti durante la settimana (utenti, dipendenti e studenti), come anche la sede universitaria e gli uffici nell’area Lingotto, mentre il centro commerciale tende a causare più spostamenti nel fine settimana.

San Donato (Q005) presenta buone disponibilità di monopattini Helbiz e biciclette; nella zona sono presenti l’ospedale Maria Vittoria (T0090), il centro commerciale “Parco Dora” (T0012), il parco scientifico e tecnologico per l’ambiente “Environment Park” (T0012), le fermate della metropolitana Principi d’Acaja (T0011), Bernini (T0040) e Racconigi (T0130) e P.zza Statuto (T0011) dove si fermano molti autobus e tram. La presenza di queste attrazioni provoca spostamenti legati sia alla sfera lavorativa che a quella dello svago; il rilevante impiego dei sistemi di micromobilità nella zona, è dovuto anche alla presenza di numerose fermate di metro e tram, che vengono utilizzati in combinazione con biciclette e monopattini condivisi come soluzione al “problema dell’ultimo miglio” [33].

Dalle indagini emergono in alcune ore della giornata delle discrete disponibilità di veicoli Helbiz nei quartieri di Pozzo Strada (Q013) e Parella (Q014) e di biciclette Mobike in Aurora (Q007) e Vanchiglia (Q008).

Nei quartieri in collina Madonna del Pilone (Q021) e Cavoretto Borgo Po (Q022), la disponibilità di questo tipo di mezzi è molto ridotta per 2 motivi:

- Scarsa o assente copertura del quartiere;
- Tendenza degli utenti di monopattini a percorrere percorsi piani [13].

Le periferie nord e sud della città presentano una disponibilità molto limitata di monopattini e biciclette a causa sia della limitata copertura della zona sia delle condizioni economiche del quartiere: i dati delle quotazioni immobiliari nelle varie zone della città, indicano che nelle aree a nord Barriera di Milano (Q018), Rebaudengo (Q019) e Borgo Vittoria (Q017) e a sud Mirafiori Sud (Q023) i prezzi delle case sono decisamente inferiori rispetto a zone più interne [39]. Da un precedente studio è emerso che i sistemi di micromobilità condivisa sono scarsamente utilizzati nelle aree povere della città, in quanto per l'iscrizione al servizio è necessaria la carta di credito [18].

Alla luce delle osservazioni precedenti, si nota che l'area con l'offerta migliore dei 3 servizi è il centro città, fenomeno già emerso nello studio della distribuzione spaziale di biciclette e monopattini a Washington DC [20]. Nel caso di Torino, in Centro (Q001) sono presenti numerosi punti di interesse come la stazione ferroviaria e della metropolitana, negozi, uffici, attrazioni turistiche e locali di intrattenimento, la cui densità è positivamente correlata con l'utilizzo di bikesharing a flusso libero e monopattini elettrici condivisi [20], [48].

I servizi di monopattini risultano abbastanza popolari anche in aree più periferiche come San Salvario (Q002), Crocetta (Q003), Cenisia (Q005) e San Donato (Q006), in accordo con quanto è emerso da un altro studio sulla disponibilità dei monopattini nei vari quartieri di Washington DC [19].

I monopattini Bird, a causa delle dimensioni limitate dell'area operativa, sono localizzati prevalentemente in Centro (Q001) e nelle aree adiacenti di San Salvario (Q002), Cenisia (Q005) e Crocetta (Q003).

Al contrario, il servizio di monopattini Helbiz presenta una distribuzione più uniforme e ampia sulla città; infatti, seppur in maniera limitata sono presenti mezzi della compagnia anche nelle periferie sud e ovest della città. Anche in questo caso, emerge un nucleo di quartieri centrali in cui, per buona parte della giornata, la disponibilità è maggiore rispetto che altrove; nello specifico le zone con disponibilità maggiori sono: Centro (Q001), Crocetta (Q003), San Salvario (Q002) e San Donato (Q005).

Il servizio di Mobike risulta presente in ogni quartiere, eccetto le Vallette (Q015). Per tutta la giornata le aree in cui l'offerta di biciclette è maggiore sono Centro (Q001), Cenisia (Q005), San Donato (Q006) e Aurora (Q007); via via che aumenta la distanza dal Centro (Q001) la disponibilità diminuisce, infatti, i quartieri che risultano meno forniti sono quelli più periferici come Rebaudengo (Q019), Barriera di Milano (Q018) e Madonna di Campagna (Q016) a nord, Mirafiori Sud (Q023) e Cavoretto Borgo Po (Q022) a sud.

4.2 Distribuzioni orarie degli spostamenti

In questo sotto capitolo vengono riportati i risultati della ricerca effettuata secondo la metodologia mostrata al paragrafo 3.4.2. Inizialmente, vengono evidenziati i seguenti valori:

- Spostamenti totali: tutti quelle origini e destinazioni ricavate attraverso le formule enunciate al paragrafo 3.4.2;
- Spostamenti scartati: numero di viaggi eliminati poiché non rispettano i criteri di distanza e durata;
- Spostamenti validi: numero di viaggi reali ($\text{validi} = \text{totali} - \text{scartati}$) impiegati nella determinazione delle matrici O/D.

Durante la valutazione degli spostamenti è emerso un problema sul dataset Bird che non ha permesso l'individuazione dei viaggi. In particolare, nello studio si è visto che i veicoli Bird cambiano identificativo ogni volta che vengono noleggiati, caratteristica del flusso di dati che la compagnia ha introdotto probabilmente per ragioni di riservatezza; perciò, non è stato possibile ricavare gli spostamenti e le matrici O/D (presentate nel successivo sottoparagrafo) per questa compagnia.

4.2.1 Spostamenti totali Helbiz

Di seguito viene mostrata la tabella riepilogativa degli spostamenti estratti dal dataset nelle giornate del 13/07/2020 e del 15/07/2020.

Tabella 16 - Riepilogo spostamenti Helbiz

HELBIZ	
13/07/2020	15/07/2020
Totali	Totali
849	1577
Scartati	Scartati
182	933
Validi	Validi

667	644
-----	-----

La Tabella 16 mostra che il 15/07 sono stati rilevati quasi il doppio degli spostamenti totali rispetto al 13/07; nonostante ciò, molti di essi non rispettano i criteri di distanza e durata; quindi, alla fine delle operazioni i valori di spostamenti validi ottenuti per entrambi i giorni sono simili.

4.2.2 Spostamenti totali Mobike

In questo paragrafo vengono mostrati i risultati della ricerca degli spostamenti nel dataset di Mobike nei giorni 10/07, 13/07 e 15/07.

Tabella 17 - Riepilogo spostamenti Mobike

MOBIKE		
10/07/2020	13/07/2020	15/07/2020
Totali	Totali	Totali
3068	1884	2995
Scartati	Scartati	Scartati
2864	1682	2799
Validi	Validi	Validi
204	202	196

Il 10/07 e il 15/07 sono stati riscontrati molti più spostamenti rispetto al 13/07, ma anche in questo caso, la quantità di viaggi che non rispettano i criteri è rilevante e quindi il numero di spostamenti validi è simile per tutte e 3 le giornate in analisi.

4.2.3 Confronto delle distribuzioni orarie nel giorno feriale medio

Si procede dunque al confronto fra i vari sistemi presi in considerazione della distribuzione dei noleggi nel giorno feriale medio, secondo la metodologia illustrata al paragrafo 3.4.2, iniziando dal confronto con il servizio [TO]BIKE come specificato all'inizio del paragrafo 3.4.

4.2.3.1 Distribuzioni orarie [TO]BIKE del 2013 e offerta complessiva attuale

Le fonti dell'indagine IMQ 2013 emerge un numero di spostamenti ampiamente superiore a quelli ricavati dall'analisi del dataset dell'offerta attuale; infatti, i dati storici indicano 6619 viaggi con [TO]BIKE nel giorno feriale medio di maggio 2013, a fronte degli 856 effettuati congiuntamente con Helbiz e Mobike a luglio 2020. La notevole differenza in numeri assoluti è riconducibile a due fattori:

- Nei mesi estivi è presente meno traffico provocato dalla scuola, in quanto le scuole sono chiuse e molti lavoratori trascorrono dei periodi di ferie nel mese in analisi;

- Il periodo di luglio 2020, come già anticipato al paragrafo 2.1.2.2, ha risentito molto della diminuzione di domanda di mobilità provocata dalle restrizioni per la limitazione del contagio come lavoro e università da remoto [26].

Dal momento che il raffronto fra valori assoluti risulterebbe poco significativo, dato che i numeri di [TO]BIKE sono molto più grandi, lo studio viene svolto in termini relativi.

Per questa analisi, vengono determinati gli andamenti giornalieri dei noleggi; successivamente vengono mediati i valori in modo da ottenere uno sviluppo temporale medio per ogni servizio e infine vengono sommati i valori dei due servizi.

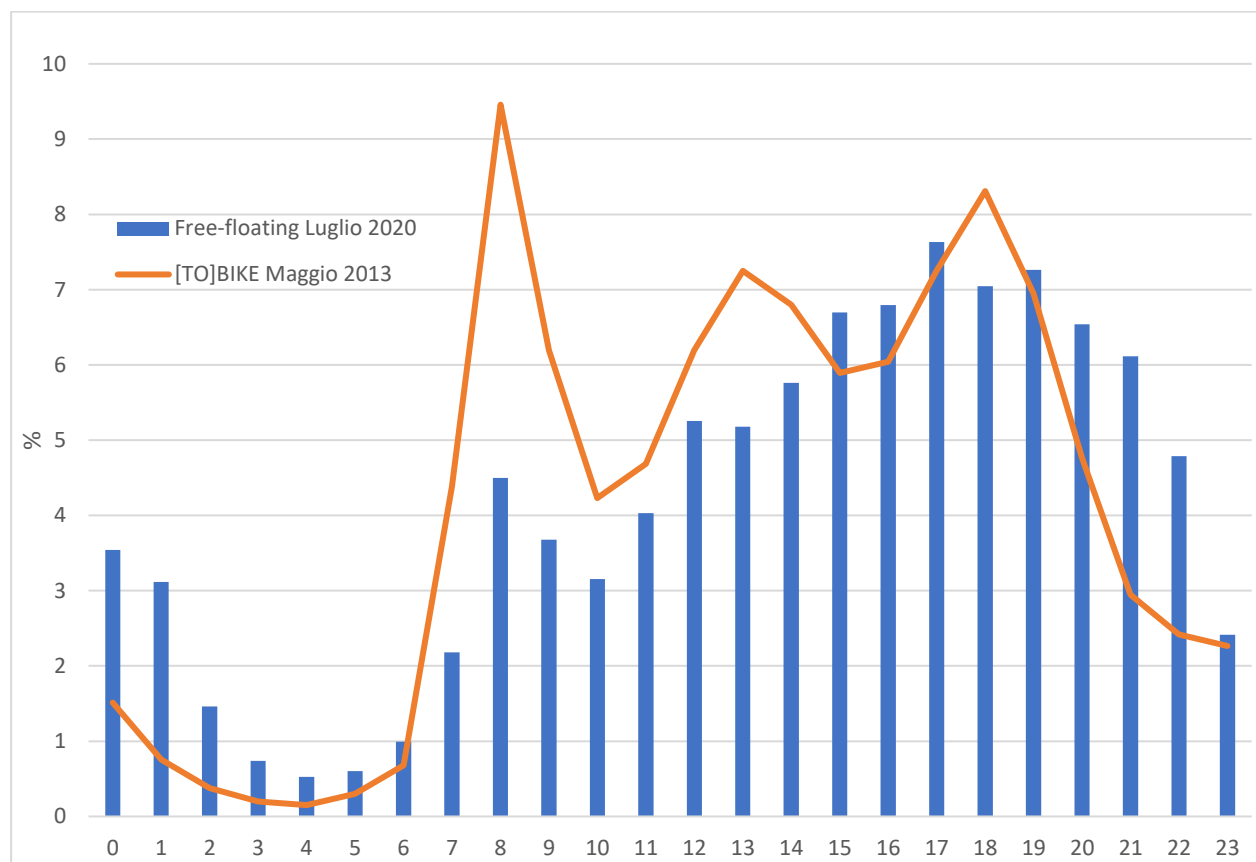


Figura 73 - Confronto fra distribuzioni relative dei prelievi nel giorno ferial medio fra i dati forniti dal gestore di [TO]BIKE nel maggio 2013 e quelli estrapolati dal dataset relativi a luglio 2020

In prima battuta si nota che l'andamento attuale è simile a quello del passato: nelle ore notturne l'utilizzo dei sistemi di micromobilità condivisa è decisamente ridotto, mentre durante la giornata è presente un picco di utilizzo fra le 17 e le 19. Il picco mattutino dell'offerta attuale è molto meno pronunciato rispetto al passato: questo può dipendere dal fatto che stiamo analizzando un mese diverso, durante il quale la domanda di mobilità è ridotta a causa delle vacanze estive. Il servizio fisso, nel periodo di analisi, presentava un ulteriore cuspide tra le 11 e le 15, fenomeno che invece è stato rilevato in altre città nei bikesharing a flusso libero [48], [49].

In accordo con la letteratura considerata, emerge che il servizio station-based, anche all'epoca dell'indagine, era maggiormente impiegato nelle ore di punta 7-9 e 17-19, nelle quali avvengono molti spostamenti lavorativi [13], [18], [19], [48], [49]. Inoltre, il picco mattutino del sistema vincolato risulta maggiore di quello pomeridiano, come emerge dallo studio sui sistemi di micromobilità di Washington DC, in quanto gli utenti tendono ad utilizzare di più questo servizio per evitare il traffico [18]. Queste osservazioni inducono a pensare che il servizio fisso [TO]BIKE, venisse impiegato, all'epoca dello studio, frequentemente per spostamenti motivati dal lavoro, come evidenziano alcune ricerche [18], [19], [48], [49].

Nelle ore notturne si nota che attualmente vi è un utilizzo più intenso dei sistemi free-floating Helbiz e Mobike, concorde con i risultati di alcuni studi secondo i quali i bikesharing svincolati e i monopattini elettrici vengono usati più frequentemente nel tardo pomeriggio e la sera [13], [18].

4.2.3.2 Distribuzioni orarie biciclette e monopattini elettrici condivisi free-floating

Vengono estratti dai dataset gli andamenti dei noleggi per ogni giornata di analisi; successivamente questi valori vengono mediati su base oraria ottenendo le distribuzioni medie dei prelievi per ogni servizio.

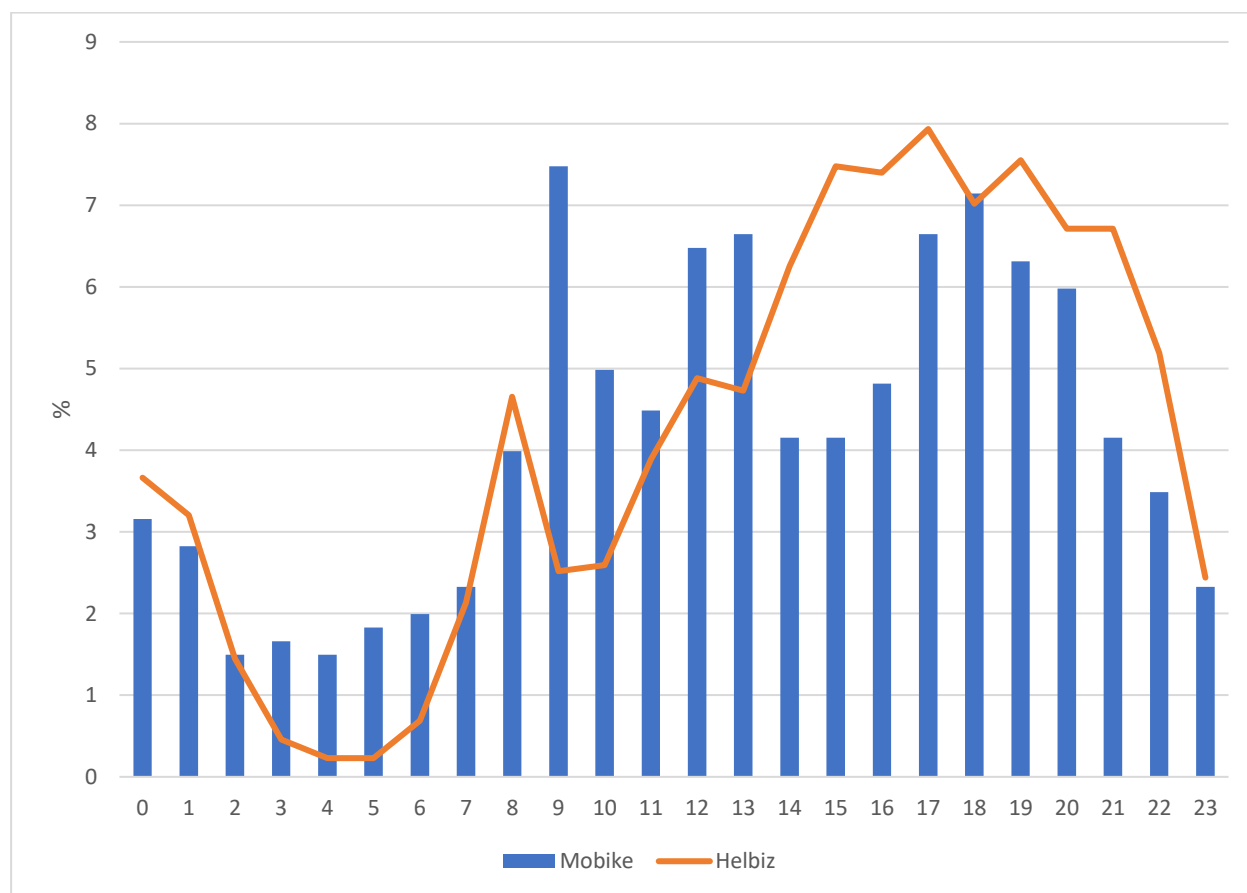


Figura 74 - Confronto distribuzione noleggi nel giorno feriale medio biciclette e monopattini elettrici condivisi free-floating

La Figura 74 mostra uno sviluppo temporale dei noleggi per lo più simile per entrambi i servizi: infatti, per tutti e due la richiesta è minore nelle ore notturne, mentre mostra dei picchi nelle ore di punta (7-9 e 17-19).

In accordo con la letteratura, si nota che i monopattini presentano un maggiore impiego nel pomeriggio e alla sera, con un picco giornaliero attorno alle 17 [13], [19], [20].

Le biciclette, invece, mostrano un utilizzo molto intenso al mattino; dopo di che sono presenti altri 2 picchi fra le 11 e le 13 e fra le 17 e le 19. Questo andamento è già stato rilevato in altre ricerche, le quali giustificano l'impiego dei sistemi di biciclette a flusso libero fra le 11 e le 13 col fatto che alcuni dipendenti compiono degli spostamenti proprio in quella fascia oraria [48]. Inoltre, la tendenza a spostarsi maggiormente con il bikesharing svincolato al mattino è plausibile col fatto che la mattina gli utenti hanno più fretta e utilizzano questo servizio per evitare il traffico; invece, al pomeriggio gli spostamenti non sono legati esclusivamente al lavoro e quindi le persone hanno più tempo a disposizione [48].

Alla luce di quanto osservato, il servizio di bikesharing sembra preferito dall'utenza per quanto riguarda gli spostamenti legati alla sfera lavorativa, mentre i monopattini sembrano essere più impiegati per viaggi di svago, dato l'utilizzo consistente che avviene nel pomeriggio; ipotesi confermata anche in un'indagine sui sistemi di monopattini in condivisione a Washington DC [19].

4.3 Matrici O/D

La stima delle matrici O/D avviene considerando gli spostamenti per ciascun giorno di analisi; come dettagliato in sezione 3.4.3. Considerato il numero esiguo di spostamenti valido per singola giornata e la distribuzione spaziale degli spostamenti nelle diverse giornate di analisi, di seguito verranno riportate le matrici complessive, ottenute come aggregazione delle tre matrici giornaliere. Le matrici relative ai singoli giorni sono riportate in appendice. Per agevolare il confronto fra le matrici O/D di diversi servizi, le matrici complessive riportate di seguito sono matrici relative, in cui il valore di ogni cella è ottenuto dividendo il numero di spostamenti della cella per il numero totale di spostamenti effettuati con il servizio nel periodo di analisi.

4.3.1 Matrice O/D Helbiz

In questa sezione viene riportata e commentata la matrice O/D complessiva di Helbiz; zone in cui non è stata registrata alcuna partenza o arrivo non vengono riportate.

Tabella 18 - Matrice O/D complessiva Helbiz

O/D Helbiz [%]	CENTRO	SAN SALVARIO	CROCETTA	SAN PAOLO	CENISIA	SAN DONATO	AURORA	VANCHIGLIA	NIZZA MILLEFONTI	MERCATI GENERALI	SANTA RITA	MIRAFIORI NORD	POZZO STRADA	PARELLA	VALLETTE	MADONNA DI CAMPAGNA	BORGO VITTORIA	BARRIERA DI MILANO	MADONNA DEL PILONE	CAVORETTO BORGO PO	MIRAFIORI SUD	TOT
CENTRO	11,67	1,83	1,75	0,53	1,14	1,37	1,83	0,84	0,38	0,31	0,23	0,46	0,84	0,23	0,00	0,15	0,84	0,00	0,08	0,00	0,0	24,49
SAN SALVARIO	1,83	1,60	1,14	0,00	0,31	0,53	0,23	0,08	0,61	0,15	0,15	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	6,86
CROCETTA	1,14	0,76	1,07	0,23	0,15	0,15	0,08	0,08	0,46	0,38	0,15	0,08	0,31	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	5,11
SAN PAOLO	0,38	0,08	0,00	0,69	0,23	0,31	0,08	0,00	0,00	0,00	0,23	0,15	0,38	0,38	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	3,05
CENISIA	1,68	0,23	0,31	0,84	2,21	2,36	0,00	0,15	0,08	0,08	0,15	0,08	0,84	0,69	0,00	0,08	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	1,30
SAN DONATO	1,07	0,00	0,38	0,38	1,98	6,56	0,23	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	1,53	1,45	0,00	0,00	0,61	0,00	0,00	0,00	0,00	1,26
AURORA	1,14	0,46	0,00	0,00	0,31	0,31	1,68	0,08	0,00	0,00	0,08	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	4,42
VANCHIGLIA	0,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,23	0,46	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	1,53
NIZZA MILLEFONTI	0,53	0,23	0,46	0,15	0,00	0,08	0,00	0,00	2,90	0,53	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	5,11
MERCATI GENERALI	0,00	0,08	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	0,61	0,00	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,60
SANTA RITA	0,31	0,08	0,08	0,15	0,31	0,00	0,08	0,00	0,15	0,00	0,76	0,46	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,44
MIRAFIORI NORD	0,23	0,00	0,15	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,61	0,46	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,68
POZZO STRADA	0,84	0,00	0,00	0,61	1,53	1,07	0,23	0,08	0,00	0,00	0,08	0,00	3,05	1,83	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	9,38
PARELLA	0,15	0,00	0,00	0,15	0,69	0,69	0,08	0,08	0,00	0,00	0,15	0,08	1,75	2,44	0,08	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	6,41
MADONNA DI CAMPAGNA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,23
BORGO VITTORIA	0,15	0,00	0,08	0,00	0,23	0,46	0,38	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,38	1,07	0,08	0,00	0,00	0,00	2,82
BARRIERA DI MILANO	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
MADONNA DEL PILONE	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,08
MIRAFIORI SUD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,15
TOT	21,66	5,34	5,57	3,89	9,08	14,04	5,19	1,91	5,19	2,21	2,75	1,98	8,92	7,25	0,08	0,84	3,81	0,08	0,15	0,00	0,08	100,00

La matrice O/D evidenzia come il 37% dei viaggi con monopattini in sharing avvengano all'interno dello stesso quartiere. L'11,67% del totale degli spostamenti rilevati avviene all'interno del Centro (Q001), mentre il 6,56% in San Donato (Q006). Analizzando le celle corrispondenti a tragitti fra zone diverse, emergono percentuali non superiori al 2,36% e che molti spostamenti interzonali avvengono fra quartieri adiacenti.

Secondariamente, vengono calcolate le matrici O/D per le aree col maggiore traffico intrazonale che sono: Centro (Q001) e San Donato (Q005).

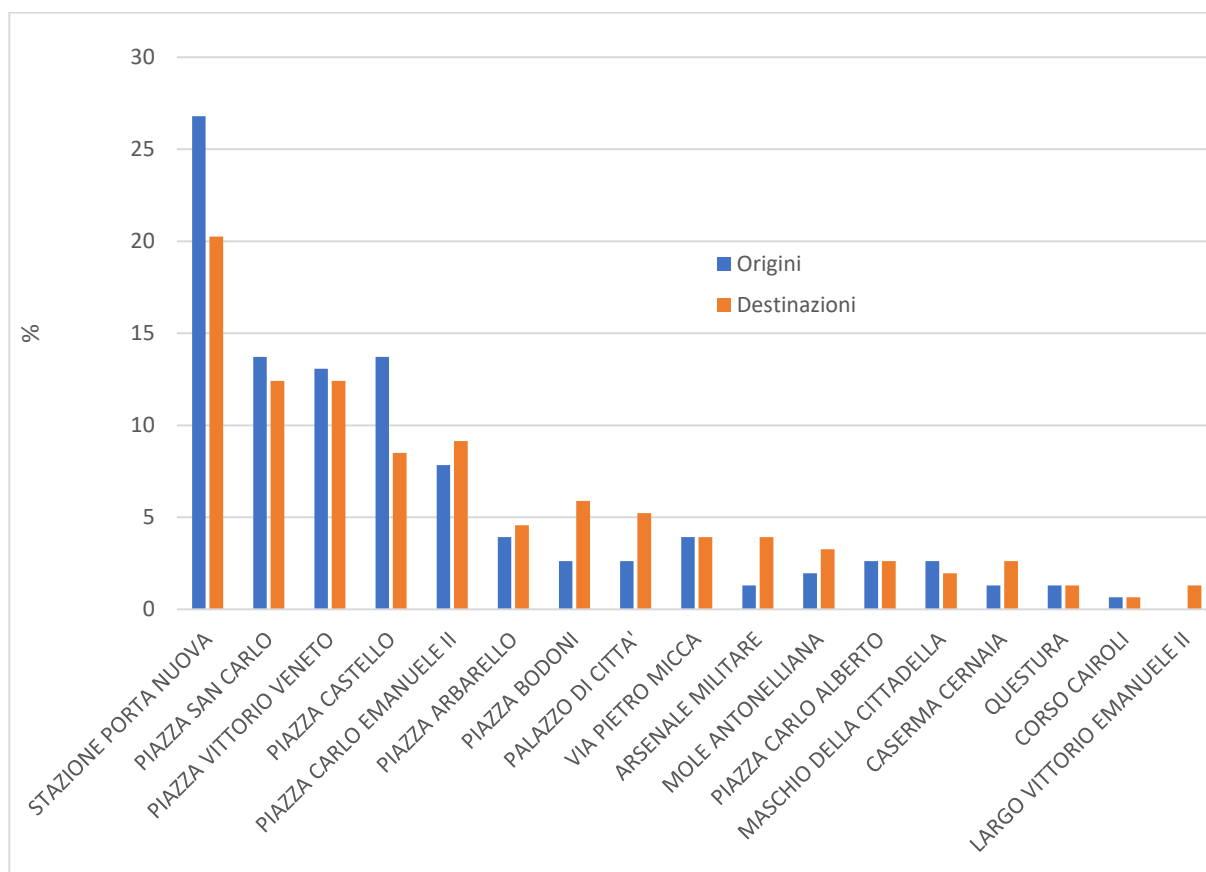


Figura 75 - Distribuzione traffico intrazonale in Centro Helbiz

La Figura 75 mostra che la stazione ferroviaria Porta Nuova (T0008) è il luogo che maggiormente produce e attrae spostamenti all'interno del Centro (Q001), in accordo con i risultati provenienti da altri studi [1].

Oltre ad essa, le origini e destinazioni più frequenti nei tragitti degli utenti Helbiz sono le piazze principali della città; nei pressi di ciascuna sono presenti numerose fermate di autobus e tram, P.zza San Carlo (T0098), P.zza Castello (T0002) e P.zza Carlo Emanuele II (T0004) possiedono un parcheggio sotterraneo o nelle vicinanze, mentre P.zza Vittorio Veneto (T0006) si trova al limite dell'area operativa. Questo fenomeno è riconducibile ad un utilizzo dei sistemi di micromobilità in condivisione combinato con altri mezzi di trasporto (auto, tram e autobus).

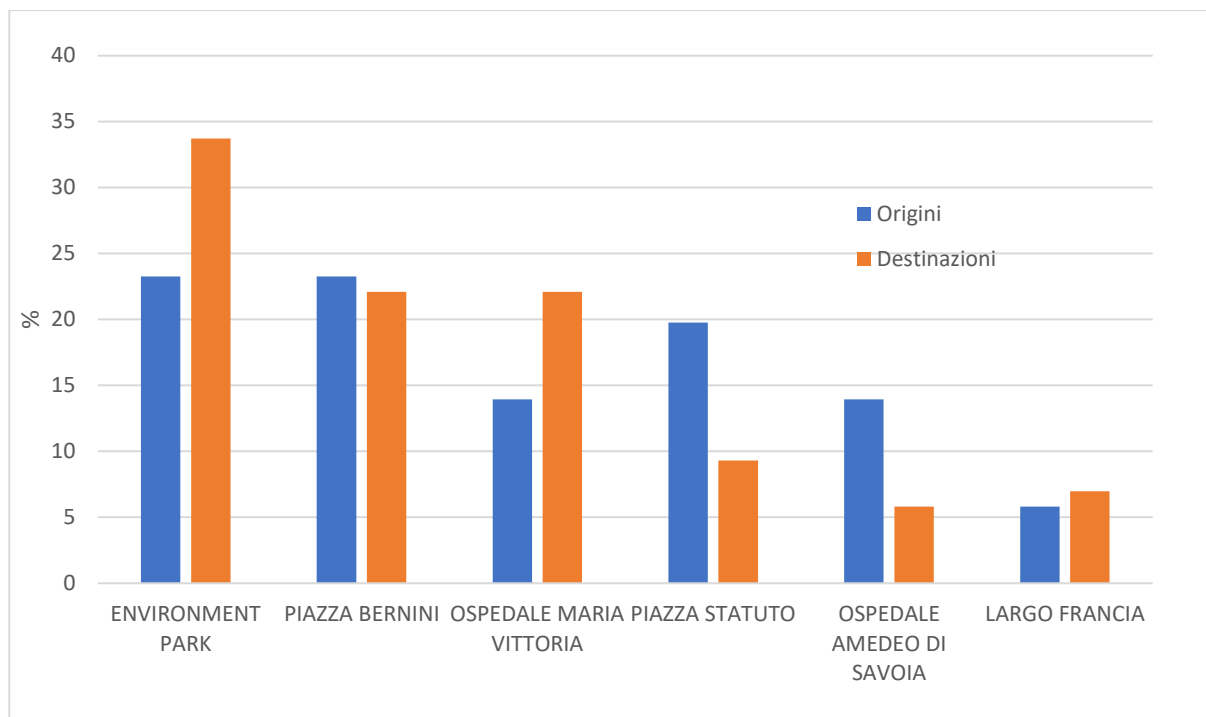


Figura 76 - Distribuzione traffico intrazonale in San Donato Helbiz

Dalla Figura 76 si nota che la zona che attrae e produce più viaggi in San Donato (Q006) è l'Environment Park (T0012), polo scientifico e tecnologico nel quale sono presenti 70 aziende e un centro congressi [15]. Data la presenza rilevante di attrazioni in questa zona, è plausibile che la percentuale di spostamenti, effettuati sia da dipendenti che da visitatori, da e verso quest'area sia elevata.

Oltre il 20% dei tragitti origina e arriva a destinazione in P.zza Bernini (T0040) e un ulteriore 20% ha come arrivo l'Ospedale Maria Vittoria (T0090). L'elevata frequenza di spostamenti in queste zone induce a considerare questo servizio come un'alternativa o combinazioni con i mezzi di trasporto classici.

4.3.2 Matrice O/D Mobike

Come nel paragrafo precedente, viene riportata la tabella in cui viene mostrata la ripartizione degli spostamenti fra le varie zone della città.

Tabella 19 - Matrice O/D complessiva Mobike

O/D Mobike [%]	CENTRO	SAN SALVARIO	CROCETTA	SAN PAOLO	CENISIA	SAN DONATO	AURORA	VANCHIGLIA	NIZZA MILLEFONTI	MERCATI GENERALI	SANTA RITA	MIRAFIORI NORD	POZZO STRADA	PARELLA	MADONNA DI CAMPAGNA	BORG VITTORIA	BARRIERA DI MILANO	REBAUDENGO	REGIO PARCO BARCA	MADONNA DEL PILONE	CAVORETTO BORG PO	MIRAFIORI SUD	CINTURA	TOT
CENTRO	8,47	1,83	1,16	0,00	1,50	1,83	0,33	0,66	0,33	0,17	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	17,44
SAN SALVARIO	1,33	2,16	0,17	0,00	0,66	0,50	0,00	0,00	0,33	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	5,65
CROCETTA	1,33	0,66	4,98	0,83	1,33	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,97
SAN PAOLO	0,00	0,00	0,66	1,33	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,32
CENISIA	1,16	0,00	1,50	0,17	4,98	1,33	0,17	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	10,13
SAN DONATO	0,83	0,17	0,00	0,00	1,16	3,99	1,00	0,17	0,00	0,66	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,47
AURORA	0,50	0,17	0,00	0,00	1,16	0,66	3,82	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	7,64
VANCHIGLIA	0,83	0,00	0,17	0,00	0,00	0,33	0,50	1,66	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,50	0,00	0,00	0,00	4,32
NIZZA MILLEFONTI	0,50	0,66	0,33	0,33	0,66	0,00	0,17	0,00	1,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	4,82
MERCATI GENERALI	0,17	0,00	0,00	0,00	0,83	0,83	0,00	0,00	0,00	2,33	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	4,32
SANTA RITA	0,17	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,99	0,33	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	3,32
MIRAFIORI NORD	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,33	0,66	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,66
POZZO STRADA	0,17	0,00	0,17	0,00	0,33	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,33	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	2,82
PARELLA	0,33	0,00	0,33	0,33	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66	1,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	3,65
MADONNA DI CAMPAGNA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,83
BORG VITTORIA	0,00	0,00	0,17	0,00	0,17	0,66	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,99
BARRIERA DI MILANO	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,66	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,99
REGIO PARCO BARCA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,66
MADONNA DEL PILONE	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,00	0,00	0,00	1,00
CAVORETTO BORG PO	0,50	0,00	0,17	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	1,00
CINTURA	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	1,00
TOT	16,78	5,81	9,80	3,32	13,95	11,13	7,14	3,82	3,16	3,82	3,49	1,00	2,66	2,49	0,50	3,16	3,49	0,50	0,66	1,16	0,50	0,50	1,16	100

Dalla matrice emerge che il 47% degli spostamenti effettuati con veicoli Mobike avviene all'interno dello stesso quartiere; le aree che presentano maggiore traffico interno sono Centro (Q001), Crocetta (Q003) e Cenisia (Q005). Per quanto riguarda i viaggi fra zone diverse, si nota che le celle contenenti valori maggiori dell'1%, corrispondono a tragitti realizzati fra quartieri adiacenti, quindi con percorsi inferiori ai 2,5 km, ad eccezione degli spostamenti con origine in Aurora (Q007) e destinazione in Cenisia (Q005), dove la distanza fra i 2 centroidi è pari a 3,2 km.

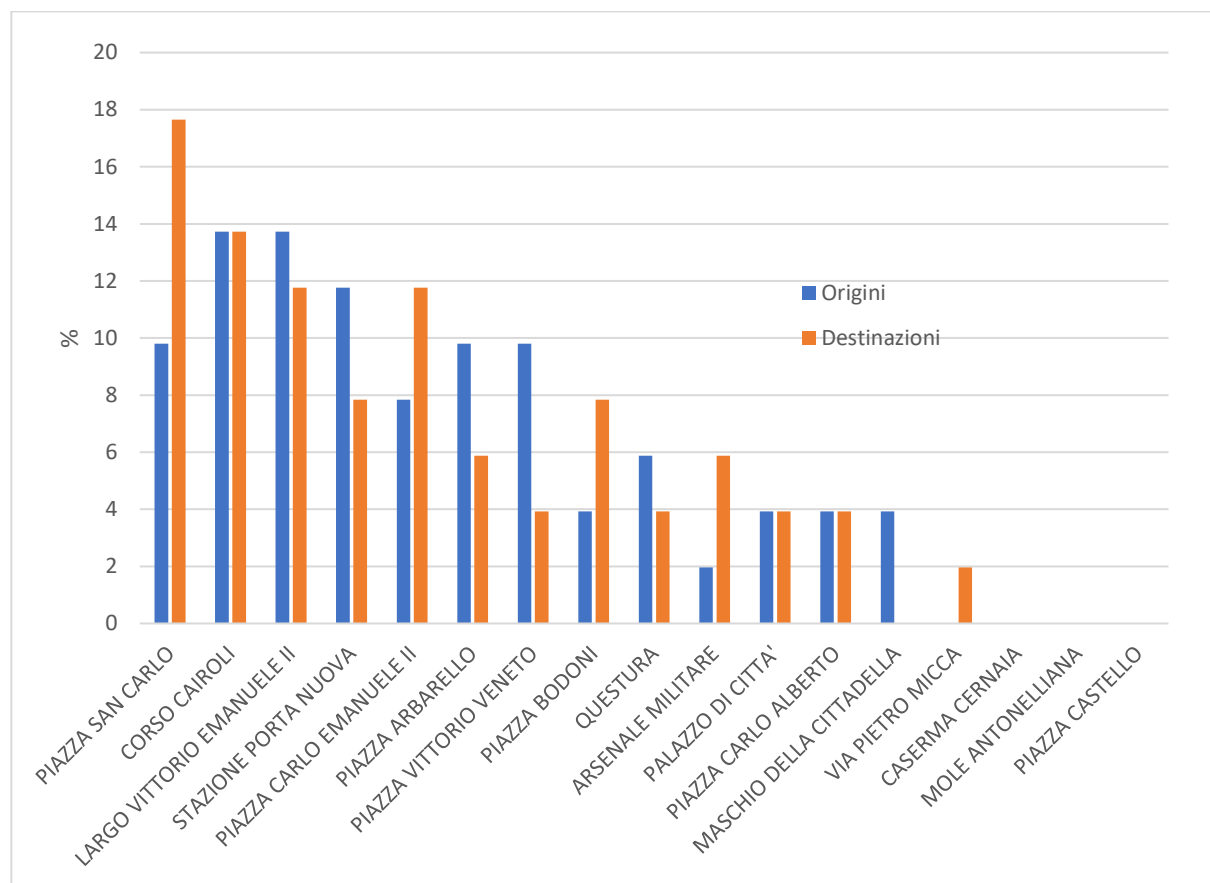


Figura 77 - Distribuzione traffico intrazonale Centro Mobike

I luoghi del Centro (Q001) dove avvengono maggiori noleggi e rilasci di biciclette sono: Largo Vittorio Emanuele II (T0009), C.so Cairoli (T0007), Porta Nuova (T0008) e P.zza San Carlo (T0098). Questi punti possiedono nelle vicinanze delle attrazioni che favoriscono il traffico di mezzi in sharing, come fermate della metropolitana, parcheggi a pagamento e la stazione ferroviaria. In particolare, vicino a Largo Vittorio Emanuele II (T0009) si trovano 2 fermate della metropolitana (Vinzaglio e Re Umberto) e il parcheggio Galileo Ferraris; mentre nell'area di Porta Nuova (T0008) sono presenti la stazione ferroviaria e la metropolitana. C.so Cairoli (T0007) e P.zza San Carlo (T0098), invece, sono molto frequentate a causa della loro posizione strategica; infatti, il corso si trova vicino al limite dell'area operativa, mentre la piazza è centrale e possiede un parcheggio sotterraneo.

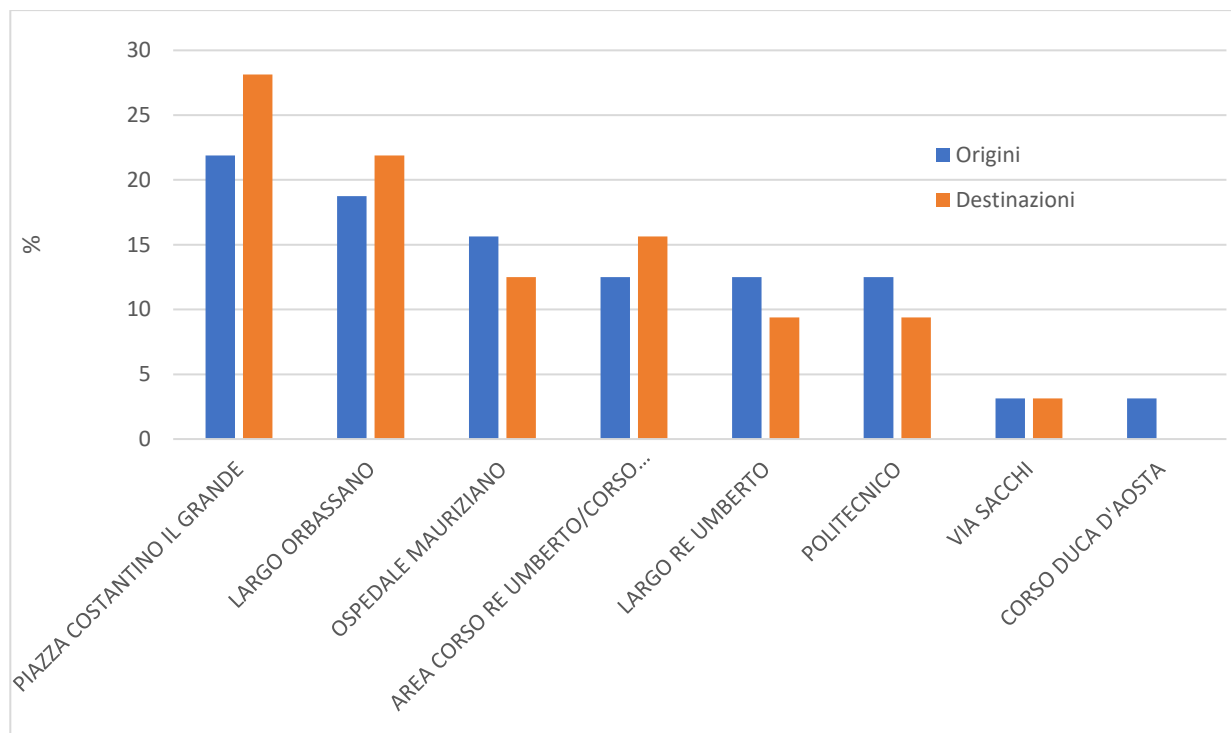


Figura 78 - Distribuzione traffico intrazonale Crocetta Mobike

Per quanto riguarda il servizio di Mobike, le aree in cui accadono più noleggi e depositi sono P.zza Costantino in Grande (T0070), Largo Orbassano (T0021) e l'area di C.so Re Umberto/C.so Sommeiller (T0018). Il risultato non è in linea con quelli trovati finora, in quanto ci si aspetterebbe un'affluenza maggiore nelle zone più vicine alla stazione come Via Sacchi (T0068) o al Politecnico (T0066) come Corso Duca d'Aosta (T0067). Questo fenomeno è riconducibile al fatto che, a causa delle normative anti-Covid, il traffico verso questi luoghi, al momento dello studio, era molto ridotto.

4.3.3 Confronti delle distribuzioni spaziali delle origini e delle destinazioni

Una volta determinate le matrici O/D, attraverso i totali di riga è possibile esaminare la distribuzione delle origini in percentuale nell'area di interesse, attraverso il procedimento mostrato al paragrafo 3.4.3. Questo passaggio è utile ai fini della conoscenza della ripartizione della domanda di micromobilità condivisa all'interno della città.

Nei seguenti paragrafi vengono messi in parallelo le origini più popolari all'epoca dell'indagine IMQ e quelle ricavate dallo studio dei dataset.

4.3.3.1 Distribuzione delle origini [TO]BIKE del 2013 e dell'offerta complessiva attuale

Le figure seguenti mostrano che il traffico dei servizi attuali è presente anche in zone periferiche della città, indicando che nel corso degli anni i sistemi di micromobilità condivisa si sono maggiormente diffusi. In passato, la circolazione era concentrata soprattutto attorno a Porta Nuova, P.zza Statuto e il Politecnico, che, come già ribadito precedentemente, sono aree in cui la richiesta

è elevata. I sistemi odierni presentano sempre una domanda rilevante vicino a Porta Nuova (T0008), ma si nota uno sviluppo di essa anche nelle aree nord-ovest della città e lungo il percorso della metropolitana.

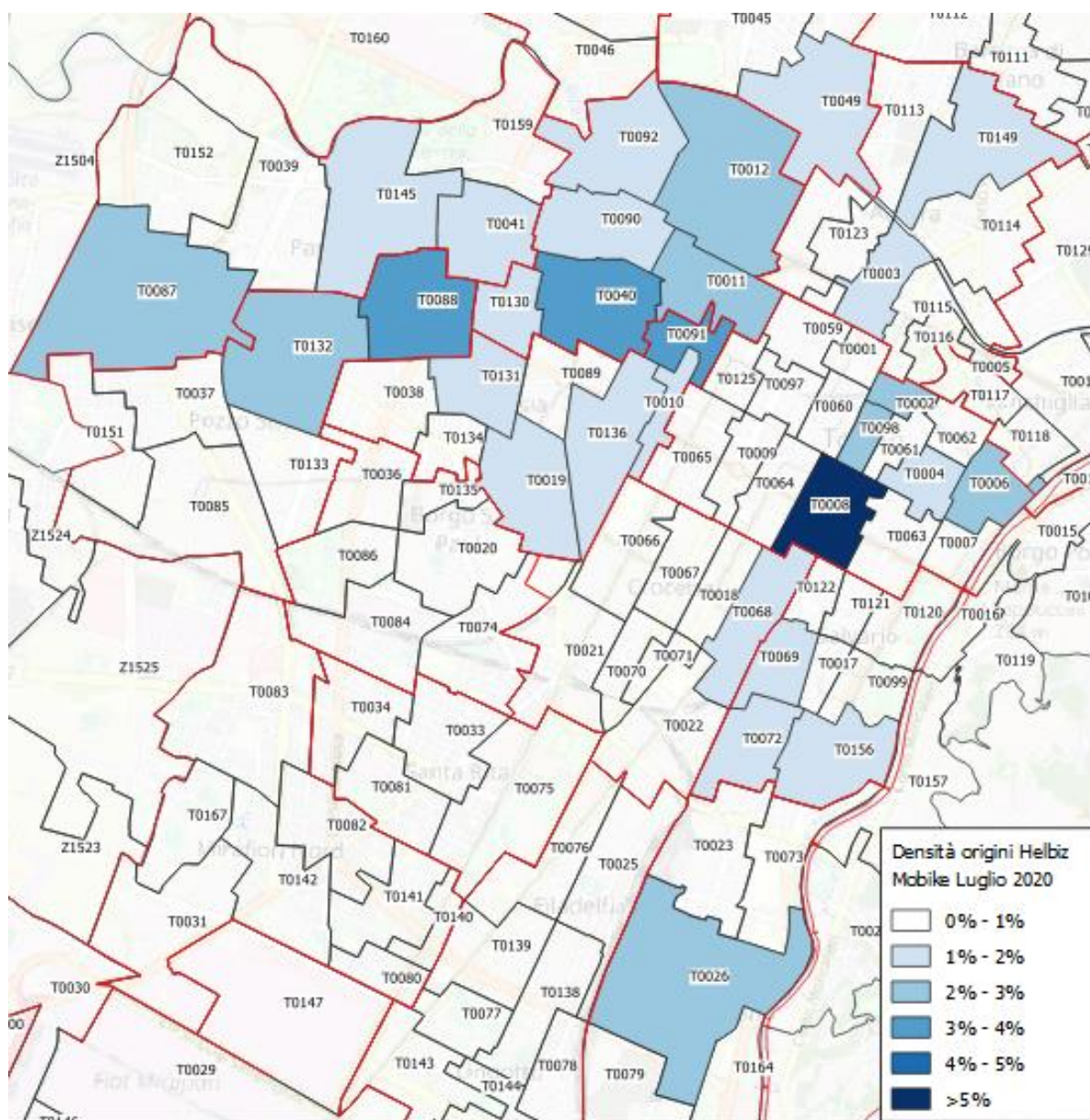


Figura 79 - Mappa di concentrazione in % origini servizi free-floating luglio 2020

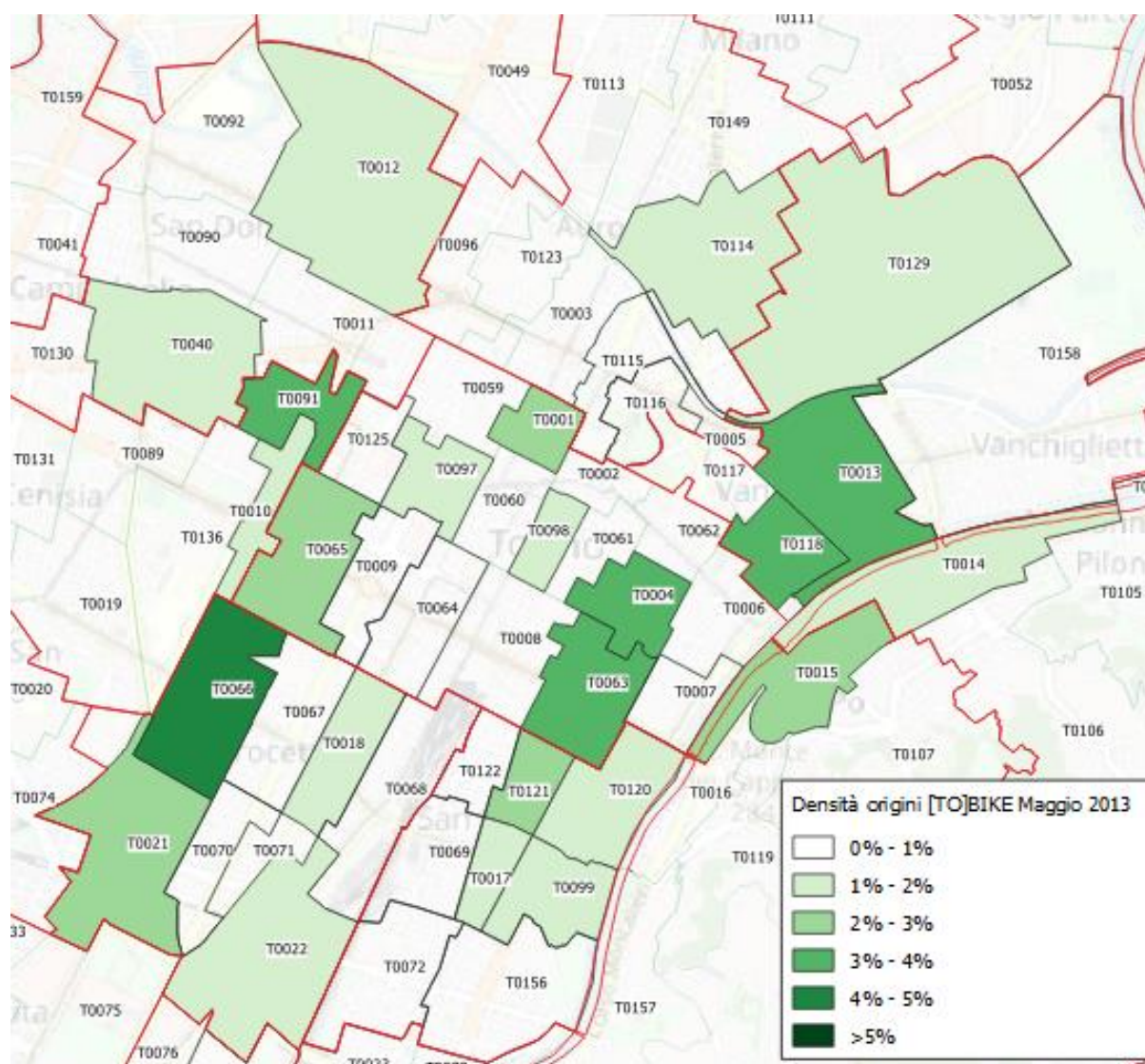


Figura 80 - Mappa di concentrazione in % origini [TO]BIKE maggio 2013

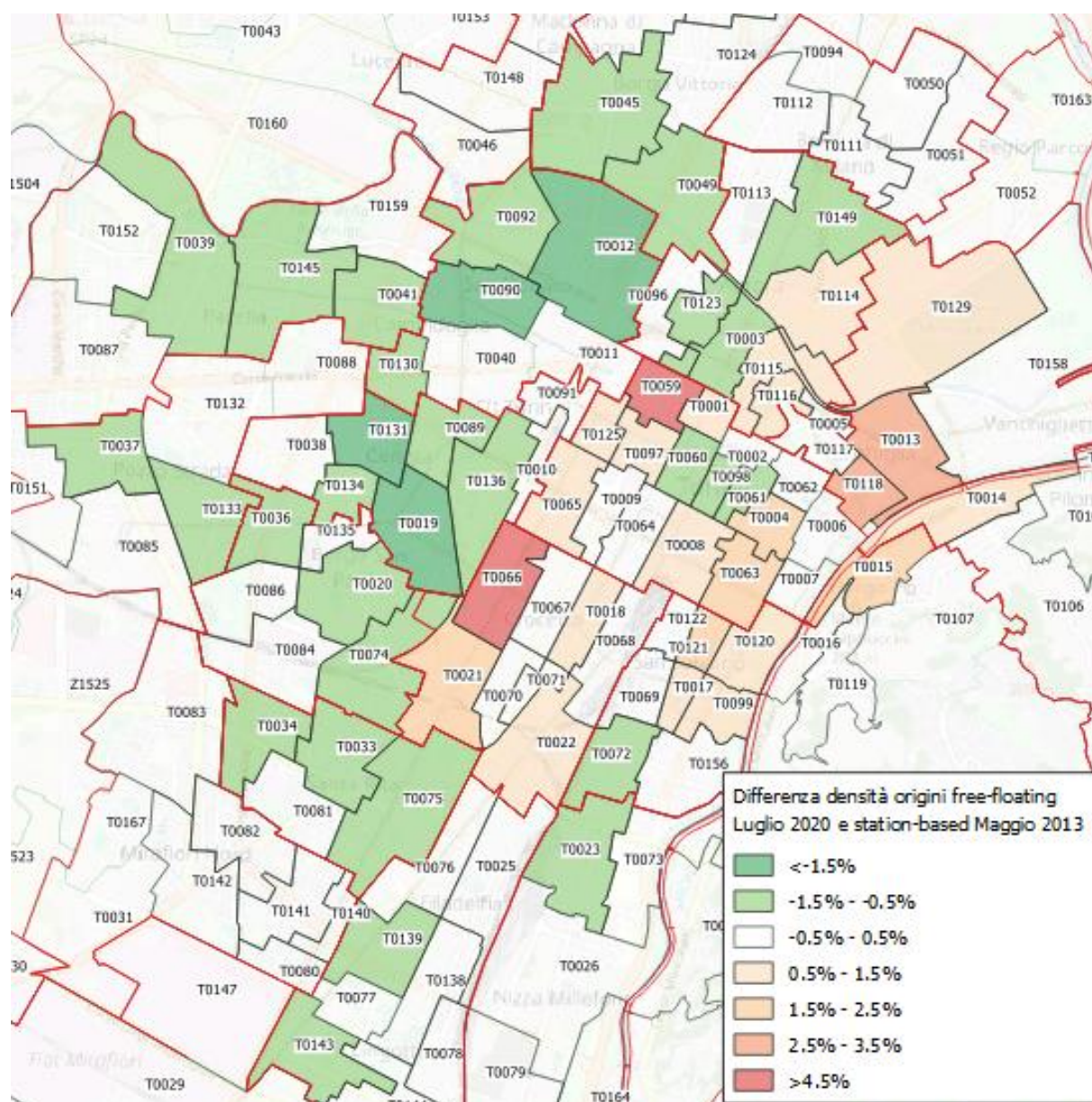


Figura 81 - Confronto origini [TO]BIKE maggio 2013 free-floating luglio 2020

La Figura 81 evidenzia che in molte aree la percentuale di viaggi in origine è diminuita rispetto al passato; questo andamento non è inatteso, in quanto, come già detto prima, le aree operative dei servizi odierni sono più estese e quindi i prelievi sono più distribuiti all'interno della città. Alcune aree in cui la percentuale di prelievi è cresciuta visibilmente si trovano vicino a fermate della metropolitana Bernini (T0040) e Dante-Nizza (T0069 e T0072), confermando quanto emerso nell'indagine IMQ secondo cui vicino a questi luoghi vi è una maggiore domanda [1].

La zona Via Roma-Via Principe Amedeo (T0098) presenta più traffico rispetto al passato; questo è coerente col fatto che le biciclette free-floating e i monopattini vengono largamente impiegati nelle zone centrali della città, soprattutto nelle vicinanze di attività commerciali [20], [48].

Da notare è anche l'aumento più intenso che avviene nell'area C.so Regina Margherita-C.so Principe Oddone (T0012), probabilmente attribuibile all'utilizzo dei monopattini, i quali sono più popolari nelle periferie rispetto alle biciclette free-floating [19].

4.3.3.2 Distribuzioni delle origini e delle destinazioni biciclette e monopattini elettrici condivisi free-floating

La sezione è dedicata alla stima della distribuzione delle origini e delle destinazioni dei servizi free-floating Helbiz e Mobike. In questo caso, non vengono sommati i valori dei totali di riga e colonna delle matrici O/D ricavate in precedenza, perché lo scopo di questa parte è evidenziare le diverse caratteristiche spaziali di utilizzo dei due sistemi. Le mappe rappresentate in Figura 82 e Figura 83 mostrano variazione dei viaggi in origine e destinazione in ogni zona della città.

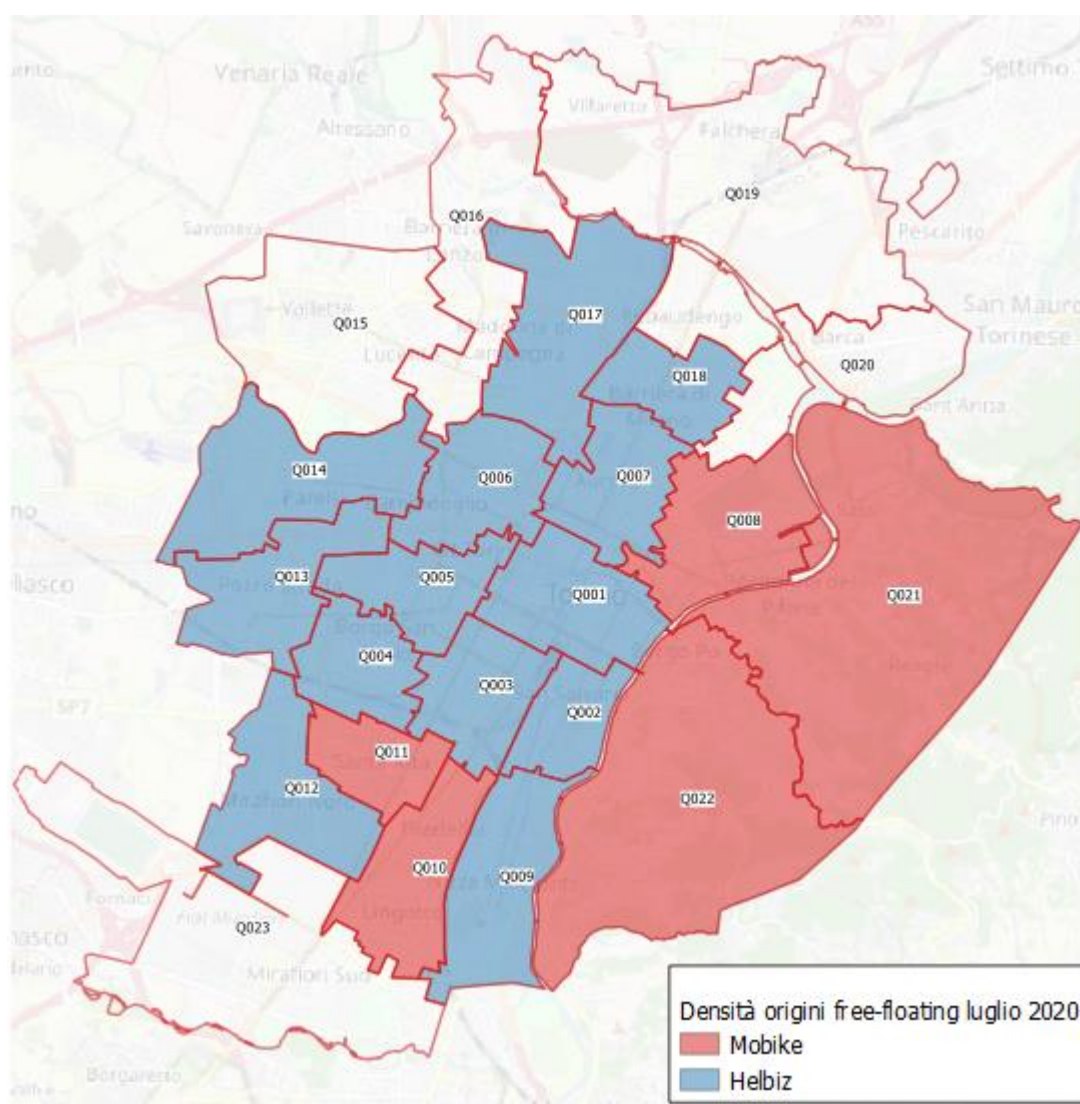


Figura 82 - Confronto origini Helbiz e Mobike luglio 2020

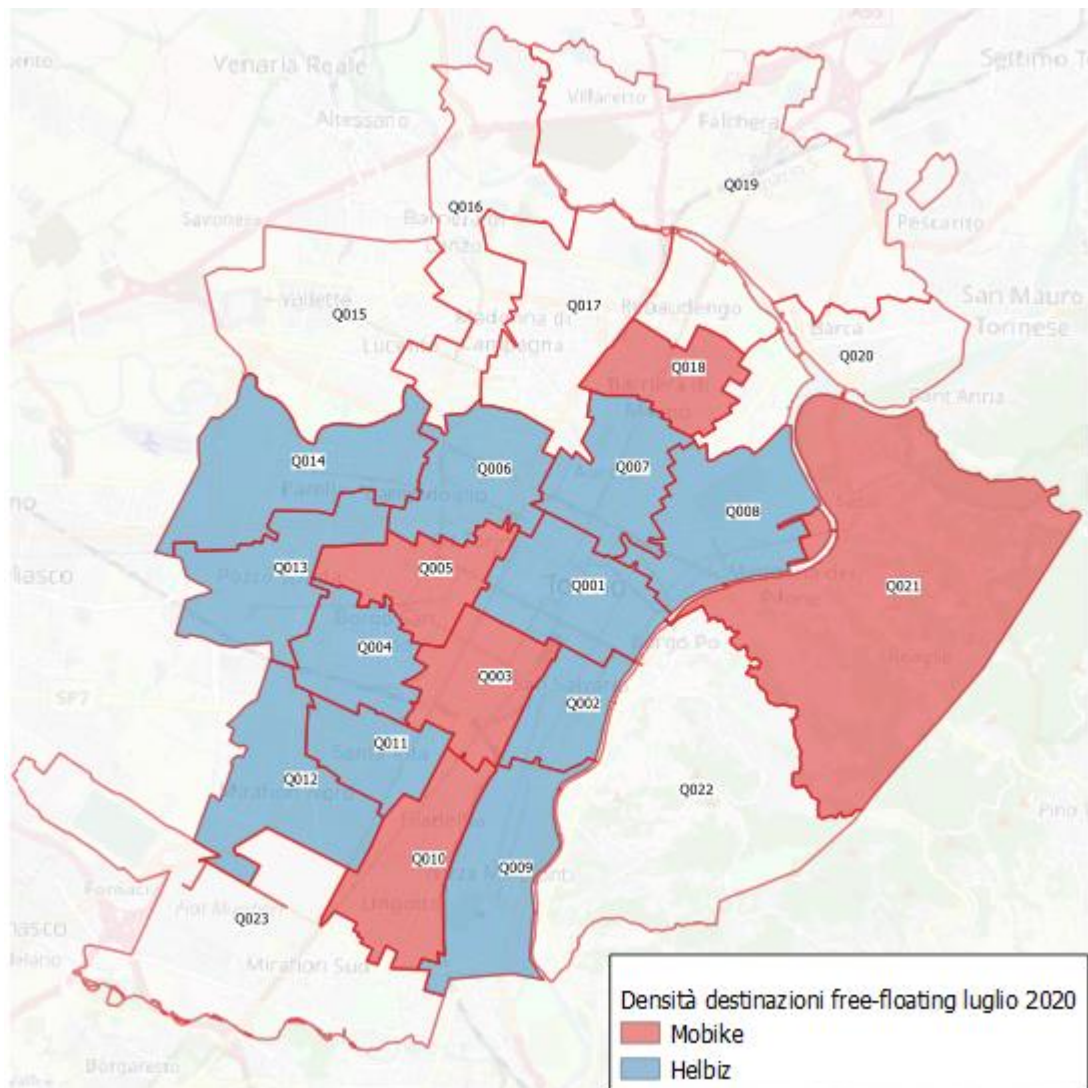


Figura 83 - Confronto destinazioni Helbiz e Mobike luglio 2020

Entrambi i servizi sono largamente usati in Centro (Q001) in entrata e uscita con una percentuale più elevata per quanto riguarda i monopattini. Ciò è concorde con i risultati di precedenti studi secondo cui i servizi free-floating di biciclette e monopattini sono molto popolari in aree con alte concentrazioni di attrazioni (attività commerciali e locali) [20], [48].

Il sistema Helbiz presenta un traffico più intenso rispetto al Mobike anche in aree più periferiche come San Donato (Q005), Pozzo Strada (Q013), Parella (Q014) e Nizza Millefonti (Q009), in conformità con i risultati della letteratura secondo cui i monopattini in periferia trovano maggiore affermazione rispetto alle biciclette [19].

Il servizio di biciclette, invece, è più impiegato rispetto ai monopattini nei quartieri di Crocetta (Q003) e Aurora (Q007); questo fenomeno trova parzialmente riscontro con quanto emerso dalla letteratura, in quanto le biciclette sembrano essere preferite dall'utenza in zone, come Crocetta (Q003), con elevata densità di uffici o vicino al centro [19], [20].

Nei quartieri in collina Madonna del Pilone (Q021) e Cavoretto Borgo Po (Q022), il flusso di mezzi di micromobilità è molto limitato, complice anche la scarsa copertura, al momento dell'indagine, dei quartieri. Inoltre, è stato evidenziato in altri studi la tendenza degli utenti dei monopattini a prediligere percorsi piani, risultando coerente con l'assenza di spostamenti di Helbiz nei quartieri in collina [13].

4.3.4 Confronto delle principali coppie O/D di biciclette e monopattini elettrici condivisi free-floating

Di seguito vengono mostrate le principali linee di desiderio fra zone differenti, dei servizi Helbiz e Mobike nelle giornate in esame.

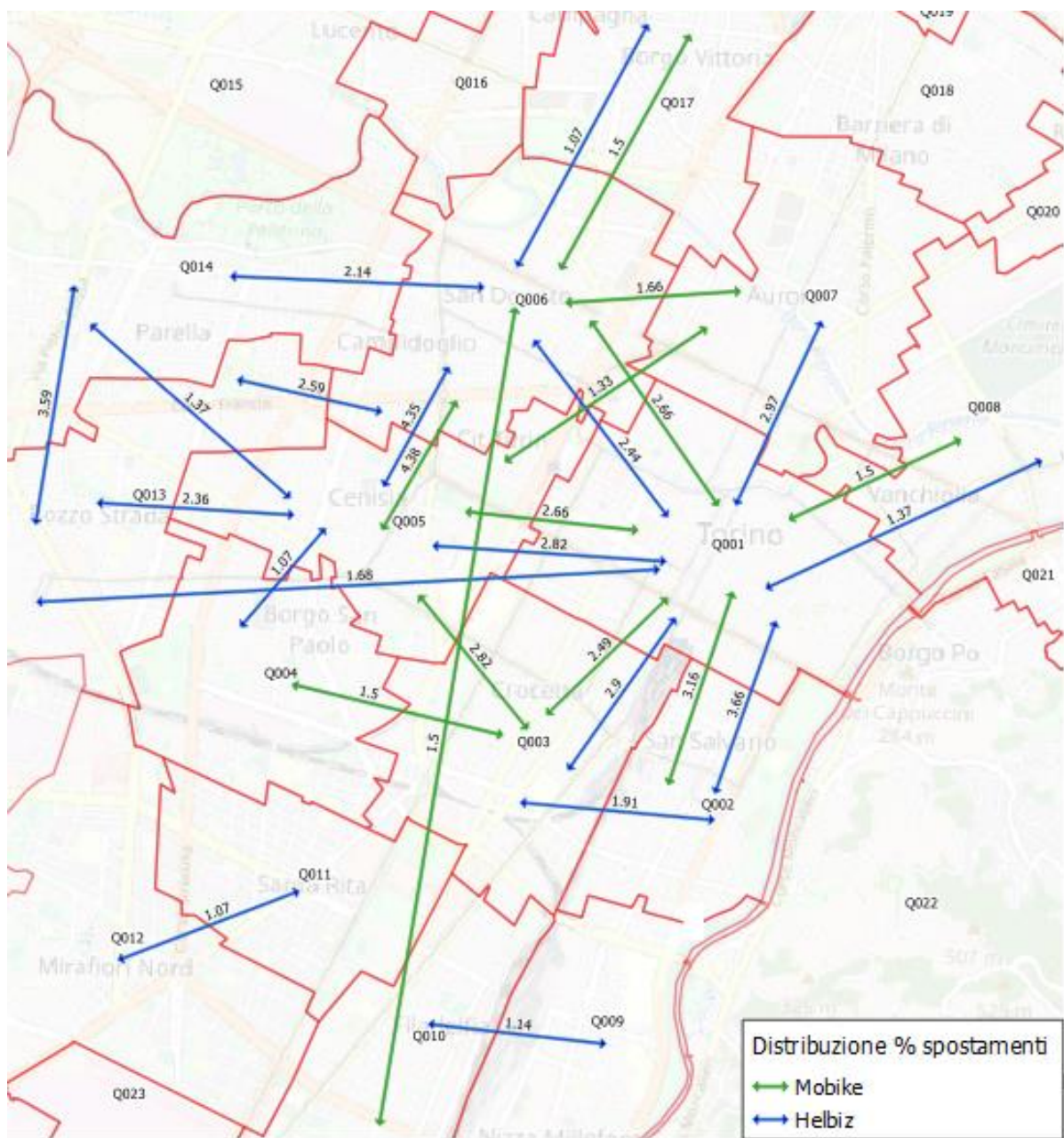


Figura 84 - Linee di desiderio Helbiz e Mobike

Dalla Figura 84 si evince che la maggioranza degli spostamenti interzonali avviene fra zone limitrofe, confermando la tesi che i sistemi di micromobilità condivisa vengono impiegati principalmente per viaggi brevi [13], [48].

Le aree che risultano avere più spostamenti da/verso altre zone sono il Centro (Q001) e Cenisia (Q005). Questo risultato non stupisce, in quanto esse possiedono numerosi poli generatori di traffico come le stazioni ferroviarie, metropolitane e sedi universitarie.

Si nota che gli spostamenti di Helbiz avvengono tendenzialmente in aree dove è presente la metropolitana come Centro (Q001), Crocetta (Q003), San Salvario (Q002), Cenisia (Q005) e Pozzo Strada (Q013), inducendo a pensare quindi ad un impiego dei monopattini elettrici in combinazione con il trasporto pubblico.

I viaggi interzonali di Mobike, invece, avvengono principalmente fra zone non collegate dalla metropolitana; pertanto, l'utilizzo delle biciclette può verificarsi o in combinazione con un altro tipo di mezzi pubblici (autobus o tram), oppure come sostituzione ai sistemi classici di mobilità.

4.4 Distribuzioni delle lunghezze degli spostamenti

Vengono determinate le distanze dei tragitti grazie alla formula illustrata al paragrafo 3.4.2 e una volta ripulito il dataset dai dati non validi, viene esaminata la loro frequenza. Per fare ciò, vengono create delle classi di distanza; data la considerevole presenza di spostamenti brevi (<1 km), per questi viene adottata una suddivisione in gruppi di 0,1 km, allo scopo di cogliere più informazioni a riguardo. Per tragitti più lunghi, vengono utilizzate segmentazioni maggiori, rispettivamente 0,2 km per distanze tra 1 e 2 km e 0,5 km per quelle maggiori di 2 km.

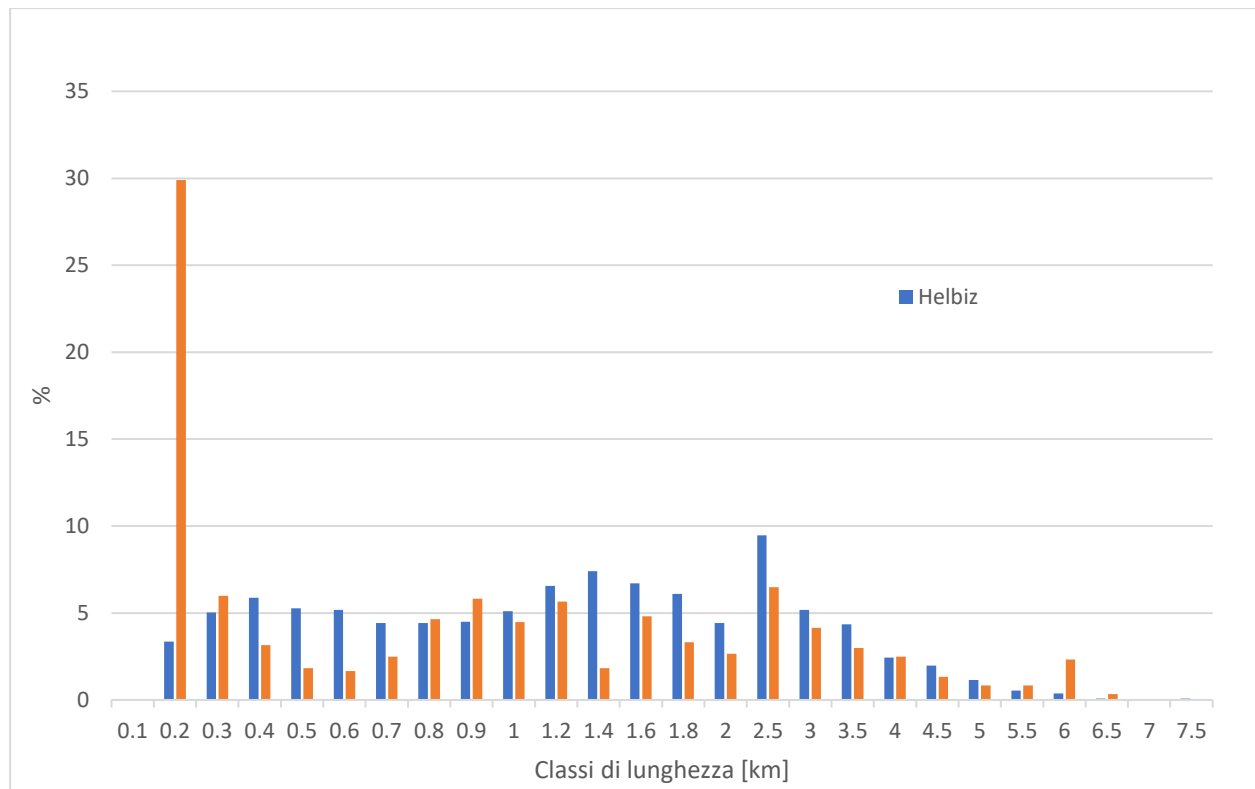


Figura 85 - Segmentazione delle lunghezze dei tragitti Helbiz e Mobike luglio 2020

La Figura 85 presenta una rilevante percentuale di viaggi Mobike entro i 200 m; infatti, quasi il 30% dei tragitti analizzati ricade in questa classe. L'elevata concentrazione di spostamenti molto brevi è probabilmente causata dalla propulsione muscolare dei mezzi Mobike, con la quale gli utenti sono meno inclini a effettuare viaggi lunghi.

La prima classe (0,1 km) è vuota, in quanto nelle operazioni preliminari di data-cleaning sono state eliminati tutti gli spostamenti di lunghezza massima 0,1 km.

Le distanze medie sono rispettivamente 1,47 km per i monopattini e 1,23 per le biciclette. Mettendo a confronto questi dati con quelli del caso studio di Zurigo, emerge un valore simile per le biciclette, invece per i monopattini otteniamo un valore pari al doppio di quello ottenuto dalla ricerca precedente [13]. Il risultato è abbastanza singolare, in quanto nell'indagine svizzera vengono analizzati mezzi a trazione elettrica, con i quali è possibile percorrere distanze lunghe senza particolare impegno fisico. Questo effetto fra Torino e Zurigo può essere attribuibile a varie cause:

- Orografia del luogo: la città di Zurigo presenta un territorio più in rilievo rispetto a Torino, che quindi disincentiva l'impiego sistemi di micromobilità [13].
- Sistema tariffario: alti prezzi delle tariffe scoraggiano gli utenti all'utilizzo prolungato.
- Popolarità del servizio: sistemi di micromobilità condivisa possono essere più popolari in Italia rispetto alla Svizzera.

Confrontando invece i dati con le medie italiane fornite dall'Osservatorio della Sharing Mobility, si osserva che la percorrenza media con i monopattini in Italia è di poco superiore alla media torinese (1,47 km Torino e 1,6 km Italia), al contrario quella delle biciclette è minore (1,23 km Torino e 0,9 km Italia) [38].

Non è facile capire con i dati a disposizione il motivo per cui la distanza media rilevata a Torino per i monopattini è inferiore alla media italiana; elementi discriminanti fra le diverse città possono essere la composizione urbanistica e la distribuzione orografica, che possono incentivare o no l'utilizzo di tali servizi.

Nel caso del bike sharing, la lunghezza media maggiore può essere riconducibile a varie ragioni:

- Elevata popolarità dei sistemi di micromobilità condivisa nelle città del Nord-Ovest e con più di 250.000 abitanti [26];
- Presenza di piste ciclabili;
- L'estensione media e l'orografia della città.

4.5 Distribuzioni delle durate degli spostamenti

Il secondo parametro temporale analizzato è la distribuzione delle durate nell'arco del giorno feriale medio.

Nello studio del dataset attuale vengono osservati alcuni spostamenti di Mobike con durata 1 min e distanza non coerente con la durata; la causa di ciò risiede probabilmente in un problema nella fase di acquisizione della posizione del mezzo. Dato che questi dati non veritieri influenzerebbero le analisi, viene deciso di non considerarli.

4.5.1 Confronto fra [TO]BIKE del 2013 e l'offerta attuale

In questa sezione vengono messi in evidenza le similitudini e differenze che intercorrono fra le due epoche riguardo alla frequenza delle durate degli spostamenti.

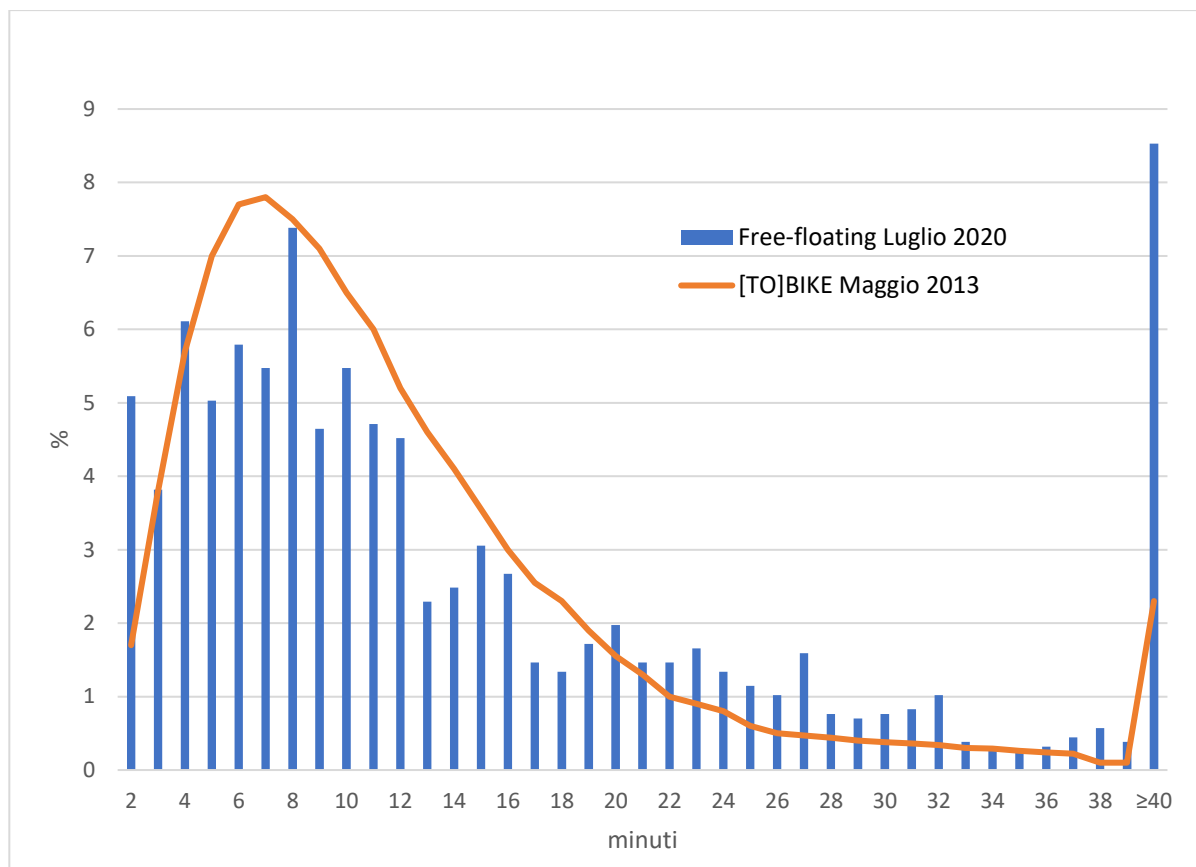


Figura 86 - Confronto fra le distribuzioni delle durate nel giorno feriale medio fra i dati forniti dal gestore di [TO]BIKE nel maggio 2013 e quelli estrapolati dal dataset a luglio 2020

Si nota che la moda di entrambe le distribuzioni è quasi uguale; infatti, i dati storici dello station-based mostrano un massimo sui 7 minuti, mentre quelli attuali sugli 8 minuti. Anche la durata media dei viaggi è la medesima: 16,49 min per i sistemi a flusso libero e 16,47 min per quelli fissi; i valori provenienti dall'indagine IMQ non si discostano molto da quello trovato in letteratura, secondo cui la durata media di un viaggio con bikesharing station-based è circa di 15,9 min [49]. Invece il valor medio trovato per i sistemi attuali (biciclette e monopattini elettrici) è leggermente maggiore rispetto a quello fornito da uno studio precedente, che risultano rispettivamente pari a 16,49 min e 10,4 min [49]. Questa differenza è attribuibile a tariffe più favorevoli di biciclette e monopattini nell'area di studio rispetto ai casi analizzati in altre ricerche; si nota inoltre un'elevata percentuale di viaggi con i sistemi attuali superiore ai 40 min.

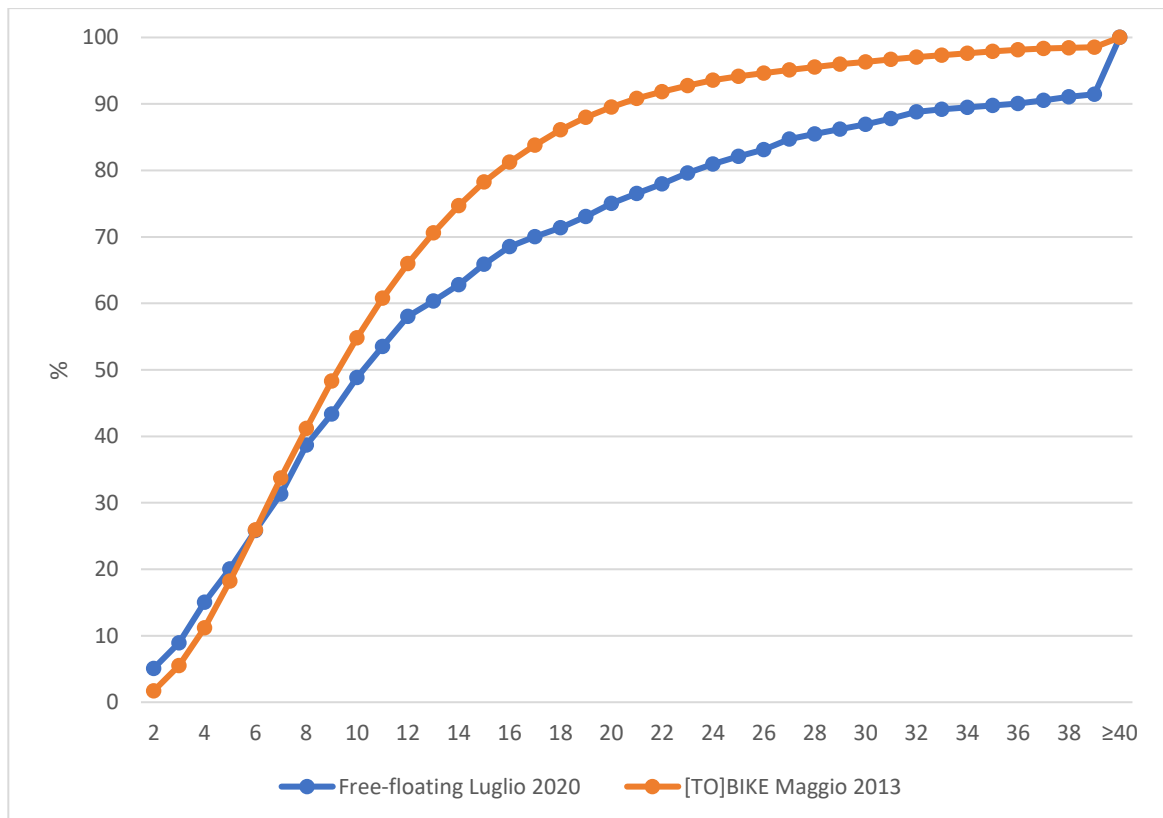


Figura 87 - Confronto distribuzione delle cumulate delle durate nel giorno ferialo medio fra i dati forniti dal gestore [TO]BIKE nel maggio del 2013 e quelli estrapolati dal dataset di luglio 2020

La Figura 87 illustra le distribuzioni cumulative delle durate; il primo particolare che si nota è la forma delle due curve: quella storica è più ripida nella prima parte, mentre quella attuale è leggermente più piatta.

Le diverse caratteristiche che emergono dallo studio dei sistemi odierni (durata media dei tragitti elevata, quantità di viaggi sopra i 40 min rilevante e profilo della cumulata), indicano che nella ricerca vengono considerate sia le biciclette che i monopattini elettrici, i quali, grazie alla propulsione elettrica, permettono di coprire distanze maggiori senza problemi.

Nel primo tratto della curva fra i 2 e i 5 min, invece, la percentuale di spostamenti effettuati con sistemi free-floating è lievemente maggiore rispetto ai dati storici, confermando la tesi che i viaggi con sistemi vincolati sono solitamente più lunghi [18], [19].

All'epoca dell'indagine sulla mobilità il 75% degli spostamenti effettuati con [TO]BIKE si esauriva nel giro di 15 min e il 96% entro i 30 min; invece, per i sistemi attuali le percentuali a 15 e 30 min sono rispettivamente 65% e 87%. Questo fenomeno è in contrasto con i risultati provenienti dalla letteratura, secondo i quali le quantità di viaggi svolti con biciclette condivise con durata massima 15 min sono il 68% con il sistema vincolato e l'83% con quello libero; invece, il 90% degli spostamenti con lo station-based e il 96% con il free-floating durano al massimo 30 min [49]. Le difformità rispetto alla letteratura possono essere attribuibili a 2 fattori:

- Station-based: per quanto riguarda questo servizio, non si hanno informazioni sufficienti per comprendere l'andamento differente in quel periodo, ma la causa dell'alto numero di spostamenti di breve durata può essere attribuibile alle tariffe imposte sull'utilizzo dei mezzi in base al tempo.
- Free-floating: in questa parte di ricerca vengono considerati assieme alle biciclette anche i monopattini elettrici, i quali possiedono profili temporali d'impiego differenti. Sono molto meno utilizzati per motivi di lavoro, ma più per motivi di svago; quindi, il loro impiego è tendenzialmente più alto al pomeriggio e nel fine settimana [19].

4.5.2 Confronto fra biciclette e monopattini elettrici condivisi free-floating

La distribuzione delle frequenze di Mobike risulta alquanto differente e più irregolare da quella di Helbiz (Figura 88).

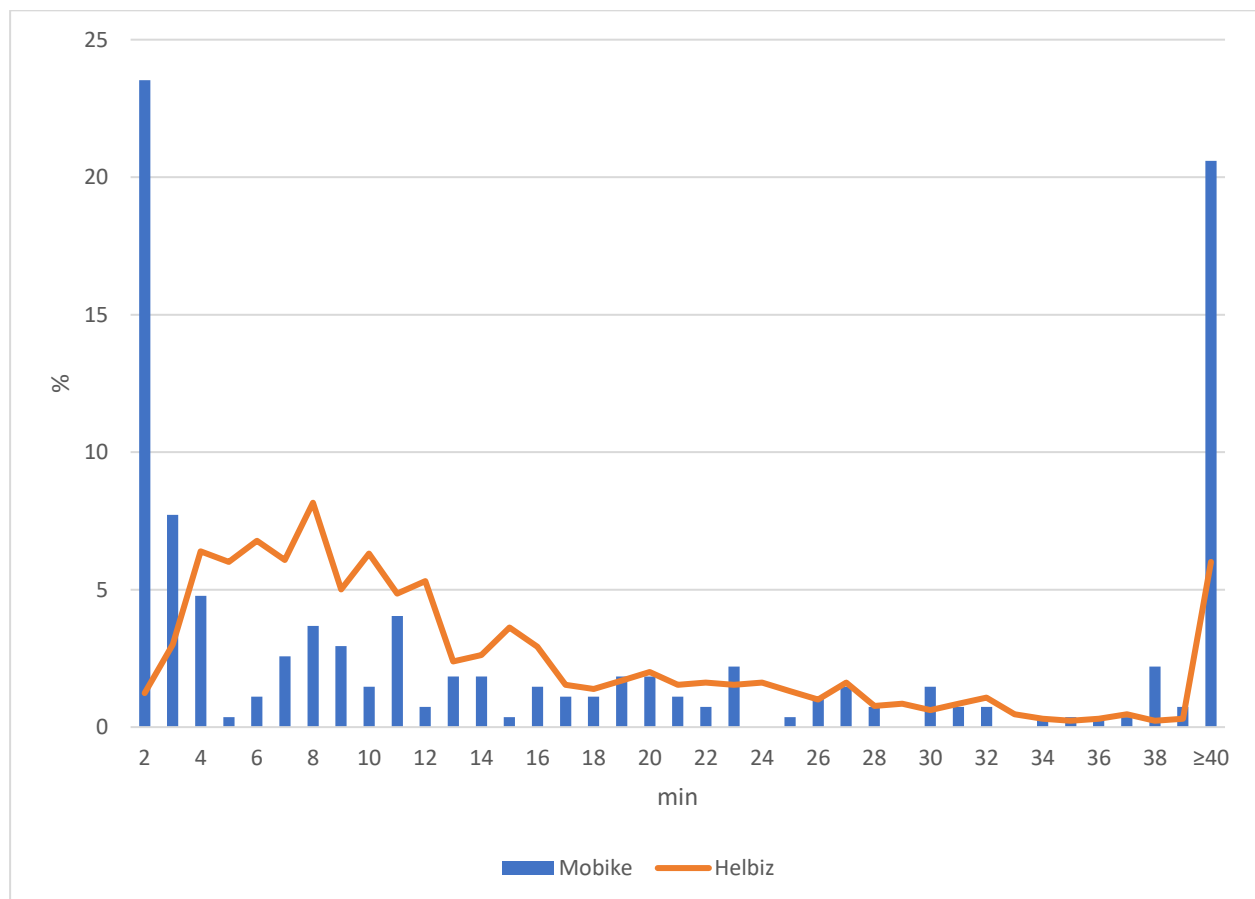


Figura 88 - Confronto distribuzione delle frequenze nel giorno feriale medio Mobike e Helbiz

Il servizio di biciclette presenta il 23,5% di viaggi con durata 2 min, mentre il 20,5% supera i 40 min; i monopattini elettrici, invece, ha un andamento più regolare con un picco di frequenza intorno ai 7 min.

La durata media dei tragitti Mobike risulta pari a 23,49 min, mentre quella di Helbiz è di 15,21 min. Questo fenomeno è plausibile con i risultati di un'indagine svolta nella città di Zurigo, dove è emerso che i percorsi con le biciclette sono solitamente maggiori rispetto ai monopattini [13].

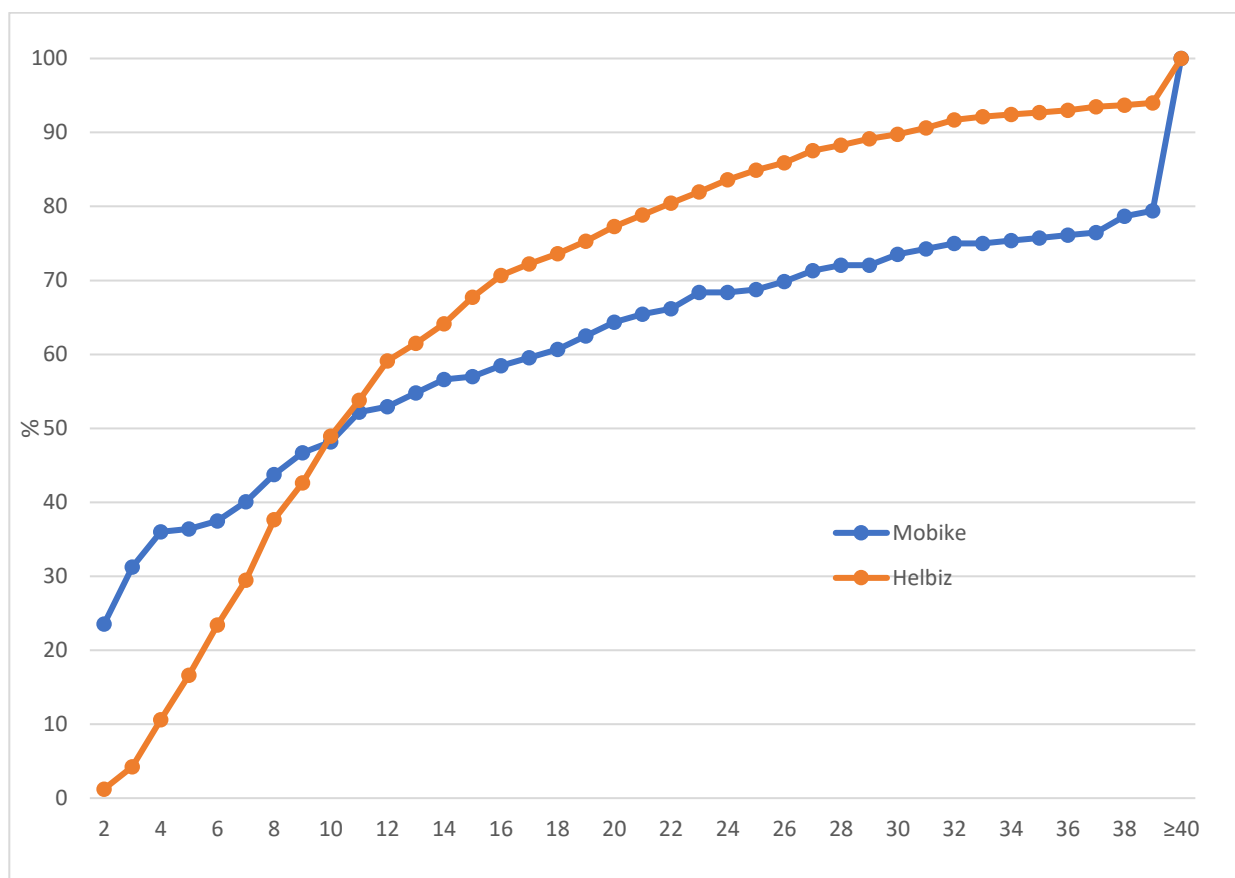


Figura 89 - Confronto distribuzioni cumulate delle frequenze nel giorno feriale medio Mobike e Helbiz

La figura precedente mostra che i 2 sistemi possiedono due curve cumulate di forma differente: Mobike ha un andamento più lineare, mentre Helbiz presenta due pendenze. Il primo tratto del grafico Helbiz ha una pendenza notevole fino agli 11 min, dove si attestano il 60% degli spostamenti; la seconda parte invece è meno pendente.

Dal grafico si nota che per spostamenti di durata non superiore ai 9 min vengono maggiormente impiegate le biciclette, invece per viaggi più lunghi gli utenti preferiscono i monopattini. Questo fenomeno si trova in disaccordo con i risultati provenienti dalla letteratura, secondo i quali i monopattini vengono utilizzati per viaggi brevi [13]. Il divario che si ha con la letteratura può essere dovuto al fatto che gli studi considerati esaminano servizi di biciclette assistite. Dato che nel seguente elaborato stiamo analizzando biciclette a trazione muscolare, è probabile che queste non siano preferite dagli utenti in caso di spostamenti lunghi.

4.6 Analisi delle velocità medie

4.6.1 Distribuzione delle velocità

Di seguito viene riportato il grafico esplicativo della frequenza delle velocità medie per i servizi di Helbiz e Mobike.

Nelle analisi vengono riscontrati alcuni valori anomali che possono essere dovuti a:

- Distanza considerata: nella ricerca viene considerata la distanza fra il punto di partenza e di arrivo, senza tenere conto dell'assetto reale delle strade;
- Problemi di acquisizione degli istanti di noleggio e rilascio.

Per questo motivo, vengono eliminati tutti gli spostamenti con velocità maggiore di 30 km/h.

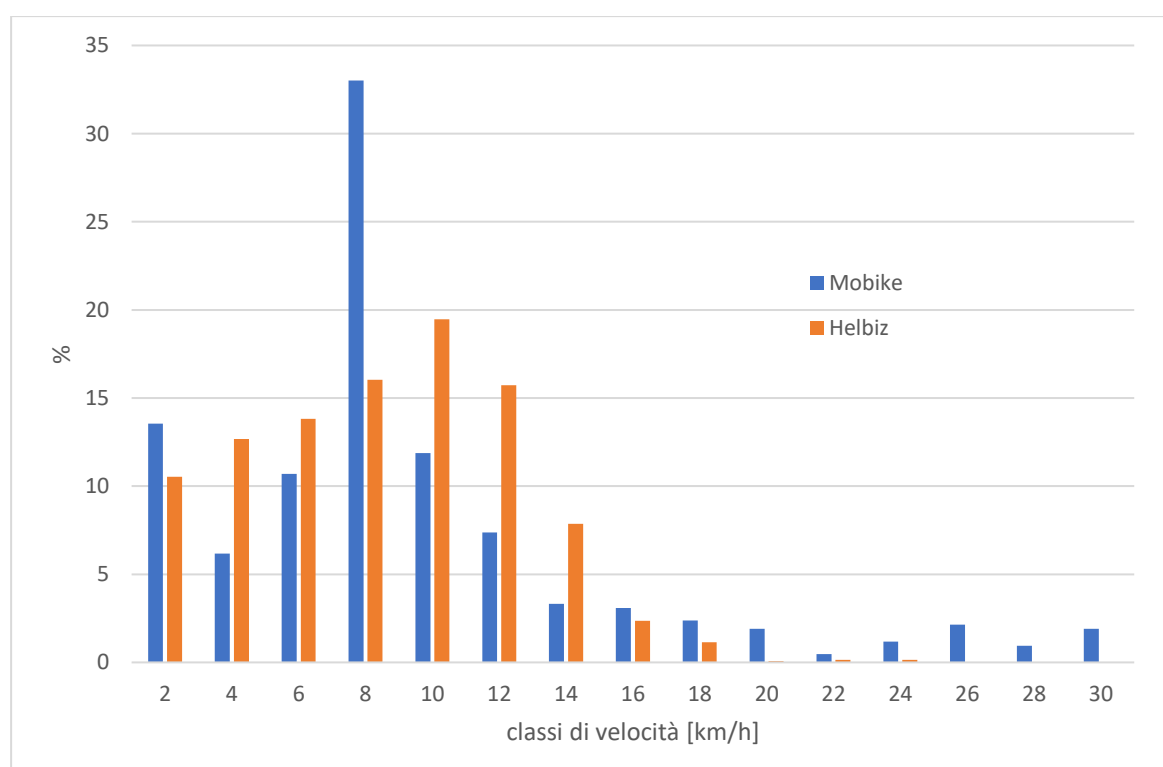


Figura 90 - Segmentazione delle velocità Helbiz e Mobike

La Figura 90 mostra che i 2 sistemi possiedono andamenti diversi.

Il servizio di monopattini ha uno sviluppo più regolare, con una maggiore concentrazione di spostamenti fra gli 8 e i 10 km/h, in linea con quanto emerso dallo studio americano secondo cui la velocità media degli utenti dei monopattini varia fra i 7,88 e i 10 km/h [32]. Man mano che la velocità aumenta, la frequenza dei monopattini diminuisce, fino a scomparire per velocità maggiori di 24 km/h, poiché la legge italiana impone come limite di velocità su strada 25 km/h [27].

Le biciclette, invece, mostrano una quota maggiore di viaggi rispetto ai monopattini dove la velocità non supera i 2km/h. Ciò è attribuibile al fatto che si tratta di mezzi a trazione muscolare;

perciò, è normale che vi sia una classe più ampia di spostamenti che ricadono nella fascia più bassa. Il 33% dei viaggi di Mobike analizzati possiede una velocità che oscilla fra i 6 e gli 8 km/h, valori che si discostano da quelli trovati nella città di Austin [32]. Dal momento che nello studio americano vengono analizzate biciclette assistite, è probabile che il divario trovato sia causato dalla modalità di propulsione.

Si nota che circa il 6,6% degli spostamenti di Mobike rilevati possiedono una velocità media molto elevata (20-30 km/h); viene dunque approfondita l'indagine su questa parte di dati per capire la possibile causa di questi valori. Dalla ricerca si nota che gli spostamenti che presentano queste anomalie sono spalmati sull'intero dataset; infatti, questo fenomeno riguarda molti mezzi in varie zone della città e viene riscontrato in vari momenti della giornata. Tuttavia, i viaggi con velocità comprese tra i 20 e 30 km/h presentano delle durate brevi (1-6 min) e distanze comprese fra gli 0,366 e 2,82 km, quindi la quota anormale di viaggi a velocità elevate può essere riconducibile a dei problemi di acquisizione degli istanti di noleggio e rilascio.

4.6.2 Confronto delle velocità medie fra le principali coppie O/D

La Figura 91 mostra la media delle velocità adottate dagli utenti negli spostamenti interzonali.

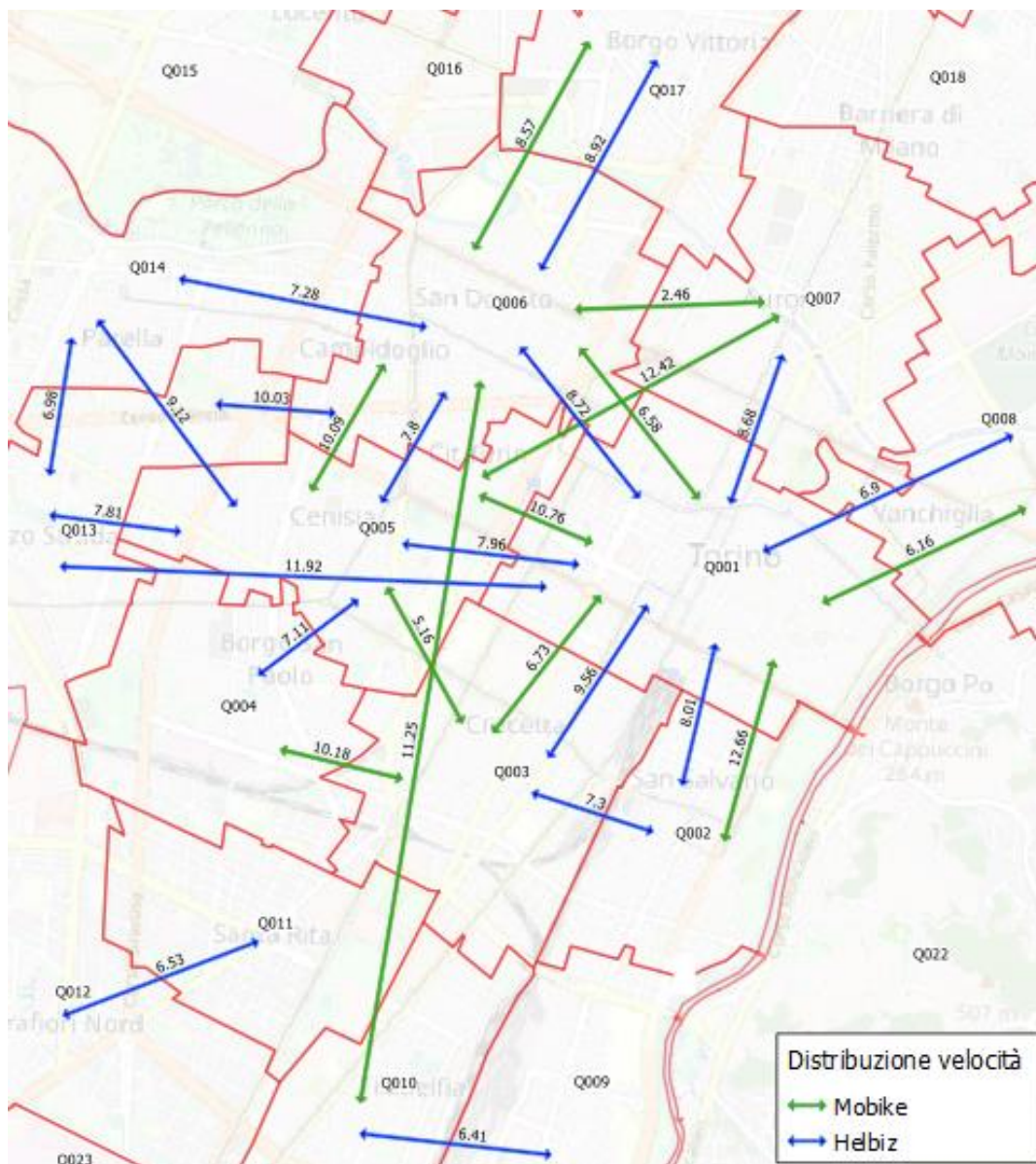


Figura 91 - Velocità medie (km/h) fra le principali coppie O/D

Dalla Figura 90 si è osservata che la classe di velocità più frequente di Mobike è quella fra i 6 e gli 8 km/h; infatti, ad essa appartengono circa il 33% del totale dei viaggi analizzati.

Nella Figura 91 le velocità che ricadono in questo gruppo sono impiegate nei seguenti tragitti: Centro (Q001)-Vanchiglia (Q008), Centro (Q001)- San Donato (Q006), Centro (Q001)-Crocetta (Q003). Essi rappresentano solo il 6,64% del totale degli spostamenti rilevati (Tabella 19), ciò significa che la maggioranza dei viaggi con velocità media fra i 6 e gli 8 km/h avvengono all'interno dello stesso quartiere.

La Figura 91 mostra diverse coppie O/D in cui la velocità media oscilla fra gli 8 e i 12,66 km/h. In questo caso non si riscontrano valori di velocità anomali, come riporta la Figura 90, in quanto essi essendo spalmati sull'intero dataset di Mobike, non influenzano particolarmente la media.

Pertanto, i valori di velocità media più elevati sono associabili a migliori condizioni delle infrastrutture ciclabili che inducono gli utenti a adottare velocità maggiori.

Per quanto riguarda Helbiz, la Figura 90 indica che la classe di velocità più estesa è quella fra gli 8 e i 10 km/h; infatti, all'interno di essa ricadono circa il 20% degli spostamenti rilevati.

Dalla Figura 91 si nota che queste velocità medie sono impiegate in diversi tragitti: Centro (Q001)-San Salvario (Q002), Centro (Q001)-Crocetta (Q003), Centro (Q001)-Aurora (Q007), San Donato (Q006)-Pozzo Strada (Q013), Parella (Q014)-Cenisia (Q005), San Donato (Q006)-Centro (Q001), San Donato (Q006)-Borgo Vittoria (Q017). Questi tragitti rappresentano circa il 17% degli spostamenti totali della matrice O/D (Tabella 18), quindi nella classe di velocità 8-10 km/h sono presenti molti viaggi fra zone diverse.

La Figura 91 indica che ci sono diversi viaggi in cui la velocità media è minore di 8 km/h, segnale del fatto che in aree pedonali e sulle piste ciclabili il limite di velocità per i monopattini è di 6 km/h.

La Figura 90 mostra che il 27,5 % degli spostamenti totali di Helbiz possiede una velocità media maggiore di 10 km/h; confrontando questo dato con quelli della Figura 91 si osserva che suddette velocità vengono raggiunte solo in 2 casi: fra il Centro (Q001) e Pozzo Strada (Q013) e fra Pozzo Strada (Q013) e San Donato (Q006). La quota di traffico fra queste 2 zone rappresenta solo il 4,28% del totale (Tabella 18), perciò il resto degli spostamenti a velocità maggiori di 10 km/h sono attribuibili a viaggi interni alle varie zone.

Per ambedue i servizi emerge che le velocità maggiori sono tendenzialmente adottate in viaggi intrazonali.

5 CONCLUSIONI

In quest'ultimo capitolo vengono riportati e commentati i risultati più significativi ottenuti durante la ricerca, cercando di estrapolare le differenze dei diversi modelli di impiego di ogni sistema.

Nonostante i dati disponibili appartengano al periodo post-lockdown del 2020 ed abbiano quindi subito l'influenza negativa delle restrizioni sugli spostamenti imposte dalla pandemia, l'intento dell'indagine è quello di valutare se nel corso degli anni i sistemi di micromobilità condivisa abbiano subito una reale maggiore diffusione ed evidenziare gli aspetti che necessitano di essere potenziati.

Le analisi preliminari fanno emergere un generale aumento della mobilità sostenibile e condivisa dal 2013 ad oggi, soprattutto nelle città italiane del Nord-Ovest e con più di 250.000 abitanti. Ciò è dovuto ad una presenza considerevole di sistemi di micromobilità condivisa a flusso libero (7 solo a Torino) in grado di offrire agli utenti un servizio semplice e flessibile.

Per lo svolgimento dell'indagine, sono state estrapolate dal dataset in possesso, relativo ai dati operativi di alcuni servizi in tre giorni a Luglio 2020 nella città di Torino tutte quelle informazioni utili per la descrizione del modello di impiego spazio-temporale nel giorno feriale medio.

Le analisi sulla disponibilità dei servizi osservano un'elevata presenza delle società Bird, Helbiz e Mobike nel centro della città di Torino e nelle aree confinanti con esso; tale presenza si riduce progressivamente allontanandosi verso l'esterno della città.

Per quanto riguarda la tipologia dei servizi, i monopattini si localizzano frequentemente vicino alle stazioni ferroviarie di Porta Nuova (T0008) e Porta Susa (T0091), alle fermate della metropolitana e a luoghi di divertimento. Anche le biciclette risultano presenti in maniera rilevante in questi luoghi, ma sono presenti anche in prossimità del polo scientifico e tecnologico "Environment Park" (T0012). Questi risultati non sorprendono; infatti già in altri studi è emersa la tendenza alla concentrazione di questa tipologia di mezzi vicino alle stazioni ferroviarie e metropolitane, in quanto in molte città i servizi di micromobilità in sharing vengono utilizzati come soluzione al "problema dell'ultimo miglio".

Dal confronto del numero di prelievi emerge che con i sistemi odierni gli spostamenti nel giorno feriale medio sono di gran lunga inferiori a quelli del 2013 di [TO]BIKE. Questo fenomeno può essere attribuibile alla minore domanda di mobilità provocata dalla pandemia e dalla stagione estiva in periodo di chiusura delle scuole, ma può anche indicare un'insufficiente promozione del servizio. Il paragone fra le epoche mostra comunque un andamento temporale dei noleggi più o meno simile, con un utilizzo più intenso fra le 7 e le 9 del mattino e fra le 17 e le 19 nel pomeriggio; durante la notte la richiesta è inferiore rispetto al resto della giornata in ambedue le analisi.

I picchi di prelievo dei mezzi durante le ore di punta dimostrano che i sistemi di micromobilità condivisa nella città di Torino vengono utilizzati, anche oggi, principalmente per motivi lavorativi. Si osserva inoltre che i servizi free-floating, che oggi sono presenti, hanno un impiego più intenso durante il pomeriggio e la notte, a significare che la micromobilità in sharing è divenuta più popolare in città e sono utilizzati anche per ragioni di svago.

L'analisi svolta sui dati di luglio 2020 riporta un maggior numero di spostamenti con monopattini di Helbiz, nonostante disponga di una flotta di dimensioni minori, rispetto a Mobike. Dall'analisi della distribuzione spaziale e temporale degli spostamenti, infatti, si evince la maggiore tendenza all'impiego delle biciclette per motivi lavorativi e dei monopattini per lo svago; quindi, l'elevato numero di viaggi con Helbiz, si può ricondurre alla ridotta domanda di mobilità per lavoro rispetto a quella per svago.

L'andamento dei noleggi nel giorno feriale medio è simile per entrambi i servizi, i quali mostrano gli ordinari picchi delle ore di punta e una minore richiesta durante la notte. In aggiunta Mobike mostra un ulteriore picco fra le 11 e le 13, fenomeno che viene riportato anche in letteratura ed è attribuibile a spostamenti legati alla sfera lavorativa.

Le matrici O/D mostrano che il 37% degli spostamenti con Helbiz e il 47% di quelli con Mobike avvengono all'interno dello stesso quartiere e quando si verificano viaggi fra zone diverse, si tratta frequentemente di aree confinanti.

Il quartiere con il traffico intrazonale più intenso è il Centro (Q001), dove si osserva che molti tragitti originano o finiscono vicino a luoghi come la stazione ferroviaria, la fermata della metropolitana, i parcheggi sotterranei e ai limiti dell'area operativa. La presenza rilevante di spostamenti da e verso questi luoghi dimostra quindi una tendenza all'utilizzo dei sistemi di micromobilità in combinazione con altre modalità di trasporto (auto, treno, metropolitana ecc.).

Per quanto riguarda il traffico fra zone differenti, si nota che gli spostamenti di Helbiz avvengono tendenzialmente da e verso zone dove è presente la metropolitana, spingendo quindi a pensare all'impiego dei monopattini in combinazione col trasporto pubblico. I viaggi di Mobike, invece, si verificano più in zone non servite dalla metropolitana, inducendo dunque a pensare ad un utilizzo delle biciclette in combinazione o a complemento di altre tipologie di trasporto pubblico (tram e autobus).

Dalle analisi sulla ripartizione della domanda emerge che in passato la richiesta era più concentrata fra il Centro (Q001) e le aree adiacenti, in particolare nelle vicinanze di Porta Nuova (T0008), P.zza Statuto (T0011) e Politecnico (T0066), mentre attualmente risulta una maggiore distribuzione anche in zone più periferiche, soprattutto vicino alle fermate della metropolitana.

Un'altra differenza rispetto al passato è la rilevante presenza di spostamenti nei pressi delle aree commerciali del centro di Torino; ciò conferma una maggiore diffusione di tali sistemi.

Confrontando la distribuzione della domanda fra i servizi di Mobike ed Helbiz, si osserva per entrambi una considerevole concentrazione nell'area centrale, mentre nelle aree collinari, complice anche la limitata copertura delle zone e le pendenze, la richiesta diminuisce molto.

Dalle analisi si nota che la domanda di biciclette riguarda tendenzialmente le zone dove sono più concentrati gli uffici; invece, i monopattini hanno visto la loro maggiore diffusione nelle aree periferiche.

Dallo studio delle distanze emerge che il percorso medio per entrambi i servizi minore di 2 km, a conferma del fatto che i sistemi di micromobilità in sharing vengono utilizzati principalmente per spostamenti brevi. La distanza media dei tragitti di Helbiz nell'area di studio risulta di poco inferiore alla media nazionale. Al contrario, per le biciclette si osserva il fenomeno opposto, ascrivibile a cause varie: popolarità del servizio in città, tariffe agevolate e presenza di infrastrutture che facilitano la circolazione in bicicletta.

Una spiccata percentuale di viaggi con Mobike ha lunghezza massima 200 m, mentre i tragitti con Helbiz risultano distribuiti su distanze maggiori. Questa tendenza è probabilmente riconducibile alla propulsione dei mezzi: con i veicoli a trazione muscolare, come le biciclette Mobike, risulta più difficoltoso percorrere distanze lunghe; perciò, gli utenti preferiscono usufruirne per percorsi molto limitati.

Per quanto riguarda le durate, emerge che esse si confermano attorno ai 15 min per spostamento come in passato, ma dalla distribuzione cumulativa delle durate, si nota che la frequenza di viaggi lunghi è aumentata rispetto al 2013 indicandoci una maggiore inclinazione delle persone ad usufruire della micromobilità in sharing per questa tipologia di spostamenti.

Necessita invece di maggiori approfondimenti e probabilmente di una più efficace azione di pulitura del dato grezzo il confronto dei dati relativi alla durata dei viaggi dei sistemi attuali, che mostrano dati molto diversi, come ad esempio la presenza di tragitti molto brevi o molto lunghi rilevati da Mobike.

Malgrado i problemi di acquisizione delle durate dei viaggi di Mobike hanno influenzato anche la valutazione delle velocità medie, la classe di velocità in cui ricade la più alta percentuale di spostamenti è quella fra i 6 e gli 8 km/h. Invece, come facilmente presumibile, i monopattini a trazione elettrica assumono più frequentemente velocità medie maggiori (8-10 km/h), a causa della modalità di propulsione.

Questa ricerca rappresenta una base per fornire informazioni generali riguardo l'utilizzo della micromobilità condivisa nella città di Torino, nel quale si mettono in luce le caratteristiche e gli

aspetti che possono essere modificati e potenziati per incentivare le persone ad una mobilità più sostenibile.

Nonostante il periodo analizzato sia limitato, si nota una maggiore diffusione della micromobilità condivisa rispetto al passato nell'area di studio; infatti, gli spostamenti si verificano anche in zone periferiche e non sono legati solo a motivi lavorativi, come invece accadeva in passato.

In città si osserva una certa preferenza nell'utilizzo dei mezzi elettrici; anche questo aspetto merita ulteriore approfondimento con l'analisi di periodi più lunghi e diversi per una valutazione più accurata. In particolare, analisi più approfondite sulla velocità media adottata dagli utenti possono essere di supporto per indagini sulla sicurezza riguardo alla circolazione di monopattini, tematica al giorno d'oggi al centro di molti dibattiti.

Uno dei possibili sviluppi futuri della ricerca sono le indagini di soddisfazione dell'utenza. Con questi sondaggi si avrebbero più informazioni riguardo alla popolarità dei servizi e ai loro possibili miglioramenti. In particolare, gli aspetti da esaminare tramite sondaggi con gli utenti possono concernere: zone in cui la disponibilità di mezzi non soddisfa la richiesta, motivi di utilizzo del mezzo, sicurezza percepita e tendenza all'utilizzo combinato col trasporto pubblico, oltre alla determinazione delle caratteristiche sociodemografiche dell'utenza stessa.

Infine, si auspica una maggiore collaborazione fra amministrazioni locali, aziende di micromobilità condivisa e di trasporto pubblico, in modo da poter controllare costantemente gli andamenti sull'utilizzo e sulla cooperazione dei vari sistemi. La compartecipazione dei vari soggetti è necessaria per elaborare strategie e incentivi per una mobilità più sostenibile; con essa è possibile migliorare le prestazioni dei sistemi e creare un servizio integrato flessibile e alla portata di tutti.

Bibliografia

- [1] Agenzia della Mobilità Piemontese, *Approfondimento sull'uso della bicicletta e del servizio di bikesharing a Torino – Analisi dei dati di fonte IMQ 2013 e dei dati di fonte [TO]BIKE*, versione: 1.1, giugno, 2016.
- [2] Agenzia per la mobilità metropolitana e regionale Torino, *IMQ 2013 – Indagine sulla Mobilità delle Persone e sulla Qualità dei Trasporti – Rapporto di sintesi sull'area metropolitana*, aprile 2015.
- [3] Archivio meteo, ilmeteo,
<https://www.ilmeteo.it/portale/archiviometeo/Torino/2020/Luglio>.
- [4] Azienda Torinese Mobilità (ATM), Centro Studi sui Sistemi di Trasporto (CSST), MIZAR Automazione, *Progetto ISTMO per lo sviluppo e integrazione degli strumenti analitici a supporto della mobilità sostenibile*, Aprile 2000.
- [5] Bai, S., & Jiao, J. (2020). *Dockless E-scooter usage patterns and urban built Environments: A comparison study of Austin, TX, and Minneapolis, MN*. *Travel Behaviour and Society*, 20(April), 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.04.005>
- [6] *Bicycle-sharing system*, Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Bicycle-sharing_system, maggio 2021.
- [7] *Bird*, Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Bird_\(transportation_company\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Bird_(transportation_company)), aprile 2021.
- [8] *Capital bikeshare*, <https://www.capitalbikeshare.com/pricing>.
- [9] Città di Torino, Direzione Infrastrutture e Mobilità – Servizio Mobilità, *Piano della mobilità ciclabile (biciplan)*, p. 5-6, ottobre 2013.
- [10] Città di Torino, Trasporti e Viabilità, *Monopattini e segway possono circolare all'interno delle 'zone 30', sulle piste ciclabili e le strade con velocità limitata a 30km/h indicate con apposito cartello*, <http://www.comune.torino.it/trasporti/archivio-news/dal-13-novembre-2019-monopattini-e-segway-potranno.shtml>, Torino, ottobre 2020.
- [11] Chianetta L., *Micromobility product development through additive design and manufacturing methods and techniques*, Torino dicembre 2020, p. 3-5.
- [12] Comune di Collegno, *I monopattini in sharing a Collegno*, <https://www.comune.collegno.gov.it/monopattinisharing>, 2021.
- [13] Daniel J.Reck, He Haitao, Sergio Guidon, Kay W.Axhausen, *Explaining shared micromobility usage, competition and mode choice by modelling empirical data from*

- Zurich, Switzerland, Transportation Research Part C: Emerging Technologies, Volume 124, March 2021, 102947
- [14] DeMaio, P., 2009. *Bike-sharing: History, Impacts, Models of Provision, and Future*, J. Public Transp. 12, 41–56. <https://doi.org/10.5038/2375-0901.12.4.3>.
- [15] *Environment Park*, <https://www.envipark.com/>
- [16] Eren, Ezgi; Uz, Volkan Emre; *A review on bike-sharing: The factors affecting bike-sharing demand*, Elsevier Ltd - Sustainable cities and society, 2020-03, Vol.54, p.101882
- [17] *Formula dell'emisenoverso*, Wikipedia, https://it.wikipedia.org/wiki/Formula_dell%27emisenoverso, ottobre 2013.
- [18] Grant McKenzie, *Docked vs. Dockless Bike-sharing: Contrasting Spatiotemporal Patterns*, Department of Geography, McGill University, Montréal, Canada.
- [19] Grant McKenzie, *Spatiotemporal comparative analysis of scooter-share and bike-share usage patterns in Washington, D.C.*, Journal of Transport Geography · June 2019.
- [20] Grant McKenzie, *Urban mobility in the sharing economy: A spatiotemporal comparison of shared mobility*, Computers, Environment and Urban Systems, Volume 79, January 2020
- [21] *Helbiz*, applicazione per smartphone, 2021.
- [22] *Helbiz*, Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Helbiz>, marzo 2021.
- [23] I. A. Forma, T. Raviv and M. Tzur, *A 3-step math heuristic for the static repositioning problem in bike-sharing systems*, Transp. Res. B Methodol., vol. 71, pp. 230-247, Jan. 2015.
- [24] International Transport Forum, *Safe micromobility*, 2020, p. 13-15.
- [25] ISFORT, *La mobilità degli italiani dopo il confinamento – Il rimbalzo della domanda*, p.16-18, agosto 2020
- [26] ISFORT, *17° Rapporto sulla mobilità degli italiani – Tra gestione del presente e strategia del futuro*, p. 3; 8-10; 16-22; 28-52; 91 25 novembre 2020.
- [27] Legge 28 febbraio 2020, n. 8 Art. 33-bis (*Monopattini elettrici*).
- [28] *Micromobilità*, Treccani, https://www.treccani.it/vocabolario/micromobilita_%28Neologismi%29/
- [29] *Micromobility*, Wikipedia, <https://en.wikipedia.org/wiki/Micromobility>, maggio 2021
- [30] *MiMoto*, <https://mimoto.it/tariffe-scooter-sharing>
- [31] *Mobike*, Wikipedia, <https://it.wikipedia.org/wiki/Mobike>, maggio 2021.
- [32] Mohammed Hamad Almannaa, Huthaifa I. Ashqar, Mohammed Elhenawy, Mahmoud Masoud, Andry Rakotonirainy, Hesham Rakha, *A Comparative Analysis of E-Scooter and*

E-Bike Usage Patterns: Findings from the City of Austin, TX, [International Journal of Sustainable Transportation](#) Volume 15, 2021 - [Issue 7](#), Nov 2020, Pages 571-579

- [33] Muhammad Adnan, Sahbaz Altaf, Tom Bellemans, Ansar-ul-Haque Yasar, Elhadi M. Shakshuki, *Last-mile travel and bicycle sharing system in small/medium sized cities: user's preferences investigation using hybrid choice model*, Berlin/Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, Journal of ambient intelligence and humanized computing, 2019-12, Vol. 10 (12), p. 4721-4731.
- [34] National Association of City Transportation Officials, *Guidelines for Regulating Shared Micromobility*, versione 2, settembre 2019.
- [35] National Association of City Transportation Officials, *Managing mobility data*, p. 1-2, aprile 2019.
- [36] *Nuovo Codice della Strada* – D. lgs. 30 aprile 1992, n. 285, Titolo III, Art. 50.
- [37] Osservatorio Nazionale SHARING MOBILITY, *1° Rapporto nazionale – La sharing mobility in Italia: numeri, fatti e potenzialità*, p. 5-6, 2016.
- [38] Osservatorio Nazionale SHARING MOBILITY, *4° Rapporto nazionale sulla sharing mobility*, p.16-18; 25-27; 29-30; 38-63, 2020.
- [39] *Quotazioni immobiliari nel comune di Torino*, <https://www.immobiliare.it/mercato-immobiliare/piemonte/torino/>
- [40] Regione Piemonte, *Piano Regionale della mobilità e dei trasporti – Allegato A*, p.16-17; 29-33, gennaio 2018.
- [41] *RideMovi by Mobike*, <https://www.ridemovi.com/it/>
- [42] *TOBike*, Wikipedia, <https://it.wikipedia.org/wiki/TOBike>, aprile 2021.
- [43] *[TO]BIKE sharing Torino*, <https://www.tobike.it/firmAbbonati.aspx>.
- [44] *Torino in bici*, <http://www.comune.torino.it/bici/about/>
- [45] TorinoToday, *Micro mobilità elettrica a Torino, prorogata fino al 2022 la sperimentazione di monopattini e segway in sharing*, <https://www.torinotoday.it/green/proroga-al-2022-sperimentazione-mezzi-micro-mobilita-torino.html>, maggio 2021.
- [46] Trasporti, TorinoGiovani-Comune di Torino, <http://www.comune.torino.it/torinogiovani/mimoto-servizio-di-scooter-sharing-a-torino>.
- [47] Turismo Torino e provincia, *Noleggio monopattini a Torino*, <https://www.turismotorino.org/it/il-tuo-viaggio/come-muoversi-citta/noleggio-monopattini-torino>, 2021.

- [48] Xinwei Ma, Yanji Ji, Yufei Yuan, Niels Van Oort, Yuchuan Jin, Serge Hoogendoorn, *A comparison in travel patterns and determinants of user demand between docked and dockless bike-sharing systems using multi-sourced data*, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 139, September 2020, Pages 148-173
- [49] Xinwei Ma, Yufei Yuan, Niels Van Oort, Yanjie Ji, Serge Hoogendoorn, *Understanding the Difference in Travel Patterns Between Docked and Dockless Bike-Sharing Systems A Case Study in Nanjing, China*, Transportation Research Board 98th Annual Meeting, January 13-17, 2019.
- [50] Zheyen Chen, Dea van Lierop & Dick Ettema, *Dockless bike-sharing systems: what are the implications?* TRANSPORT REVIEWS 2020, VOL. 40, NO. 3, 333–353
<https://doi.org/10.1080/01441647.2019.1710306>

Allegato 1 – Zonizzazione IMQ

Q001	Centro	Q012	Mirafiori Nord
Q002	San Salvario	Q013	Pozzo Strada
Q003	Crocetta	Q014	Parella
Q004	San Paolo	Q015	Vallette
Q005	Cenisia	Q016	Madonna di Campagna
Q006	San Donato	Q017	Borgo Vittoria
Q007	Aurora	Q018	Barriera di Milano
Q008	Vanchiglia	Q019	Rebaudengo Falchera
Q009	Nizza Millefonti	Q020	Regio Parco Barca
Q010	Mercati Generali	Q021	Madonna del Pilone
Q011	Santa Rita	Q022	Cavoretto Borgo Po
		Q023	Mirafiori Sud

Allegato 2 – Zonizzazione ISTMO

zone_name	Denom_GTT	Int_Ext	IMQ_CODE	N	Istmo	Zona91_201	DESCR
PALAZZO DI CITTA'	GARIBALDI-MILANO	Int	T0001	58	T0001	Q001	CENTRO
PIAZZA CASTELLO	PIAZZA CASTELLO	Int	T0002	82	T0002	Q001	CENTRO
PIAZZA DELLA REPUBBLICA	PIAZZA REPUBBLICA	Int	T0003	59	T0003	Q007	AURORA
PIAZZA CARLO EMANUELE II	ACCADEMIA ALBERTINA-MARIA VITTORIA	Int	T0004	84	T0004	Q001	CENTRO
PONTE ROSSINI	REGINA MARGHERITA - ROSSINI	Int	T0005	62	T0005	Q007	AURORA
PIAZZA VITTORIO VENETO	PIAZZA VITTORIO	Int	T0006	86	T0006	Q001	CENTRO
CORSO CAIROLI	VITTORIO-CAIROLI	Int	T0007	108	T0007	Q001	CENTRO
STAZIONE PORTA NUOVA	PORTA NUOVA	Int	T0008	104	T0008	Q001	CENTRO
LARGO VITTORIO EMANUELE II	VITTORIO-GALILEO FERRARIS	Int	T0009	77	T0009	Q001	CENTRO
CORSO BOLZANO	VITTORIO-INGHILTERRA	Int	T0010	75	T0010	Q005	CENISIA
PIAZZA STATUTO	PIAZZA STATUTO	Int	T0011	52	T0011	Q006	SAN DONATO
ENVYRONMENTA L PARK	REGINA MARGHERITA-PRINCIPE ODDONE	Int	T0012	54	T0012	Q006	SAN DONATO
LARGO BELGIO	REGINA MARGHERITA-BELGIO	Int	T0013	89	T0013	Q008	VANCHIGLIA
PONTE REGINA MARGHERITA	CASALE-GABETTI	Int	T0014	91	T0014	Q021	MADONNA DEL PILONE
CHIESA DELLA GRAN MADRE DI DIO	GRAN MADRE	Int	T0015	111	T0015	Q022	CAVORETTO BORGO PO
CORSO FIUME	C.MONCALIERI-FIUME	Int	T0016	109	T0016	Q022	CAVORETTO BORGO PO
AREA VIA VALPERGA CALUSO/VIA MADAMA CRISTINA	MADAMA CRISTINA-VALPERGA CALUSO	Int	T0017	124	T0017	Q002	SAN SALVARIO
AREA CORSO RE UMBERTO/CORSO SOMMELLIER	EINAUDI-UMBERTO	Int	T0018	101	T0018	Q003	CROCETTA
PIAZZA SABOTINO	PIAZZA SABOTINO	Int	T0019	72	T0019	Q005	CENISIA
PIAZZA ROBILANT	PIAZZA ROBILANT	Int	T0020	97	T0020	Q004	SAN PAOLO
LARGO ORBASSANO	LARGO ORBASSANO	Int	T0021	117	T0021	Q003	CROCETTA
OSPEDALE MAURIZIANO	LARGO TURATI	Int	T0022	120	T0022	Q003	CROCETTA
PIAZZA CARDUCCI	PIAZZA CARDUCCI	Int	T0023	136	T0023	Q009	NIZZA MILLEFONTI
TORINO - VIA XXV APRILE	PIAZZA ZARA	Int	T0024	138	T0024	Q022	CAVORETTO BORGO PO

DOGANA	SEBASTOPOLI- GIORDANO BRUNO	Int	T0025	135	T0025	Q010	MERCATI GENERALI
CENTRO CONGRESSI LINGOTTO	NIZZA- MILLEFONTI	Int	T0026	149	T0026	Q009	NIZZA MILLEFONTI
PIAZZA BENGASI	PIAZZA BENGASI	Int	T0027	163	T0027	Q009	NIZZA MILLEFONTI
PARCO COLONNETTI	VIGLIANI- ARTOM	Int	T0028	154	T0028	Q023	MIRAFIORI SUD
VIA BISCARETTI DI RUFFIA	PIAZZA CAIO MARIO	Int	T0029	153	T0029	Q023	MIRAFIORI SUD
CIMITERO TORINO SUD	ORBASSANO - SETTEMBRINI	Int	T0030	142	T0030	Q023	MIRAFIORI SUD
PIAZZA CATTANEO	PIAZZA CATTANEO	Int	T0031	128	T0031	Q012	MIRAFIORI NORD
PIAZZA SANTA RITA	SEBASTOPOLI- ORBASSANO	Int	T0033	116	T0033	Q011	SANTA RITA
AREA CORSO SIRACUSA/CORSO SEBASTOPOLI	SEBASTOPOLI- SIRACUSA	Int	T0034	115	T0034	Q011	SANTA RITA
AREA VIA MONGINEVRO/CO RSO TRAPANI	MONGINEVRO- TRAPANI	Int	T0036	67	T0036	Q004	SAN PAOLO
LARGO LUCA DELLA ROBBIA	ASIAGO-DE SANCTIS	Int	T0037	65	T0037	Q013	POZZO STRADA
AREA CORSO TRAPANI/CORSO PESCHIERA	TRAPANI- PESCHIERA	Int	T0038	68	T0038	Q005	CENISIA
PIAZZA CAMPANELLA	PIETRO COSSA- SERVAIS	Int	T0039	36	T0039	Q014	PARELLA
PIAZZA BERNINI	BERNINI	Int	T0040	50	T0040	Q006	SAN DONATO
PIAZZA MONCENISIO	LECCE-FABRIZI	Int	T0041	48	T0041	Q014	PARELLA
LE VALLETTE	VALLETTE	Int	T0042	24	T0042	Q015	VALLETTE
STADIO DELLE ALPI	TOSCANA- SANSOVINO	Int	T0043	25	T0043	Q015	VALLETTE
LARGO GIACHINO	LARGO GIACHINO	Int	T0045	31	T0045	Q017	BORGO VITTORIA
PIER DELLA FRANCESCA	POTENZA- PIANEZZA	Int	T0046	29	T0046	Q016	MADONNA DI CAMPAGNA
VIA FERMI	VERONESE- CASTELDEFIN O	Int	T0047	7	T0047	Q017	BORGO VITTORIA
BASSE DI STURA	GROSSETO- CHIESA SALUTE	Int	T0048	10	T0048	Q017	BORGO VITTORIA
STAZIONE DORA	STAZIONE DORA	Int	T0049	41	T0049	Q017	BORGO VITTORIA
OSPEDALE SAN GIOVANNI BOSCO	LARGO GOTTARDO	Int	T0050	17	T0050	Q018	BARRIERA DI MILANO
PIAZZA RESPIGHI	VIA GOTTARDO- CORELLI	Int	T0051	18	T0051	Q018	BARRIERA DI MILANO
MANIFATTURA TABACCHI	VIA GOTTARDO- BOLOGNA	Int	T0052	19	T0052	Q020	REGIO PARCO BARCA
PONTE SASSI	PIAZZA PASINI	Int	T0057	22	T0057	Q021	MADONNA DEL PILONE
PIAZZA ARBARELLO	GARIBALDI- CONSOLATA	Int	T0059	56	T0059	Q001	CENTRO
VIA PIETRO MICCA	BERTOLA - MICCA	Int	T0060	80	T0060	Q001	CENTRO
PIAZZA CARLO ALBERTO	PIAZZA CARLO ALBERTO	Int	T0061	83	T0061	Q001	CENTRO
MOLE ANTONELLIANA	ROSSINI - PO	Int	T0062	85	T0062	Q001	CENTRO

PIAZZA BODONI	VITTORIO-ACCADEMIA ALBERTINA	Int	T0063	107	T0063	Q001	CENTRO
ARSENALE MILITARE	VITTORIO-RE UMBERTO	Int	T0064	78	T0064	Q001	CENTRO
QUESTURA	VITTORIO-ABRUZZI	Int	T0065	76	T0065	Q001	CENTRO
POLITECNICO	EINAUDI-ABRUZZI	Int	T0066	99	T0066	Q003	CROCETTA
CORSO DUCA D'AOSTA	EINAUDI-FERRARIS	Int	T0067	100	T0067	Q003	CROCETTA
VIA SACCHI	SOMMEILLER-SACCHI	Int	T0068	102	T0068	Q003	CROCETTA
PIAZZA NIZZA	SOMMEILLER-NIZZA	Int	T0069	122	T0069	Q002	SAN SALVARIO
PIAZZA COSTANTINO IL GRANDE	ROSSELLI-FERRARIS	Int	T0070	118	T0070	Q003	CROCETTA
LARGO RE UMBERTO	ROSSELLI-UMBERTO	Int	T0071	119	T0071	Q003	CROCETTA
PIAZZA DE AMICIS	DANTE-NIZZA	Int	T0072	121	T0072	Q002	SAN SALVARIO
OSPEDALE MOLINETTE	BRAMANTE-C.POLONIA	Int	T0073	137	T0073	Q009	NIZZA MILLEFONTI
PIAZZA MARMOLADA	PIAZZA MARMOLADA	Int	T0074	98	T0074	Q004	SAN PAOLO
STADIO COMUNALE	SEBASTOPOLI-AGNELLI	Int	T0075	133	T0075	Q011	SANTA RITA
ISTITUTO POVERI VECCHI	SEBASTOPOLI-UNIONE SOVIETICA	Int	T0076	134	T0076	Q010	MERCATI GENERALI
CARCERE MINORILE FERRANTE APORTI	TAZZOLI-UNIONE SOVIETICA	Int	T0077	145	T0077	Q010	MERCATI GENERALI
STAZIONE LINGOTTO	PASSO BUOLE-PIO VII	Int	T0078	156	T0078	Q010	MERCATI GENERALI
AREA VIA NIZZA/VIA PASSO BUOLE	PASSO BUOLE-NIZZA	Int	T0079	157	T0079	Q009	NIZZA MILLEFONTI
AREA CORSO AGNELLI/CORSO GIAMBONE	AGNELLI-TAZZOLI-D'ARBOREA	Int	T0080	245	T0080	Q012	MIRAFIORI NORD
PARCO RIGNON	ORBASSANO-GORIZIA	Int	T0081	131	T0081	Q011	SANTA RITA
PIAZZA PITAGORA	PIAZZA PITAGORA	Int	T0082	130	T0082	Q012	MIRAFIORI NORD
CITTA' GIARDINO	SEBASTOPOLI-ALLAMANO	Int	T0083	114	T0083	Q012	MIRAFIORI NORD
SCALO MERCI SAN PAOLO	SIRACUSA-ADRIATICO	Int	T0084	94	T0084	Q004	SAN PAOLO
VIA MARIA MAZZARELLO	MAZZARELLO-ADRIATICO	Int	T0085	244	T0085	Q013	POZZO STRADA
PARCO RUFFINI	TRAPANI-D'ALBETTIS	Int	T0086	95	T0086	Q004	SAN PAOLO
PIAZZA MASSAUA	PIAZZA MASSAUA	Int	T0087	45	T0087	Q014	PARELLA
PIAZZA RIVOLI	PIAZZA RIVOLI	Int	T0088	47	T0088	Q013	POZZO STRADA
PIAZZA ADRIANO	PIAZZA ADRIANO	Int	T0089	73	T0089	Q005	CENISIA
OSPEDALE MARIA VITTORIA	CIBRARIO-TASSONI	Int	T0090	40	T0090	Q006	SAN DONATO
STAZIONE PORTA SUSA	PORTA SUSA	Int	T0091	51	T0091	Q005	CENISIA
OSPEDALE AMEDEO DI SAVOIA	REGINA MARGHERITA-TASSONI	Int	T0092	39	T0092	Q006	SAN DONATO

PIAZZA STAMPALIA	SANSOVINO- VENARIA	Int	T0093	6	T0093	Q016	MADONNA DI CAMPAGNA
PARCO SEMPIONE	VERCELLI- GOTTARDO	Int	T0094	12	T0094	Q018	BARRIERA DI MILANO
CHIESA DI MARIA AUSILIATRICE	RONDO' DELLA FORCA	Int	T0096	55	T0096	Q007	AURORA
MASCHIO DELLA CITTADELLA	CERNAIA- GALILEO FERRARIS	Int	T0097	79	T0097	Q001	CENTRO
PIAZZA SAN CARLO	ROMA- PRINCIPE AMEDEO	Int	T0098	81	T0098	Q001	CENTRO
ISTITUTO GALILEO FERRARIS	AZEGLIO- CALUSO	Int	T0099	125	T0099	Q002	SAN SALVARIO
LARGO TABACCHI	LARGO TABACCHI	Int	T0105	93	T0105	Q021	MADONNA DEL PILONE
PIAZZA HERMADA	GOBETTI-SELLA	Int	T0106	92	T0106	Q021	MADONNA DEL PILONE
VILLA DELLA REGINA	VILLA REGINA- LANZA	Int	T0107	112	T0107	Q022	CAVORETTO BORGO PO
PARCO PIEMONTE	UNIONE SOVIETICA- DROSSO	Int	T0108	160	T0108	Q023	MIRAFIORI SUD
LARGO GIULIO CESARE	G.CESARE- LAURO ROSSI	Int	T0111	34	T0111	Q018	BARRIERA DI MILANO
PIAZZA GHIRLANDAIO	VERCELLI- LAURO ROSSI	Int	T0112	33	T0112	Q018	BARRIERA DI MILANO
FIAT GRANDI MOTORI	PIAZZA CRISPI	Int	T0113	42	T0113	Q007	AURORA
LARGO BRESCIA	LARGO BRESCIA	Int	T0114	44	T0114	Q007	AURORA
PALAZZO REALE	REGINA-XI FEBBRAIO	Int	T0115	60	T0115	Q007	AURORA
GIARDINI REALI	REGINA- S.MAURIZIO	Int	T0116	61	T0116	Q007	AURORA
LARGO MONTEBELLO	ROSSINI- S.MAURIZIO	Int	T0117	87	T0117	Q008	VANCHIGLIA
PALAZZO NUOVO	NAPIONE- S.MAURIZIO	Int	T0118	88	T0118	Q008	VANCHIGLIA
PIAZZA CRIMEA	PIAZZA CRIMEA	Int	T0119	110	T0119	Q022	CAVORETTO BORGO PO
PARCO DEL VALENTINO	AZEGLIO- MARCONI	Int	T0120	106	T0120	Q002	SAN SALVARIO
CORSO MARCONI/VIA MADAMA CRISTINA	CRISTINA- MARCONI	Int	T0121	105	T0121	Q002	SAN SALVARIO
LARGO MARCONI	NIZZA- MARCONI	Int	T0122	103	T0122	Q002	SAN SALVARIO
BASILICA DELLA CONSOLATA	REGINA- CONSOLATA	Int	T0123	57	T0123	Q007	AURORA
CHIESA DELLA SALUTE	CHIESA SALUTE- BREGGIO	Int	T0124	32	T0124	Q017	BORGO VITTORIA
CASERMA CERNAIA	VINZAGLIO- CERNAIA	Int	T0125	53	T0125	Q001	CENTRO
LARGO CASTELFIDARDO	GROSSETO- CASTELDEFIN O	Int	T0126	8	T0126	Q017	BORGO VITTORIA
MADONNA DI CAMPAGNA	POTENZA- GROSSETO	Int	T0127	9	T0127	Q016	MADONNA DI CAMPAGNA
SOTTOPASSO GROSSETO	GROSSETO- SANSOVINO	Int	T0128	26	T0128	Q015	VALLETTE
CIMITERO GENERALE	REGIO PARCO- NOVARA	Int	T0129	63	T0129	Q008	VANCHIGLIA

LARGO FRANCIA	LARGO FRANCIA	Int	T0130	49	T0130	Q006	SAN DONATO
CENISIA	FREJUS-RACCONIGI	Int	T0131	71	T0131	Q005	CENISIA
POZZO STRADA	BARDONECCHI A-S.MICHELE	Int	T0132	46	T0132	Q013	POZZO STRADA
OSPEDALE MARTINI	ASOLONE-MONGINEVRO	Int	T0133	66	T0133	Q013	POZZO STRADA
AREA CORSO RACCONIGI/CORSO PESHIERA	RACCONIGI-PESCHIERA	Int	T0134	70	T0134	Q005	CENISIA
AREA VIA MONGINEVRO/CORSO RACCONIGI	RACCONIGI-MONGINEVRO	Int	T0135	69	T0135	Q004	SAN PAOLO
AUTOSTAZIONE	VITTORIO-PRINCIPE ACAIA	Int	T0136	74	T0136	Q005	CENISIA
PIAZZA GALIMBERTI	GIAMBONE-G.BRUNO	Int	T0138	148	T0138	Q010	MERCATI GENERALI
AREA CORSO UNIONE SOVIETICA/CORSO GIAMBONE	UNIONE SOVIETICA-COSENZA	Int	T0139	147	T0139	Q010	MERCATI GENERALI
AREA CORSO AGNELLI/CORSO GIAMBONE	AGNELLI-COSENZA	Int	T0140	146	T0140	Q012	MIRAFIORI NORD
CORSO COSENZA	TRIPOLI-COSENZA	Int	T0141	132	T0141	Q012	MIRAFIORI NORD
PIAZZA OMERO	PIAZZA OMERO	Int	T0142	129	T0142	Q012	MIRAFIORI NORD
PIAZZA GUALA	UNIONE SOVIETICA-TRAIANO	Int	T0143	144	T0143	Q010	MERCATI GENERALI
PARCO DI VITTORIO	TRAIANO-PIO VII	Int	T0144	155	T0144	Q010	MERCATI GENERALI
CORSO MONTE GRAPPA	MONTE GRAPPA-BIANCHI	Int	T0145	37	T0145	Q014	PARELLA
TORINO - VIA NEGARVILLE	ANSELMETTI-DROSSO	Int	T0146	159	T0146	Q023	MIRAFIORI SUD
FIAT MIRAFIORI	AGNELLI-TRAIANO	Int	T0147	143	T0147	Q023	MIRAFIORI SUD
LARGO TOSCANA	LARGO TOSCANA	Int	T0148	30	T0148	Q016	MADONNA DI CAMPAGNA
LARGO PALERMO	CESARE-NOVARA	Int	T0149	43	T0149	Q007	AURORA
STRADA DELLA PRONDA	RIETI-RADICH	Int	T0151	64	T0151	Q013	POZZO STRADA
STRADA ANTICA DI COLLEGNO	MARCHE-STRADA COLLEGNO	Int	T0152	35	T0152	Q014	PARELLA
PIAZZA NAZARIO SAURO	PIAZZA NAZARIO SAURO	Int	T0153	27	T0153	Q015	VALLETTE
AREA STRADA DELLE CACCE/VIA VERGA	STRADA CACCE-STRADA CASTELLO	Int	T0154	161	T0154	Q023	MIRAFIORI SUD
AREA VIA FRATELLI GARRONE/VIA MONASTIR	GARRONE-MONASTIR	Int	T0155	162	T0155	Q023	MIRAFIORI SUD
BORG MEDIEVALE	DANTE-AZEGLIO	Int	T0156	123	T0156	Q002	SAN SALVARIO
SAN VITO	PONTE ISABELLA	Int	T0157	139	T0157	Q022	CAVORETTO BORGO PO
PARCO COLLETTA	BELGIO-TORTONA	Int	T0158	90	T0158	Q008	VANCHIGLIA

PARCO DELLA PELLERINA	REGINA-LECCE	Int	T0159	38	T0159	Q014	PARELLA
BARRIERA DI PIANEZZA	REGINA-COSSA	Int	T0160	28	T0160	Q015	VALLETTE
PIAZZA REBAUDENGO	PIAZZA REBAUDENGO	Int	T0161	11	T0161	Q019	REBAUDENGO FALCHERA
PIAZZA DERNA	PIAZZA DERNA	Int	T0162	16	T0162	Q019	REBAUDENGO FALCHERA
PIAZZA SOFIA	PIAZZA SOFIA	Int	T0163	15	T0163	Q020	REGIO PARCO BARCA
ITALIA 61	MARONCELLI-TRIESTE	Int	T0164	164	T0164	Q009	NIZZA MILLEFONTI
GERBIDO	GERBIDO	Int	T0167	127	T0167	Q012	MIRAFIORI NORD
VENARIA - VIA DRUENTO	VENARIA - VIA DRUENTO	Ext	Z1014	172	Z1014	C004	CINTURA
COLLEGNO - PARADISO	COLLEGNO - PARADISO	Ext	Z1504	180	Z1504	C003	CINTURA
COLLEGNO - TORINO/C.SO FRANCIA	COLLEGNO - TORINO/C.SO FRANCIA	Ext	Z1507	183	Z1507	C003	CINTURA
GRUGLIASCO - CENTRO EST	GRUGLIASCO - CENTRO EST	Ext	Z1521	249	Z1521	C002	CINTURA
GRUGLIASCO - ALLAMANO/ LIBERTA'	GRUGLIASCO - ALLAMANO/ LIBERTA'	Ext	Z1523	185	Z1523	C002	CINTURA
GRUGLIASCO - LESNA	GRUGLIASCO - LESNA	Ext	Z1524	186	Z1524	C002	CINTURA
GRUGLIASCO - GERBIDO	GRUGLIASCO - GERBIDO	Ext	Z1525	187	Z1525	C002	CINTURA
BEINASCO - FORNACI	BEINASCO - FORNACI	Ext	Z2500	197	Z2500	C013	CINTURA
NICHELINO - CENTRO	NICHELINO - CENTRO	Ext	Z2702	209	Z2702	C011	CINTURA
MONCALIERI - BORGO S.PIETRO/OVEST	MONCALIERI - BORGO S.PIETRO/OVEST	Ext	Z3000	218	Z3000	C009	CINTURA
MONCALIERI - B.GO S.PIETRO/EST	MONCALIERI - B.GO S.PIETRO/EST	Ext	Z3001	219	Z3001	C009	CINTURA

Allegato 3 – Matrice O/D Mobike 10/07/2020 (numeri assoluti)

O/D 10/07	CENTRO	SAN SALVARIO	CROCETTA	SAN PAOLO	CENISIA	SAN DONATO	AURORA	VANCHIGLIA	NIZZA MILLEFONTI	MERCATI GENERALI	SANTA RITA	MIRAFIORI NORD	POZZO STRADA	PARELLA	MADONNA DI CAMPAGNA	BORGO VITTORIA	BARRIERA DI MILANO	MADONNA DEL PILONE	CAVORETTO BORGO PO	MIRAFIORI SUD	CINTURA	TOT
CENTRO	23	2	2	0	5	2	1	1	0	1	0	0	2	0	0	0	2	0	1	0	0	42
SAN SALVARIO	5	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9
CROCETTA	3	3	7	1	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18
SAN PAOLO	0	0	2	1	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
CENISIA	6	0	5	0	8	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	22
SAN DONATO	1	0	0	0	1	7	2	0	0	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	16
AURORA	0	1	0	0	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	12
VANCHIGLIA	1	0	0	0	0	1	1	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
NIZZA MILLEFONTI	2	1	1	1	4	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
MERCATI GENERALI	0	0	0	0	4	2	0	0	0	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	11
SANTA RITA	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
MIRAFIORI NORD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
POZZO STRADA	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5	1	0	1	0	0	0	0	1	10
PARELLA	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	5
MADONNA DI CAMPAGNA	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3
BORGO VITTORIA	0	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	5
BARRIERA DI MILANO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4
MADONNA DEL PILONE	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	4
CAVORETTO BORGO PO	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	5
CINTURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	4
TOT	48	8	20	5	29	17	13	5	6	8	4	3	9	5	2	6	7	2	2	1	4	204

Allegato 4 – Matrice O/D Helbiz 13/07/2020 (numeri assoluti)

O/D 13/07	CENTRO	SAN SALVARIO	CROCETTA	SAN PAOLO	CENISIA	SAN DONATO	AURORA	VANCHIGLIA	NIZZA MILLEFONTI	MERCATI GENERALI	SANTA RITA	MIRAFIORI NORD	POZZO STRADA	PARELLA	VALLETTE	MADONNA DI CAMPAGNA	BORGO VITTORIA	MIRAFIORI SUD	TOT
CENTRO	81	14	13	3	4	11	12	5	2	1	3	3	7	2	0	0	6	0	167
SAN SALVARIO	15	13	5	0	3	5	1	1	2	1	1	1	0	0	0	0	1	0	49
CROCETTA	9	2	7	2	1	1	0	1	4	3	2	0	0	0	0	0	1	0	33
SAN PAOLO	3	1	0	4	0	2	1	0	0	0	2	0	3	3	0	0	0	0	19
CENISIA	13	1	2	7	17	16	0	1	1	0	1	1	7	5	0	0	4	0	76
SAN DONATO	7	0	3	2	17	38	2	0	0	0	0	0	8	9	0	0	3	0	89
AURORA	4	3	0	0	2	3	5	0	0	0	1	0	2	0	0	0	1	0	21
VANCHIGLIA	3	0	0	0	0	1	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12
NIZZA MILLEFONTI	4	2	3	0	0	1	0	0	18	2	1	1	0	0	0	0	0	1	33
MERCATI GENERALI	0	0	1	0	0	0	0	0	3	6	0	0	1	0	0	0	0	0	11
SANTA RITA	3	1	0	1	3	0	0	0	2	0	7	4	0	1	0	0	0	0	22
MIRAFIORI NORD	2	0	2	2	0	0	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	0	0	12
POZZO STRADA	4	0	0	3	9	8	3	0	0	0	0	0	23	11	0	0	1	0	62
PARELLA	2	0	0	1	6	5	0	0	0	0	2	1	12	18	1	0	0	0	48
BORGO VITTORIA	0	0	0	0	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4	0	12
MIRAFIORI SUD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOT	150	37	36	25	65	93	28	14	32	14	24	13	63	49	1	1	21	1	667

Allegato 5 – Matrice O/D Mobike 13/07/2020 (numeri assoluti)

O/D 13/07	CENTRO	SAN SALVARIO	CROCETTA	SAN PAOLO	CENISIA	SAN DONATO	AURORA	VANCHIGLIA	NIZZA MILLEFONTI	MERCATI GENERALI	SANTA RITA	MIRAFIORI NORD	POZZO STRADA	PARELLA	MADONNA DI CAMPAGNA	BORGO VITTORIA	BARRIERA DI MILANO	REBAUDENGO FALCHERA	MADONNA DEL PILONE	CAVORETTO BORGO PO	MIRAFIORI SUD	CINTURA	TOT
CENTRO	10	5	3	0	2	5	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	29
SAN SALVARIO	2	4	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	9
CROCETTA	3	0	10	3	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19
SAN PAOLO	0	0	1	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8
CENISIA	0	0	1	1	9	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	15
SAN DONATO	3	0	0	0	6	6	1	1	0	1	0	0	0	1	0	3	0	0	0	0	0	0	22
AURORA	1	0	0	0	5	2	9	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	20
VANCHIGLIA	4	0	0	0	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	14
NIZZA MILLEFONTI	1	3	0	1	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	11
MERCATI GENERALI	0	0	0	0	1	2	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7
SANTA RITA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	10
MIRAFIORI NORD	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
POZZO STRADA	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3
PARELLA	1	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	9
MADONNA DI CAMPAGNA	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2
BORGO VITTORIA	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	5
BARRIERA DI MILANO	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	2	0	0	0	0	10
MADONNA DEL PILONE	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
CAVORETTO BORGO PO	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOT	26	13	17	10	30	25	16	10	7	6	9	3	2	4	1	5	7	2	5	1	2	1	202

Allegato 6 – Matrice O/D Helbiz 15/07/2020 (numeri assoluti)

O/D 15/07	CENTRO	SAN SALVARIO	CROCETTA	SAN PAOLO	CENISIA	SAN DONATO	AURORA	VANCHIGLIA	NIZZA MILLEFONTI	MERCATI GENERALI	SANTA RITA	MIRAFIORI NORD	POZZO STRADA	PARELLA	MADONNA DI CAMPAGNA	BORGO VITTORIA	BARRIERA DI MILANO	MADONNA DEL PILONE	TOT
CENTRO	72	10	10	4	11	7	12	6	3	3	0	3	4	1	2	5	0	1	154
SAN SALVARIO	9	8	10	0	1	2	2	0	6	1	1	0	0	0	0	1	0	0	41
CROCETTA	6	8	7	1	1	1	1	0	2	2	0	1	4	0	0	0	0	0	34
SAN PAOLO	2	0	0	5	3	2	0	0	0	0	1	2	2	2	0	2	0	0	21
CENISIA	9	2	2	4	12	15	0	1	0	1	1	0	4	4	1	3	0	0	59
SAN DONATO	7	0	2	3	9	48	1	0	0	0	1	0	12	10	0	5	0	0	98
AURORA	11	3	0	0	2	1	17	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	37
VANCHIGLIA	4	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	8
NIZZA MILLEFONTI	3	1	3	2	0	0	0	0	20	5	0	0	0	0	0	0	0	0	34
MERCATI GENERALI	0	1	1	0	0	0	0	0	5	2	0	1	0	0	0	0	0	0	10
SANTA RITA	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	3	2	0	0	0	0	0	0	10
MIRAFIORI NORD	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	4	0	1	0	0	0	0	10
POZZO STRADA	7	0	0	5	11	6	0	1	0	0	1	0	17	13	0	0	0	0	61
PARELLA	0	0	0	1	3	4	1	1	0	0	0	0	11	14	1	0	0	0	36
MADONNA DI CAMPAGNA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	3
BORGO VITTORIA	2	0	1	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	4	10	1	0	25
BARRIERA DI MILANO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
MADONNA DEL PILONE	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
MIRAFIORI SUD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
TOT	134	33	37	26	54	91	40	11	36	15	12	13	54	46	10	29	1	2	644

Allegato 7 – Matrice O/D Mobike 15/07/2020 (numeri assoluti)

O/D 15/07	CENTRO	SAN SALVARIO	CROCETTA	SAN PAOLO	CENISIA	SAN DONATO	AURORA	VANCHIGLIA	NIZZA MILLEFONTI	MERCATI GENERALI	SANTA RITA	POZZO STRADA	PARELLA	BORG VITTORIA	BARRIERA DI MILANO	REBAUDENGO FALCHERA	MADONNA DEL PILONE	CINTURA	TOT
CENTRO	18	4	2	0	2	4	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	34
SAN SALVARIO	1	8	0	0	4	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	16
CROCETTA	2	1	13	1	5	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	23
SAN PAOLO	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	6
CENISIA	1	0	3	0	13	5	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	24
SAN DONATO	1	1	0	0	0	11	3	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	19
AURORA	2	0	0	0	1	1	7	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	14
VANCHIGLIA	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	4
NIZZA MILLEFONTI	0	0	1	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
MERCATI GENERALI	1	0	0	0	0	1	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	8
SANTA RITA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	5
MIRAFIORI NORD	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
POZZO STRADA	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	4
PARELLA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	3	0	0	0	0	1	8
BORG VITTORIA	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	8
BARRIERA DI MILANO	1	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	6	1	0	0	10
MADONNA DEL PILONE	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4
CINTURA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2
TOT	27	14	22	5	25	25	14	8	6	9	8	5	6	8	7	1	4	2	196

