

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Civile

Anno accademico 2022/2023

Sessione di Laurea



**Politecnico
di Torino**

**La micromobilità condivisa in relazione
all'uso del suolo nelle aree urbane: il caso
torinese**

**The relationship between shared
micromobility and land use patterns: the
Turin case**

Relatore:

Prof. Marco Diana

Candidato:

Fabio Scicchitano

Correlatore:

Ing. Andrea Chicco

RINGRAZIAMENTI

Volevo dedicare questo spazio per ringraziare tutte le persone che mi sono state vicine e mi hanno aiutato durante il percorso di Laurea Magistrale.

Innanzitutto, vorrei ringraziare il professor Diana per avermi seguito personalmente durante tutto il lavoro di tesi, dandomi consigli, correggendomi quando ho sbagliato e aiutandomi a colmare le mie lacune. Ringrazio anche l'Ingegnere Chicco che mi è stato d'aiuto nella parte più pratica del lavoro.

Vorrei ringraziare i miei genitori che mi hanno sempre sostenuto nel seguire la strada che volevo e mi hanno permesso di raggiungere questo traguardo che senza di loro non sarebbe stato possibile.

Un ringraziamento speciale va poi a quella che considero come una famiglia acquisita formata da Serena, Francesca, Valeria, Riccardo, Selenia e Daniele con cui ho condiviso tutto il percorso dell'università, con alti e bassi, ma che nonostante tutto mi sono sempre stati accanto e oramai fanno parte integrante della mia vita.

Ringrazio anche tutti gli amici con cui sono cresciuto e che mi hanno fatto diventare la persona che sono oggi e che mi supportano e incoraggiano sempre.

Infine, ma non per importanza, voglio ringraziare Ilaria per essermi sempre stata accanto, avermi supportato sempre e per aver sempre creduto in me dal primo giorno.

Ringrazio comunque tutte le persone che ho conosciuto in questo percorso di studi e che anche se per poco hanno fatto parte della mia vita universitaria.

SOMMARIO

Negli ultimi anni la mobilità in ambito urbano è uno dei temi maggiormente presi in considerazione dalle amministrazioni delle grandi città. Nell'ultimo decennio, in particolare, le grandi città hanno visto la nascita e la diffusione di innumerevoli nuovi servizi di mobilità condivisa. Questo fenomeno genera un forte impatto sulla mobilità urbana soprattutto per quanto riguarda quelle categorie di veicoli che rientrano nella micromobilità come biciclette e monopattini in condivisione. Gli enti e le organizzazioni competenti, quindi, si sono trovate a dover gestire e organizzare un volume di traffico di questa tipologia a cui non erano sottoposti in precedenza. Il punto fondamentale per rispondere in modo efficace ai nuovi volumi di domanda da parte delle amministrazioni locali e di offerta per quanto riguarda gli operatori di questi nuovi servizi, è uno studio dei fattori che vanno a influenzare questo fenomeno di diffusione. Il seguente elaborato va ad inserirsi proprio in questo contesto in cui vi è la necessità di studiare e comprendere le variabili in gioco che competono nel generare una certa domanda di servizi di micromobilità sul territorio. L'area di studio riguarda in particolare i comuni di Torino e Collegno situati nel cuore della provincia di Torino in Piemonte. Lo studio si incentra principalmente sui monopattini elettrici, una categoria di mezzi relativamente nuova che negli ultimi anni ha riscontrato una crescita esponenziale soprattutto nelle città metropolitane di tutto il mondo. L'analisi valuta l'impatto di due categorie di variabili indipendenti dal tempo sociodemografiche e legate alle attività economiche sulla domanda di monopattini elettrici in condivisione utilizzando un dataset di 42 giorni (28/02/2022 – 10/04/2022) proveniente dal portale "Muoversi a Torino" tramite l'azienda 5T. Tutte le variabili indipendenti erano disponibili a livello zonale a diversi livelli di aggregazione attraverso l'ufficio statistico nazionale italiano ISTAT. I risultati di correlazione relativi alle variabili sociodemografiche indicano che le aree dove vivono un maggior numero di persone con un alto grado di istruzione generano anche una quantità maggiore spostamenti in monopattino elettrico. Nel caso delle variabili relative alle attività economiche risulta essere invece alloggio e ristorazione la categoria maggiormente correlata. L'obiettivo finale è quello di trovare dei modelli in grado di predire la domanda che questi veicoli possono generare sul territorio. Viene impiegato un modello di regressione lineare multipla applicato tramite metodologia "stepwise" per la selezione delle variabili indipendenti i cui risultati mostrano che quelle che portano ad una migliore significatività per la definizione del modello sono le persone con alto grado di istruzione, gli addetti all'istruzione e gli addetti ai servizi di alloggio e ristorazione. Le evidenze emerse da questo elaborato possono essere di spunto per intraprendere analisi simili in altri contesti italiani avvalendosi anche del fatto che i dati relativi alle variabili indipendenti provengono dal sito ISTAT e sono disponibili per l'intero territorio nazionale.

ABSTRACT

In recent years, urban mobility has been one of the most considered topics by administrations of large cities. In particular, over the past decade, large cities have witnessed the emergence and spread of numerous new shared mobility services. This phenomenon has a significant impact on urban mobility, especially regarding categories of vehicles that fall under micromobility, such as shared bicycles and scooters. As a result, relevant authorities and organizations have to manage and organize a volume of traffic of this type that they were not previously exposed to. The key point to effectively respond to the new demand volumes from local administrations and the supply from operators of these new services is a study of the factors that influence this diffusion phenomenon. This study fits into this context where there is a need to study and understand the variables at play that contribute to generating a certain demand for micromobility services in a given area. The study area specifically focuses on the municipalities of Turin and Collegno, located in the heart of the province of Turin in Piedmont. The study primarily centers on electric scooters, a relatively new category of vehicles that has experienced exponential growth, especially in metropolitan cities worldwide. The analysis evaluates the impact of two categories of independent variables, sociodemographic and economic activity-related, on the demand for shared electric scooters using a dataset of 42 days (from February 28, 2022, to April 10, 2022) obtained from the "Muoversi a Torino" portal through the 5T company. All independent variables were available on a zonal basis at different aggregation levels through the Italian national statistical office ISTAT. The correlation results concerning sociodemographic variables indicate that areas where more individuals with a higher level of education live also generate more electric scooter trips. Regarding the variables related to economic activities, the accommodation and food services sector shows the highest correlation. The ultimate goal is to find models capable of predicting the demand that these vehicles can generate in the area. A multiple linear regression model is employed using the stepwise methodology for the selection of independent variables, and the results show that the variables that contribute to a better significance in defining the model are individuals with a higher level of education, education workers, and workers in the accommodation and food services sector. The insights gained from this study can serve as inspiration for undertaking similar analyses in other Italian contexts, taking advantage of the fact that the data regarding independent variables are sourced from the ISTAT website and are available for the entire national territory.

INDICE

<i>RINGRAZIAMENTI</i>	3
<i>SOMMARIO</i>	4
<i>ABSTRACT</i>	5
<i>1. INTRODUZIONE</i>	11
<i>2. STATO DELL'ARTE</i>	15
2.1. SINTESI DEGLI ARTICOLI	15
2.2. METODI DI ANALISI ADOTTATI NEI PRECEDENTI LAVORI	18
2.2.1. Studi che hanno utilizzato una regressione come metodologia di analisi	18
2.2.2. Studi che hanno utilizzato altre strategie come metodo di analisi	23
2.3. RISULTATI OTTENUTI NEI PRECEDENTI LAVORI	25
2.3.1. Influenza delle variabili temporali sull'utilizzo degli e-scooters	26
2.3.2. Influenza delle variabili sociodemografiche sull'utilizzo degli e-scooters	26
2.3.3. Influenza dell'ambiente costruito sull'utilizzo degli e-scooters	27
2.3.4. Influenza del trasporto pubblico sull'utilizzo degli e-scooters	28
2.3.5. Altre variabili che influenzano l'utilizzo degli e-scooters	28
2.4. INQUADRAMENTO DEL LAVORO DI TESI	29
2.4.1. Obiettivo	29
<i>3. PRESENTAZIONE E ANALISI DEI DATASET</i>	31
3.1. DATASET MONOPATTINI ELETTRICI	31
3.2. DATASET VARIABILI CENSUARIE	34
3.2.1. Attività economiche	34
3.2.2. Popolazione e abitazioni	36
<i>4. METODOLOGIA</i>	37
4.1. DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO	37
4.2. IDENTIFICAZIONE DELLE VARIABILI OGGETTO DI ANALISI	43

4.2.1.	Variabili origini e destinazioni _____	43
4.2.2.	Variabili sociodemografiche _____	45
4.2.3.	Variabili attività economiche _____	46
4.3.	DEFINIZIONE DI DIVERSI LIVELLI DI AGGREGAZIONE ZONALE _____	50
4.3.1.	Zonizzazione basata su Sezioni di Censimento _____	50
4.3.2.	Zonizzazione basata su Aree di Censimento _____	52
4.3.3.	Zonizzazione basata su ISTMO _____	53
5.	<i>ANALISI DI CORRELAZIONE</i> _____	56
5.1.	RISULTATI CON ZONIZZAZIONE BASATA SULLE AREE DI CENSIMENTO ____	56
5.1.1.	Correlazioni tra TOT_DEST, TOT_ORIG e le altre variabili _____	57
5.1.2.	Correlazione tra variabili sociodemografiche _____	58
5.1.3.	Correlazione tra variabili delle attività economiche _____	59
5.1.4.	Correlazione tra variabili sociodemografiche e attività economiche _____	59
5.1.5.	Analisi delle mappe di zonizzazione ACE con istogrammi e dei grafici a dispersione_	62
5.2.	RISULTATI CON ZONIZZAZIONE BASATA SU ISTMO _____	69
5.2.1.	Correlazioni tra TOT_DEST e le altre variabili _____	69
5.2.2.	Correlazione tra variabili sociodemografiche _____	70
5.2.3.	Correlazione tra variabili delle attività economiche _____	71
5.2.4.	Correlazione tra variabili sociodemografiche e attività economiche _____	71
5.2.5.	Analisi delle mappe di zonizzazione ISTMO con istogrammi e dei grafici a dispersione 73	
5.3.	RISULTATI CON ZONIZZAZIONE BASATA SULLE SEZIONI DI CENSIMENTO_	81
5.3.1.	Correlazioni tra TOT_DEST e le altre variabili _____	81
5.3.2.	Correlazione tra le altre variabili _____	82
5.3.3.	Analisi dei grafici a dispersione _____	84
5.4.	CONFRONTO DEI RISULTATI TRA I LIVELLI DI ZONIZZAZIONE _____	86
6.	<i>MODELLI DI REGRESSIONE LINEARE</i> _____	88
6.1.	INTRODUZIONE AI MODELLI DI REGRESSIONE LINEARE _____	88
6.2.	DEFINIZIONE DELLE VARIABILI DIPENDENTI E INDIPENDENTI _____	89

6.3.	METODOLOGIA E PROCESSO DI MODELLIZZAZIONE PER LA REGRESSIONE LINEARE _____	90
6.4.	PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DEI PRINCIPALI MODELLI SVILUPPATI ____	92
6.4.1.	Analisi dell'approccio sviluppato per il percorso A _____	92
6.4.2.	Analisi dell'approccio sviluppato per il percorso B _____	94
6.4.3.	Modello finale _____	98
7.	<i>SCENARI DI EVOLUZIONE DEL SERVIZIO</i> _____	104
7.1.	PROCESSO DI SCELTA DELLE POTENZIALI ZONE DI ESPANSIONE _____	104
7.2.	DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DI ESPANSIONE SCELTI _____	109
8.	<i>CONCLUSIONI</i> _____	112
	<i>INDICE DELLE FIGURE</i> _____	114
	<i>INDICE DELLE TABELLE</i> _____	116
	<i>BIBLIOGRAFIA</i> _____	118
	<i>ALLEGATI</i> _____	120
	ALLEGATO 1: Tabella delle variabili sociodemografiche estrapolate dal dataset Popolazione e Abitazioni con evidenziate in giallo quelle utilizzate ai fini delle analisi di correlazione e regressione _____	120
	ALLEGATO 2: Tabella delle attività economiche suddivise secondo la classificazione Ateco e utilizzate come variabili per l'analisi svolta _____	124

1. INTRODUZIONE

La sharing mobility è in continua crescita nelle città italiane e il monitoraggio dei dati mensili effettuati dall'OSM (Osservatorio Nazionale Sharing Mobility) conferma che la forte contrazione della mobilità avvenuta durante la pandemia è ormai alle spalle, in particolare per i servizi di mobilità leggera (biciclette, scooter e monopattini), che in termini di numero di noleggi giornalieri fanno registrare incrementi compresi tra il 100% e il 400% [20], 2022). Nel contesto di ricerca che riguarda la micromobilità ed in particolare la sharing mobility dei monopattini elettrici (*Figura 1*), questo studio si concentra su caratteristiche legate all'uso del suolo come quelli svolti da Bai and Jiao [4] e Caspi et al. [5]. In particolare, il 2021 certifica la forte diffusione dei servizi di monopattino-sharing, segmento della sharing mobility che da solo ha registrato la metà dei noleggi totali fatti in Italia [20]. Questo fenomeno genera, di conseguenza, un grande aumento della domanda di mobilità nelle principali città dove il servizio è attivo, come si può osservare dai grafici in *Figura 2* che mostrano come è cambiata la consistenza della flotta di monopattini negli ultimi anni. Nel caso specifico il contesto in cui si colloca il lavoro è il comune di Torino, capoluogo della regione Piemonte.



Figura 1: immagine di un monopattino elettrico ritratto sotto la Mole Antonelliana simbolo di Torino

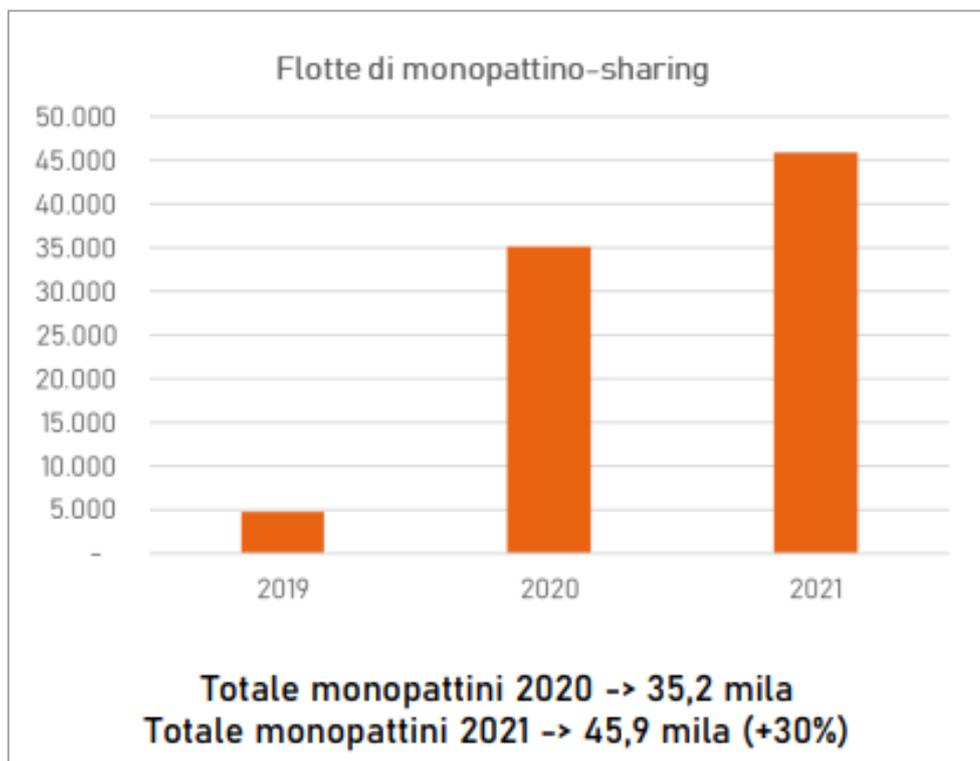


Figura 2: grafico che mostra la variazione delle flotte di monopattini presenti sul territorio italiano, tratto dal 6° rapporto nazionale sulla sharing mobility

Dato che i monopattini elettrici risultano un mezzo relativamente nuovo, le amministrazioni e i ricercatori si trovano ancora a una fase iniziale nello scoprire il ruolo che questi servizi giocano con le città e i sistemi di trasporto esistenti [18]. L'attuale corpo di letteratura sulla micro-mobilità non include ancora studi adeguati su alcuni aspetti insiti nella diffusione dei monopattini elettrici. Le città non hanno ancora raggiunto un consenso su come gestire l'attività dei monopattini elettrici nel loro territorio basandosi sull'esperienza altrui, eppure l'enorme quantità di dati di viaggio ha superato la capacità analitica di queste aziende private [4]. Dagli studi precedenti si evince che la problematica principale è capire come si evolve e comporta la domanda e quali sono i fattori che la influenzano. Studiando a fondo questo problema, infatti, sarà possibile sia per i decisori politici che per i fornitori dei servizi rispondere in modo adeguato al fenomeno e riuscire, da una parte, a creare un network funzionale a questi mezzi e dall'altra a fornire un servizio adeguato agli utenti.

Questa tesi di Laurea magistrale si pone come obiettivo quello di studiare e comprendere le variabili a livello territoriale che competono nel generare una certa domanda di servizi di micromobilità nell'area torinese. I punti chiave del processo sono i seguenti:

- Trovare le variabili che descrivono caratteristiche relative all'uso del suolo e che maggiormente influenzano e risultano correlate agli spostamenti su monopattini in condivisione osservati;

- Generare un modello che sia in grado di fornire la previsione della domanda in funzione delle suddette variabili;
- Applicare il modello a dei possibili scenari di ampliamento dell'area di copertura del servizio per determinare quali zone potrebbero indurre un maggiore aumento dell'utenza.

Per raggiungere questi obiettivi si partirà definendo l'area di studio. In questo modo è possibile creare una conoscenza delle dinamiche generali che caratterizzano il territorio in esame. Superato questo step si entrerà nel vivo dell'analisi che si basa su modelli di regressione lineare applicati con la metodologia stepwise. Prima, però, è stato fondamentale il lavoro valutazione fatto dal punto di vista della correlazione tra le variabili in gioco. Questo permetterà di interpretare i risultati dei modelli in modo più accurato e di individuare eventuali problematiche relative a problemi di collinearità tra le variabili.

La tesi verrà strutturata in otto capitoli di seguito presentati. Nel capitolo due verrà presentato lo stato dell'arte, in cui verranno esposti diversi testi di letteratura internazionale andando ad analizzare i risultati ottenuti da essi e le similitudini con il nostro lavoro. Nel capitolo tre verranno introdotti brevemente i dataset da cui derivano i dati che andremo ad utilizzare ai fini della nostra analisi. Al capitolo quattro si definirà l'area di studio considerata, le variabili oggetto di studio ed infine i diversi livelli di zonizzazione utilizzati. Si passa poi al capitolo cinque dove viene svolta un'analisi di correlazione tra le variabili sui diversi livelli di zonizzazione per avere un quadro chiaro su quale di questi sia il migliore da utilizzare e capire come si comportano le variabili stesse. Successivamente, una volta chiarite le basi da cui partire, nel capitolo sei si affronta la modellazione vera e propria attraverso la regressione lineare con metodologia stepwise. Una volta ottenuto un modello soddisfacente, nel capitolo sette, esso verrà utilizzato in un'applicazione che simula dei possibili scenari futuri di ampliamento della zona del servizio. Infine, nel capitolo otto verranno espone le conclusioni tratte dall'intero lavoro svolto e le possibili implicazioni o applicazioni dei risultati di ricerca.

Come si potrà riscontrare negli articoli di letteratura internazionale, sono molti i fattori e le variabili che si possono prendere in considerazione per portare a termine analisi di questo tipo. Nel caso di questa tesi si è scelto di limitare lo studio escludendo la distribuzione temporale dei dati relativi ai mezzi. Inoltre, per quanto riguarda le variabili che serviranno a spiegare il fenomeno, esse sono state ricavate esclusivamente da dataset disponibili dall'istituto ISTAT. Queste scelte sono state fatte per i seguenti motivi: l'obiettivo dello studio è quello di analizzare principalmente caratteristiche legate al suolo escludendo le variabili dipendenti dal tempo; il fatto di utilizzare solo variabili ricavate da un ente come l'ISTAT fa sì che il lavoro sia replicabile in qualsiasi città italiana, avendo a disposizione i dati operativi del servizio, o in alternativa si può usare direttamente il modello mantenendo i parametri qui stimati a fini predittivi. Infine, si cercherà di mitigare il più possibile l'influenza che può portare l'utilizzo intermodale dei mezzi di trasporto pubblico. Tutte queste scelte portano ovviamente a molte

limitazioni dal punto di vista dell'analisi che potrebbe raggiungere un livello decisamente più complesso e articolato andando ad aggiungere molti più fattori in gioco.

Il seguente lavoro di tesi contribuirà ad ampliare la letteratura disponibile inerente alla mobilità con i servizi di monopattini elettrici in condivisione e potrà essere di spunto per analisi ed elaborazioni più complete e complesse. Le applicazioni di questo tipo di analisi possono essere di aiuto sia ai decisori politici per una corretta pianificazione futura della mobilità sia ai fornitori dei servizi che necessitano di previsioni sui nuovi flussi di domanda o sui cambiamenti di quest'ultima dovuti al cambiamento continuo delle città.

2. STATO DELL'ARTE

In questo capitolo verrà affrontato lo stato dell'arte andando ad analizzare la letteratura internazionale relativa all'argomento oggetto di tesi. Dei vari articoli presi in considerazione verrà prima analizzata il tipo di ricerca effettuato, poi il metodo di analisi, e in fine le conclusioni tratte. I punti di vista e le metodologie utilizzate dai vari autori sono numerose e l'obbiettivo è quello di individuare sia le linee guida comuni tra le diverse ricerche, che possono essere un importante spunto anche per questa tesi, sia le differenze nell'affrontare il tema. Così facendo sarà possibile, andando avanti con il lavoro, confrontare le nostre scelte e risultati con quelli ottenuti negli altri studi. Considerando che nel nostro caso il lavoro è incentrato esclusivamente su variabili non legate al tempo, queste saranno anche quelle su cui ci soffermeremo maggiormente nell'analisi degli articoli.

2.1. SINTESI DEGLI ARTICOLI

In questo paragrafo si andranno a presentare in modo sintetico gli articoli consultati e verranno inquadrati i diversi casi studio analizzati. In particolare, si porrà attenzione all'obbiettivo che si sono posti gli autori in quella specifica analisi per avere anche più chiare le scelte fatte poi nella metodologia adottata.

Gli spostamenti tramite monopattini elettrici sono sempre più comuni, soprattutto nelle grandi città, dove l'impatto della micromobilità si può sentire maggiormente, data la necessità di coprire distanze relativamente brevi, nel minor tempo e dovendo far fronte a livelli di traffico anche molto elevati. Quindi trovare e comprendere delle relazioni che colleghino l'utilizzo che viene fatto degli e-scooter rispetto alla popolazione piuttosto che alle caratteristiche stesse delle città, potrà anche contribuire a migliorare lo spostamento all'interno delle grandi città e permettere un'organizzazione più efficace e sicura.

In questo senso il primo articolo presentato è "Planning Suitable Transport Networks for E-Scooters to Foster Micromobility Spreading"[9], riferito anch'esso a un caso italiano, nello specifico a Catania. Gli autori si pongono come obbiettivo quello di stabilire una priorità ai collegamenti stradali che più si adattano alle necessità dei monopattini elettrici, aprendo così la strada a una pianificazione della rete più adeguata. A differenza di altri articoli questo cerca di mettere in relazione non solo le caratteristiche relative al "land use" e ai trasporti, ma aggiunge anche concetti relativi alla sicurezza. Studi simili erano già stati applicati nell'ambito delle infrastrutture ciclabili, ma in questo studio si

sottolineano le differenze tra biciclette ed e-scooters che normalmente vengono assimilati insieme come veicoli di micromobilità.

Rimanendo in un contesto europeo l'articolo "Survey of E-scooter users in Vienna: Who they are and how they ride" [15], analizza l'impatto dei monopattini elettrici nell'ambiente urbano e sulla mobilità sostenibile. In particolare, il focus è sull'analisi del profilo socioeconomico e delle abitudini di utilizzo degli utenti di e-scooters a Vienna, Austria, distinguendo tra proprietari di tali mezzi e utenti del servizio in sharing.

In maniera simile il documento "Who is using e-scooters and how? Evidence from Paris" [7], presenta i risultati di un'ampia indagine su strada tra gli utenti di e-scooters a Parigi. Questo metodo non è destinato a produrre un campione rappresentativo della popolazione francese o parigina. Invece, gli autori aspirano a catturare una diversità di profili di utenti e tendenze emergenti. Essi ritengono che i risultati ottenuti possano essere utili a ricercatori, decisori politici e operatori dei servizi, specialmente nel contesto di pandemie come quella causata dal COVID. Infatti, gli e-scooters forniscono una valida alternativa ai sistemi di trasporto pubblico che a causa della congestione dei passeggeri hanno facilitato la diffusione del virus.

Un altro documento che riguarda una città francese è "Neighborhood characteristics encouraging micromobility: An observational study for tourists and local users"[8], che analizza i dati provenienti dalla città di Bordeaux. Questo articolo fornisce informazioni sui fattori associati all'uso della micromobilità condivisa nelle aree urbane, esplorando l'influenza di fattori sociodemografici ed elementi dell'ambiente costruito a un livello di analisi dettagliato. Lo studio si propone di estendere la conoscenza esistente sul soggetto differenziandosi dalla letteratura esistente in tre aspetti: 1) condurre un'analisi in una città europea, e in particolare una città in Francia, che è stata pioniera nell'uso dei servizi di micromobilità; 2) esplorare le differenze tra i viaggi effettuati dai residenti e quelli effettuati dai turisti stranieri rivelando variazioni nei modelli di utilizzo; 3) introdurre nuove variabili associate alla densità urbana e alla disponibilità di parcheggio, così come all'attrattiva estetica e alle attrazioni turistiche. I risultati possono aiutare i pianificatori urbani nell'implementazione di politiche locali e gli operatori di mobilità condivisa nella strategia di redistribuzione dei veicoli e nella dimensione della flotta.

Passando invece all'ambito americano la letteratura disponibile risulta molto più corposa e si delineano diverse linee di approccio. Il primo articolo che analizziamo è "Spatial associations of dockless shared e-scooter usage" [5], in cui viene esplorato l'utilizzo dei servizi e-scooters condivisi ad Austin, Texas, nel corso di un periodo di sei mesi. Vengono così estesi i lavori precedenti in questo ambito tenendo conto della correlazione spaziale nell'analisi. L'obiettivo è comprendere come le persone utilizzano gli e-elettrici in diverse regioni della città, deducendo lo scopo per cui vengono utilizzati e come l'ambiente costruito, l'uso del suolo e altri fattori spaziali lo influenzano. Le implicazioni per i pianificatori suggeriscono che un'infrastruttura ciclabile migliore faciliterà l'uso

degli scooter elettrici, le città universitarie sono un mercato pronto per i servizi di scooter elettrici condivisi e gli scooter elettrici possono essere una alternativa per alcuni brevi viaggi non legati al lavoro, riducendo l'uso dell'automobile e beneficiando l'ambiente.

Un secondo lavoro che coinvolge sempre la città di Austin è “Dockless E-scooter usage patterns and urban built Environments: A comparison study of Austin, TX, and Minneapolis, MN”[4], in cui viene proposta un’analisi in parallelo con la città di Minneapolis. L’obiettivo di tale articolo è quello, semplicemente, di implementare la quantità di ricerche legate all’utilizzo degli e-scooters e l’ambiente urbano e quindi i dati a disposizione della ricerca fornendo molte evidenze empiriche. Inoltre, evidenzia l’importanza nel considerare le unicità che caratterizzano ogni singola città e le proprie esigenze puntuali.

Successivamente, il lavoro appena descritto è stato ampliato attraverso l’analisi svolta nell’articolo “Influence of the built environment on E-scooter sharing ridership: A tale of five cities” (Huo et al., 2021), che aggiunge al confronto, oltre ad Austin e Minneapolis, le città americane di Kansas City, Louisville e Portland. L’obiettivo degli autori in questo caso è quello di ampliare la quantità di studi disponibili che indagano sull’utilizzo degli e-scooter, in particolare colmando il vuoto di ricerca che confronta più città contemporaneamente, ripercorrendo esattamente l’obiettivo dei predecessori.

Nell’articolo “Spatiotemporal comparative analysis of scooter-share and bike-share usage patterns in Washington, D.C.” [17], come nel primo, vengono identificate le differenze, ma anche le similitudini tra il sistema dockless e-scooters e i servizi di bike-sharing presenti nella città di Washington esaminando i loro schemi di attività spaziale e temporale, con l’obiettivo di comprendere meglio i comportamenti di trasporto urbano e le differenze tra le piattaforme di mobilità condivisa. A differenza del primo, però, in questo caso non viene considerato l’aspetto della sicurezza. Inoltre, Washington presenta uno dei programmi di bike-sharing più grandi e di maggior successo degli Stati Uniti e questo rende la città una regione ideale dove svolgere questo tipo di analisi.

L’articolo “Factors influencing the usage of shared E-scooters in Chicago” [18], propone un’analisi, relativa alla città di Chicago, incentrata sull’impatto di variabili temporali, come il meteo e il prezzo del carburante, e variabili non dipendenti dal tempo, come le caratteristiche sociodemografiche, ambientali e di quartiere, sull’utilizzo degli e-scooters. L’obiettivo è quello di aiutare i pianificatori e i responsabili delle politiche a prendere decisioni relative ai servizi di monopattini elettrici condivisi.

Come l’articolo appena citato, anche il seguente “Analysis of Recreational and Last Mile E-Scooter Utilization in Different Land Use Regions” [16], si pone l’obiettivo di utilizzare i risultati dello studio per aiutare gli enti pubblici e i decisori politici a sviluppare politiche e infrastrutture adeguate, per un’integrazione sicura degli e-scooters nell’ecosistema urbano. Nello specifico viene discusso l’utilizzo degli e-scooters nell’area metropolitana di Indianapolis, con l’obiettivo di distinguere tra l’uso ricreativo e non ricreativo delle stesse.

Secondo gli autori dell'articolo "Nonlinear and threshold effects of the built environment on e-scooter sharing ridership" [22], comprendere la relazione tra l'ambiente costruito e l'uso dei servizi di e-scooter condivisi è importante perché può aiutare i pianificatori a individuare le aree ad alta domanda e a progettare un piano di investimento efficace per promuovere l'uso della micromobilità. Gli studi precedenti generalmente assumono che la relazione sia lineare, il che potrebbe portare a previsioni inaccurate sul numero di utenti e a politiche inefficaci. Pertanto, questo studio esplora gli effetti non lineari e di soglia dell'ambiente costruito sull'uso degli e-scooter a Los Angeles.

L'ultimo lavoro analizzato, "Electric scooter sharing: How do people value it as a last-mile transportation mode?" [3], si colloca geograficamente in Corea del Sud nella capitale Seoul. In questo articolo, sono state analizzate le preferenze delle persone verso l'utilizzo degli e-scooters per i viaggi "last mile" utilizzando un esperimento di preferenze dichiarate. Quest'ultimo è stato progettato per capire come le persone valutano l'utilizzo dei monopattini elettrici rispetto ad altri mezzi di trasporto convenzionali per i viaggi "last-mile".

2.2. METODI DI ANALISI ADOTTATI NEI PRECEDENTI LAVORI

In questo paragrafo si andranno a delineare quali sono stati i metodi di analisi utilizzati nei documenti di letteratura internazionale selezionati e introdotti al paragrafo 2.1. In particolare, si cercherà di identificare quali metodologie accomunano più lavori sullo stesso argomento.

Molte delle analisi presentate in precedenza utilizzano diversi metodi di regressione per andare a ricercare relazioni più o meno forti tra le variabili prese in considerazione. Altre indagini al contrario hanno utilizzato semplici analisi descrittive o spaziali. C'è anche chi ha utilizzato indici creati apposta per essere funzionali allo scopo della propria analisi.

Nei sottoparagrafi 2.2.1 e 2.2.2 si andranno ad analizzare rispettivamente gli studi che hanno utilizzato una regressione ai fini del proprio lavoro e gli studi che invece hanno sfruttato altre strategie.

2.2.1. Studi che hanno utilizzato una regressione come metodologia di analisi

In questo sotto-paragrafo si analizzano i metodi adottati da studi che hanno utilizzato una regressione ai fini di comprendere come l'utilizzo degli e-scooter venga influenzato da molteplici variabili selezionate. Ogni paper si riferisce a una città diversa e quindi un contesto sociale, territoriale e di

domanda della mobilità diverso. Anche i modelli di regressione utilizzati tra un documento e l'altro variano e producono risultati diversi.

Partendo sempre dal campo europeo, si inizia analizzando lo studio svolto da Christoforou et al. [8], per la città di Bourdeaux. Come parte della elaborazione del modello, prima è stato progettato un modello Ordinary Least Squares (minimi quadrati ordinari) che permette di esplorare diverse variabili esplicative candidate. Successivamente, viene eseguita una Geographically Weighted Regression (regressione geografica pesata) per modellare le relazioni che variano spazialmente tra le variabili. Questo modello consente stime dei coefficienti che variano nello spazio, stimando i coefficienti per ciascuna cella della griglia utilizzando celle adiacenti entro una larghezza specificata. Il modello GWR funziona meglio del modello OLS. Dato che il modello GWR calcola un insieme di stime di coefficienti localmente per ogni osservazione, ovvero per ogni cella della griglia, viene fornita una rappresentazione cartografica della distribuzione spaziale delle stime di coefficienti per le variabili esplicative statisticamente significative.

Lo studio condotto da Caspi et al. [5], si basa sui dati dei viaggi di tutti gli operatori di scooter elettrici condivisi ad Austin e include informazioni sulla posizione di partenza e arrivo dei viaggi. Utilizzando sia l'analisi dei modelli di viaggio che le tecniche di regressione spaziale per esaminare come l'ambiente costruito, l'uso del suolo e i dati demografici influenzino la generazione di viaggi in scooter elettrici. Vengono stimati anche modelli di regressione geografica pesata. Questo modello esegue una serie di regressioni lineari locali e fornisce un coefficiente di regressione unico per ogni cella della griglia in cui è stato diviso il territorio.

Nello studio svolto negli Stati Uniti da Bai and Jiao, 2020 [4], che mette a confronto le città di Austin, TX e Minneapolis, MN, vengono utilizzati i dati relativi agli spostamenti dei singoli e-scooters per esaminarne l'uso associato allo "utilizzo del suolo" (land use). Con questo termine si indica il tipo di attività alla quale è destinata una certa porzione di suolo che può essere per esempio a uso residenziale, commerciale, ricreativo ecc... Per raggiungere questo scopo viene utilizzato ai fini dell'analisi un modello di regressione binomiale negativa attuata a valle di un'analisi spaziale effettuata con GIS. La scelta di tale modello da parte degli autori deriva dal fatto che questo tipo di modello viene molto utilizzato nei casi in cui sono presenti dati molto dispersi con la varianza delle variabili dipendenti che superi di molto la media. I dati demografici invece sono presi dall'U.S. Census Bureau¹.

Nel successivo studio svolto da Hou et al. [10], che sostanzialmente amplia il lavoro di Bai and Jiao andando ad aumentare il numero di città confrontate da due a cinque, viene utilizzato come metodo di analisi una regressione binomiale negativa multilivello a effetti misti. Il modello multilivello, anche

¹ United States Census Bureau, è un'agenzia del dipartimento del commercio degli Stati Uniti d'America che si occupa dei censimenti, in modo da poter determinare il numero di deputati nel Congresso per ogni stato. È anche incaricato di raccogliere statistiche riguardo alla nazione, ai suoi abitanti e all'economia [21].

chiamato modello lineare gerarchico, è il modo migliore per gestire i dati con struttura nidificata poiché considera la correlazione tra le osservazioni all'interno del gruppo, che nel caso specifico è la città. L'approccio di modellizzazione multilivello viene utilizzato per tenere conto della correlazione non osservata tra le osservazioni all'interno di una città a causa dell'ambiente urbano condiviso.

Un altro studio americano che utilizza un modello di regressione è quello svolto a Chicago da F. Mehzabin Tuli et al. 2021 [18]. Questo studio è volto a stimare l'impatto di variabili temporali (tempo meteorologico, giorni feriali e festivi, prezzo del carburante) e variabili non temporali (sociodemografiche, ambientali, caratteristiche del vicinato) sulla domanda degli e-scooters. A tal fine viene utilizzato un modello random-effects negative binomial (RENB) che rispetto a una regressione binomiale negativa o Poisson che solitamente vengono utilizzate per analizzare questo tipo di dati. Questo perché la RENB risulta più appropriata quando gli effetti specifici della posizione sono distribuiti in modo casuale sul territorio.

Nello svolgere la loro analisi sul caso studio di Los Angeles, gli autori Yang et al. [22], hanno utilizzato il gradient boosting decision tree (GBDT), un modello di machine learning utilizzato principalmente per problemi di classificazione e regressione. In confronto ai modelli di regressione tradizionali, le tecniche di machine learning come GBDT non assumono che la relazione tra la variabile dipendente e le variabili indipendenti sia lineare. Inoltre, non soffrono dei problemi di multicollinearità, che sono comunemente osservati nell'analisi della relazione tra l'ambiente costruito e i comportamenti di viaggio. Di conseguenza, GBDT può catturare efficacemente la relazione non lineare tra la variabile dipendente e le variabili indipendenti e identificare l'effetto soglia.

Nell'articolo che riguarda il caso sudcoreano prodotto da Baek et al. [3], che mira ad esaminare quanto le persone valorizzino l'e-scooters come mezzo di trasporto "last mile", viene utilizzato un modello logit misto.

#	TITOLO	METODI UTILIZZATI	ORIGINE DATI	VARIABILE DIPENDENTE	VARIABILI INDIPENDENTI
1	“Dockless E-scooter usage patterns and urban built Environments: A comparison study of Austin, TX, and Minneapolis, MN” (Bai and Jiao, 2020)	Analisi spaziale GIS e modello di regressione binomiale negativa	Registri individuali dei viaggi pubblicati ufficialmente dai dipartimenti locali dei trasporti sul portale di condivisione dei dati.	Media giornaliera di utilizzo degli e-scooter	<ul style="list-style-type: none"> - Percentuale di Popolazione giovane - Rapporto Maschi/femmine - Stipendio - Densità popolazione - Distanza dal centro città - Diversità del suolo - Strutture di trasporto - Accessibilità al trasporto pubblico

2	"Factors influencing the usage of shared E-scooters in Chicago" (Mehzabin Tuli et al., 2021)	Random-effects negative binomial (RENB) model	Dati di un programma pilota di monopattini elettrici condivisi a Chicago	Conteggio giornaliero dei viaggi in origine/destinazione.	<ul style="list-style-type: none"> - Temperatura - Pioggia - Velocità del vento - Età - Stipendio - Densità popolazione - Diversità del suolo - Densità della rete multimodale - Parcheggi e spazi aperti - Fermate dei bus - Stazioni treni - Numero di famiglie senza auto - Trasporto verso il lavoro - Prezzo carburante - Fine settimana - Stazioni bici - Tariffa di parcheggio - Registro dei crimini
3	"Influence of the built environment on E-scooter sharing ridership: A tale of five cities" (Huo J. Et al., 2021)	Multilevel negative binomial model	Sito web con dati aperti e database di posizionamento intelligente	Dati di utilizzo per unità di passeggeri	<ul style="list-style-type: none"> - Membri del nucleo familiare - Stipendio medio - Nessun veicolo per nucleo familiare - Età media - % di lavoratori che cambiano con il trasporto pubblico - Densità nuclei famigliari - Densità popolazione - Distanza dal centro - Densità impiegati - Entropia dell'uso del suolo - Densità intersezioni - Densità strade - Densità biciclette - Densità ristoranti - Numero università - Densità fermate bus
4	"Electric scooter sharing: How do people value it as a last-mile transportation mode?" (Baek K. et al., 2021)	mixed logit model	Indagine di preferenza dichiarata e preferenza rilevata	Preferenze degli utenti	<ul style="list-style-type: none"> - Maschi - Femmine - Età - Stipendio

5	"Neighborhood characteristics encouraging micromobility: An observational study for tourists and local users" (Christoforou Z. et al., 2023)	Ordinary Least Squares	<ul style="list-style-type: none"> - Registro dei viaggi da un importante operatore di condivisione di monopattini elettrici - Istituto nazionale di statistica e studi economici francese - OpenStreetMap e piattaforma di dati aperti 	Arrivi in e-scooters	<ul style="list-style-type: none"> - Rapporto degli individui tra 18 e 24 anni - Rapporto degli individui tra 25 e 39 anni - Stipendio medio annuo - Rapporto delle famiglie in alloggi collettivi - Densità impiegati - Distanza dal centro città - Distanza dall'università - Numero di fermate per servizio pubblico - Numero di bar e ristoranti - Numero di negozi - Numero di alberi sui marciapiedi - Lunghezza delle strade locali - Rapporto delle corsie di parcheggio a pagamento
6	"Nonlinear and threshold effects of the built environment on e-scooter sharing ridership" (Yang H. et al., 2022)	Gradient Boosting Decision Tree (GBDT)	<ul style="list-style-type: none"> - OpenData del Dipartimento dei Trasporti di Los Angeles - Indagine sulla Comunità Americana - Statistiche sull'occupazione e dell'origine-destinazione del LEHD (Longitudinal Employer-Household Dynamics) 	Numero di viaggi per miglio quadrato (origini)	<ul style="list-style-type: none"> - Proporzioni di residenti della generazione Millennials - Proporzioni di residenti della generazione X - Proporzioni di persone a basso reddito - Proporzioni di persone ad alto reddito - Numero mediano di veicoli nel nucleo familiare - Dimensione media del nucleo familiare - Percentuale di persone con laurea triennale - Percentuale di maschi sulla popolazione totale - Percentuale di persone bianche - Percentuale di persone nere - Numero di residenti per miglio quadrato - Numero di occupati per miglio quadrato - Miscelazione dell'uso del suolo - Percentuale di area residenziale - Percentuale di area commerciale - Percentuale di area industriale - Percentuale di area verde/parchi - Numero di ristoranti per miglio quadrato - Numero di incroci per miglio quadrato - Numero di posti auto per miglio quadrato - Densità di piste ciclabili - Densità stradale - Numero di stazioni di trasporto pubblico per miglio quadrato - Distanza dal centro città

7	"Spatial associations of dockless shared e-scooter usage" (Or Caspi et al., 2020)	Spatial regression technique	Piattaforma di dati aperti che fornisce aggiornamenti giornalieri sui viaggi dei monopattini elettrici in condivisione	<ul style="list-style-type: none"> - Origine spostamenti - Destinazione spostamenti 	<ul style="list-style-type: none"> - Percentuale di uso del suolo residenziale - Percentuale di uso del suolo commerciale - Percentuale di uso del suolo istituzionale - Percentuale di uso del suolo per scopi educativi - Percentuale di uso del suolo industriale - Percentuale di uso del suolo per scopi ricreativi - Piste ciclabili nella cella - Reddito medio annuo - Fermate degli autobus nella cella - Densità occupazionale - Densità di incroci stradali - Entropia - Rapporto studenti - Distanza dal centro città
---	---	------------------------------	--	---	---

2.2.2. Studi che hanno utilizzato altre strategie come metodo di analisi

Non tutti gli autori hanno scelto di utilizzare come metodo di analisi una regressione lineare. Alcuni si sono serviti di analisi multicriteri, altri un'analisi comparativa spaziotemporale, altri ancora sono ricorsi a dei sondaggi online e in presenza. Di seguito vengono presentati gli approcci alternativi utilizzati negli altri articoli.

Nell'articolo riguardante la possibile creazione di una rete di mobilità per e-scooters nella città di Catania in Italia, gli autori Fazio et al., 2021[9] si sono avvalsi di un'analisi multicriteri basata su GIS. In particolare, il metodo consiste nell'utilizzo di due indici, definiti come "priority index (PI)" e "safety index (SI)", allo scopo di riconoscere i connettori della rete urbana più adatti ad ospitare la potenziale domanda di mobilità legata agli e-scooters.

Nello studio condotto da Laa and Leth, 2020 [15], a Vienna, Austria, gli autori si sono posti come obiettivo quello di definire un profilo socioeconomico degli utenti utilizzatori di e-scooters, privati o a noleggio. Per fare ciò, hanno utilizzato i dati ricavati da questionari somministrati online tramite social media e osservazioni svolte sul campo. È stato necessario un approccio di questo tipo in quanto nello scenario viennese non vi era ancora traccia di dati relativi al comportamento degli utenti di e-scooters.

Anche nell'articolo prodotto da Christoforou et al. [7], a Parigi, gli autori sono ricorsi a questionari somministrati sul campo per la loro indagine. In particolare, sono stati preselezionati 7 luoghi per ricoprire l'aspetto spaziale, che vanno dalle zone residenziali pure nei sobborghi più interni al Central

Business District di Parigi. Sono stati variati il tempo e il giorno delle interviste per catturare diversi profili di utenti. Per raggiungere il loro scopo gli autori hanno prodotto un questionario ad hoc che includeva solo domande a risposta chiusa in diverse sezioni:

- Abitudini generali di viaggio;
- Utilizzo generale di e-scooters: frequenza, esperienza, comportamento, copertura assicurativa, e così via;
- Ultimo viaggio in e-scooters: luogo, cambio modale/viaggio indotto, scopo, durata, lunghezza, velocità, uso di attrezzature di sicurezza, e così via;
- Caratteristiche socioeconomiche: genere, età, situazione familiare, reddito, istruzione.

Passando al campo americano invece, il lavoro prodotto da McKenzie nel 2019 [17], sulla capitale di Washington, D.C., si basa su un'analisi comparativa spaziotemporale con lo scopo di identificare differenze o similitudini tra il crescente servizio a noleggio di e-scooters e il già consolidato servizio di bike-sharing. Dopo la determinazione delle distribuzioni, relative ai viaggi effettuati dagli e-scooters, lo studio si evolve confrontando i servizi menzionati in precedenza su due tipologie diverse di variabili, spaziali e temporali.

Un altro approccio alternativo, utilizzato per capire se uno specifico spostamento effettuato con e-scooters abbia finalità ricreative o non ricreative, è quello utilizzato dagli autori dell'articolo che ha come area di studio la città di Indianapolis, Liu et al., 2020 [16]. In questo caso, infatti, gli autori hanno utilizzato, come metro di misura, il rapporto tra la distanza percorsa durante lo spostamento e la distanza lineare esistente tra il punto di presa e di consegna del mezzo. Vengono quindi considerati ricreativi gli spostamenti che superano una soglia del rapporto pari a 2.0, e non ricreativi invece quelli che stanno al di sotto. Questo metodo si basa sull'assunzione che un viaggio di interesse normalmente viene percorso nel minor tempo possibile e seguendo la via più diretta e breve. Al contrario gli spostamenti per svago o tempo libero possono essere affetti da deviazioni, ad esempio, per svolgere attività intermedie, o più semplicemente con il fine di passare su percorsi considerati più piacevoli anche solo per il paesaggio o il comfort.

#	TITOLO	METODI UTILIZZATI	ORIGINE DATI	OBBIETTIVO
1	“Analysis of Recreational and Last Mile E-Scooter Utilization in Different Land Use Regions” (Liu M. et al., 2020)	Rapporto tra la distanza percorsa e la distanza lineare tra il punto di partenza e il punto di arrivo del viaggio.	City of Indianapolis	Valutare se gli e-scooter vengono utilizzati per scopi ricreativi o non ricreativi

2	“Planning Suitable Transport Networks for E-Scooters to Foster Micromobility Spreading” (Fazio et al., 2021)	Multicriteria GIS analysis	QuickOSM plugin di Qgis	Definizione indice di priorità e indice di sicurezza
3	“Spatiotemporal comparative analysis of scooter-share and bike-share usage patterns in Washington, D.C.” (McKenzie G., 2019)	Analisi comparativa spaziotemporale	Capital Bikeshare website e Lime tramite API	Identificazione e confronto dei modelli di utilizzo spaziale e temporale dei servizi di scooter-sharing e bike-sharing a Washington, D.C.
4	“Survey of E-scooter users in Vienna: Who they are and how they ride” (Laa and Leth, 2020)	Questionario Online e osservazioni sul campo	Questionario online e osservazioni sul campo	Fornire dei dati sul comportamento degli utenti di e-scooter a Vienna
5	"Who is using e-scooters and how? Evidence from Paris" (Christoforou Z. et al., 2021)	Questionario sul campo	Questionario sul campo	Definire i profili di utilizzo dei monopattini elettrici

2.3. RISULTATI OTTENUTI NEI PRECEDENTI LAVORI

Nel presente paragrafo, si discuteranno i risultati ottenuti dagli studi analizzati nei precedenti 2.1 e 2.2. In particolare, saranno confrontati i risultati tra i diversi studi, ponendo attenzione agli studi che hanno utilizzato diversi metodi di analisi.

Saranno presentati i risultati principali dei lavori analizzati, evidenziando le similitudini e le differenze tra di essi. In particolare, saranno prese in considerazione le metodologie utilizzate, i campioni analizzati, i risultati delle analisi statistiche e le conclusioni emerse dagli autori degli studi. In questo modo, sarà possibile valutare la qualità e la coerenza dei risultati ottenuti dagli autori.

L'obiettivo di questa sezione è quello di fornire una panoramica generale dei risultati e delle considerazioni emerse dagli studi precedenti e di utilizzarle come base per giustificare le scelte prese nel nostro lavoro e di dare una solida base teorica e metodologica per la nostra ricerca e di contribuire alla comprensione del fenomeno oggetto di studio.

2.3.1. Influenza delle variabili temporali sull'utilizzo degli e-scooters

Mehzabin et al. (2021)[18] hanno analizzato gli effetti delle variabili temporali sull'utilizzo degli e-scooter nella città di Chicago. I risultati ottenuti da questi ricercatori sono molto interessanti e chiari. Dal loro studio risulta innanzi tutto che le variabili meteorologiche, come la temperatura, le precipitazioni e la velocità del vento, hanno un impatto significativo sull'utilizzo degli e-scooter. Mentre una temperatura media più alta porta a un maggior numero di viaggi in e-scooter, le precipitazioni (pioggia) e le raffiche di vento sono associate in modo negativo all'utilizzo degli e-scooter. Ad esempio, i valori indicano che un aumento di un millimetro di pioggia è associato a una riduzione del 20% nell'uso degli e-scooter, mantenendo costanti tutte le altre variabili del modello. La variabile del giorno della settimana mostra un maggiore utilizzo degli e-scooter durante il fine settimana. Lo studio riscontra anche una relazione positiva significativa tra il prezzo settimanale della benzina e l'utilizzo condiviso degli e-scooter. I valori indicano che un aumento di un dollaro nel prezzo settimanale per gallone della benzina si traduce in un aumento del 124% e del 114% dell'utilizzo degli e-scooter.

La variabile relativa al giorno della settimana mostra un maggior utilizzo dei monopattini elettrici durante il fine settimana sia nei modelli di origine che di destinazione [18]. Questo può essere dovuto al fatto che la maggior parte degli utenti occasionali dei monopattini elettrici utilizza il servizio per scopi di svago (McKenzie, 2019 [17]).

2.3.2. Influenza delle variabili sociodemografiche sull'utilizzo degli e-scooters

Le caratteristiche sociodemografiche della popolazione forniscono informazioni preziose sull'utilizzo dei monopattini elettrici e sulle ragioni che spingono le persone a utilizzarli. Lo studio di Mehzabin, 2021[18] condotto a Chicago mette in evidenza l'importanza del reddito medio nella scelta di utilizzare i monopattini elettrici. Questo fattore è stato confermato da altri studi, tra cui quelli condotti da Hou et al., 2021[10]; Christoforou et al., 2021[7] e 2023[8]; e Caspi et al., 2020 [5].

Un altro fattore significativo è la presenza di giovani utenti, come indicato dagli studi di Hou et al., 2021[10] e Christoforou et al., 2023[8]. Tuttavia, nello studio condotto da Baek et al., 2021 [3] a Seoul, in Corea, si è riscontrato che l'utilizzo dei monopattini elettrici da parte dei giovani è correlato a un'insoddisfazione nei confronti dei servizi pubblici esistenti. Allo stesso tempo, un sondaggio

condotto da Laa e Leth, 2020 [15] ha evidenziato un elevato numero di giovani utilizzatori di monopattini elettrici nel campione intervistato.

Le variabili legate al pendolarismo rappresentano un impatto significativo sull'utilizzo dei monopattini elettrici. I risultati indicano che vi è una maggiore domanda di viaggi in monopattino quando un maggior numero di lavoratori utilizza i mezzi pubblici per spostarsi da e verso il lavoro, come riportato da Mehzabin et al., 2021[18] e Christoforou et al., 2023[8].

In generale, la densità di popolazione, secondo lo studio di Christoforou et al., 2023[8], è correlata positivamente all'utilizzo dei monopattini elettrici, così come i nuclei familiari sprovvisti di auto che trovano nei servizi di condivisione un'opzione di spostamento in assenza di un mezzo privato, come riportato da Mehzabin et al., 2021 [18].

2.3.3. Influenza dell'ambiente costruito sull'utilizzo degli e-scooters

L'influenza del costruito, dello sfruttamento del suolo e delle relative caratteristiche è tra le variabili più utilizzate nello studio dell'utilizzo dei monopattini elettrici. I risultati delle ricerche dimostrano che la diversità nell'uso del suolo ha un forte impatto sull'utilizzo di tali mezzi e che l'aumento della varietà è direttamente proporzionale ad esso (Bai and Jiao [4], 2020; Mehzabin Tuli et al., 2021 [18]; Huo J. Et al., 2021 (Huo et al., 2021); Or Caspi et al., 2020 [5]). Al contrario, la distanza dal centro città e dalle università è correlata in modo negativo all'utilizzo dei monopattini elettrici (Bai and Jiao ([4], 2020; Huo J. Et al., 2021 (Huo et al., 2021); Christoforou Z. et al., 2023 [8]; Or Caspi et al., 2020 [5]). Ciò è dovuto alla diminuzione progressiva dei punti di interesse e al fatto che gli studenti, che rappresentano un'altra variabile direttamente correlata (Or Caspi et al., 2020 [5]), sono forti utilizzatori del servizio. Per quanto riguarda la struttura della rete stradale, sia la densità stradale che quella degli incroci, oltre alla presenza di piste ciclabili, sono fattori fondamentali e discriminanti (Huo J. Et al., 2021 (Huo et al., 2021); Or Caspi et al., 2020 [5]). Infatti, con l'aumento della densità della rete stradale, c'è una maggiore libertà nella scelta del percorso, il che rappresenta un grande vantaggio per gli spostamenti di breve distanza. Infine, per quanto riguarda la densità della popolazione, le categorie che influenzano positivamente l'uso dei monopattini elettrici sono gli impiegati e la popolazione residente (Bai and Jiao, 2020 [4]; Mehzabin Tuli et al., 2021 [18]; Huo J. Et al., 2021(Huo et al., 2021); Christoforou Z. et al., 2023 [8]; Or Caspi et al., 2020 [5]).

2.3.4. Influenza del trasporto pubblico sull'utilizzo degli e-scooters

I risultati delle diverse ricerche suggeriscono diverse dinamiche nell'interazione tra monopattini elettrici condivisi e il sistema di trasporto pubblico. Lo studio di Bai and Jiao, 2020[4], evidenzia una relazione positiva tra l'utilizzo dei monopattini elettrici e le infrastrutture di trasporto ad Austin, mentre tale relazione è negativa a Minneapolis. Ciò suggerisce che ad Austin le persone possono collegare i loro spostamenti con i monopattini elettrici, mentre a Minneapolis l'utilizzo dei monopattini potrebbe essere indipendente dal trasporto pubblico. I risultati dello studio di Laa and Leth, 2020 [15], indicano che i viaggi in monopattino elettrico sostituiscono principalmente il camminare e l'utilizzo del trasporto pubblico come modalità di spostamento. D'altra parte, lo studio di Huo et al., 2021 (Huo et al., 2021), mostra che la percentuale di residenti che utilizzano il trasporto pubblico per pendolarismo è significativamente correlata in modo positivo all'utilizzo dei monopattini elettrici, suggerendo che i monopattini elettrici potrebbero servire come modalità di alimentazione per il trasporto pubblico e che gli utenti del trasporto pubblico sono più propensi a utilizzare i monopattini elettrici rispetto ai non utenti. Lo studio di Baek et al., 2021 [3], mette in luce come l'offerta di veicoli di micromobilità condivisi come i monopattini elettrici possa aumentare i benefici per i viaggiatori del trasporto pubblico, soprattutto in situazioni in cui le modalità tradizionali di trasporto per gli ultimi chilometri non sono disponibili. Christoforou et al., 2023 [8], evidenzia la forte sinergia tra i monopattini elettrici condivisi e il trasporto pubblico, sottolineando l'importanza di rafforzare insieme i due sistemi per migliorare l'intermodalità e l'accesso ai servizi. Lo studio di Yang et al., 2022 [22], mostra che l'utilizzo dei monopattini elettrici condivisi aumenta lentamente con l'aumento della densità delle stazioni di trasporto pubblico. Infine, lo studio di Christoforou et al., 2021 [7], rivela che i viaggiatori in monopattino elettrico tendono a scegliere questo mezzo al posto di camminare e utilizzare il trasporto pubblico, con la motivazione principale del risparmio di tempo seguita dal divertimento e il risparmio economico.

2.3.5. Altre variabili che influenzano l'utilizzo degli e-scooters

Dagli studi che hanno analizzato l'utilizzo dei monopattini elettrici senza l'uso di regressioni, sono emersi ulteriori fattori che possono descrivere e influenzare tale utilizzo. I risultati dello studio condotto da Liu M. et al., 2020 [16], dimostrano che è possibile identificare in modo abbastanza preciso gli spostamenti effettuati a scopo ricreativo tramite monopattino elettrico. Di solito, questa variabile richiederebbe un sondaggio per essere raccolta, ma i ricercatori hanno sviluppato un metodo per estrarla dai registri di spostamento dei mezzi stessi. È stata dimostrata l'importanza di creare profili

dettagliati degli utenti dei servizi di monopattini condivisi, come evidenziato dagli studi di Christoforou Z. et al., 2021 [7] e Laa e Leth, 2020 [15]. Le caratteristiche personali degli utenti di tali servizi presentano infatti molti fattori in comune, consentendo di identificare tendenze generali. Lo studio siciliano di Fazio et al., 2021 [9], mette in evidenza come la definizione di indici di priorità e sicurezza possa contribuire a stabilire la migliore rete in termini di sicurezza e caratteristiche delle strade esistenti, al fine di ottimizzare l'utilizzo delle risorse. Infine, dagli studi di McKenzie G., 2019 [17], emerge chiaramente come una conoscenza spaziale e temporale del fenomeno di utilizzo in una determinata località permetta di acquisire una comprensione approfondita della situazione, rivelando dettagli o situazioni uniche che non sono trasferibili ad altri contesti, né in termini spaziali né temporali.

2.4. INQUADRAMENTO DEL LAVORO DI TESI

Partendo dalle analisi e dai risultati visti in questo capitolo si può andare di seguito a inquadrare l'argomento e gli obiettivi di questa tesi.

2.4.1. Obiettivo

Il presente lavoro di tesi si propone di indagare le variazioni nell'utilizzo dei monopattini elettrici nel territorio di Torino. L'obiettivo principale è comprendere i fattori che influenzano l'adozione e l'utilizzo di questi mezzi di trasporto alternativi nella città. Per raggiungere tale obiettivo, si fa uso di database che contengono informazioni sociodemografiche e relative alle attività economiche presenti nel territorio di studio. Questo tipo di variabili risultano in genere strettamente correlate con l'utilizzo dei monopattini elettrici come visto nei lavori analizzati nello stato dell'arte.

Questi database, derivati dall'Istituto Nazionale di Statistica (ISTAT), rappresentano una preziosa risorsa in quanto forniscono una panoramica dettagliata delle caratteristiche della popolazione e dell'ambiente economico locale. La metodologia adottata nel presente studio è potenzialmente replicabile in qualsiasi altra località in Italia, poiché si basa su dati ampiamente disponibili e standardizzati.

Per quanto riguarda i dati specifici sull'utilizzo dei monopattini elettrici, si fa affidamento sui dataset forniti da 5T, l'ente responsabile della gestione dei servizi di mobilità nell'area metropolitana di Torino. Questi dataset contengono informazioni dettagliate sugli operatori di monopattini elettrici che operano nel territorio torinese, inclusi dati sugli spostamenti effettuati dagli utenti.

L'obiettivo finale di questo lavoro di tesi è sviluppare un modello predittivo in grado di descrivere l'uso dei monopattini elettrici in una specifica zona di Torino. Questo modello potrebbe poi trovare un potenziale impiego per effettuare previsioni sulla domanda che potrebbe emergere nel caso in cui il servizio di monopattini elettrici venga esteso a nuove zone della città. Tale risultato potrebbe fornire utili indicazioni per la pianificazione e l'implementazione di servizi di mobilità sostenibile in ambito urbano.

3. PRESENTAZIONE E ANALISI DEI DATASET

In questo capitolo vengono introdotti i dataset da cui derivano i dati utilizzati in seguito nell'analisi. Nello specifico viene descritta la fonte dei dati e come si compongono tali archivi per rendere chiaro quali dati sono stati presi in considerazione ai fini dell'analisi e quali non sono stati nel nostro caso specifico. I dati si suddividono principalmente in due categorie: quelli riferiti al servizio sharing degli e-scooters e quelli riferiti alle variabili censuarie.

3.1. DATASET MONOPATTINI ELETTRICI

Per quanto concerne i servizi di e-scooters in free floating, su cui si incentra questa tesi, i dati sono relativi alla posizione dei mezzi quando questi non sono utilizzati, con una struttura analoga allo standard GBFS². L'informazione è ottenuta attraverso uno script python che interroga un API endpoint chiedendo i veicoli disponibili nell'istante temporale della richiesta. Il database interrogato è quello che alimenta il portale "Muoversi a Torino", nel quale dovrebbero confluire tutti i dati relativi agli operatori di sharing presenti sul territorio comunale. Verranno analizzati i dati che si riferiscono al periodo che va dal 28/02/2022 al 10/04/2022, quindi un periodo che può considerarsi già post-pandemico dato che per legge quasi tutte le restrizioni legate agli spostamenti erano state abolite.

Il set di dati a disposizione riguardanti gli spostamenti effettuati con gli e-scooter, rappresenta le registrazioni ogni sessanta secondi dei mezzi in sosta. Nel momento in cui un veicolo viene noleggiato, non viene più effettuata la scansione ogni minuto, ma la successiva posizione corrisponderà al momento in cui il veicolo viene nuovamente parcheggiato.

Tali dati sono stati precedentemente ripuliti tramite un "data cleaning" che ha inizialmente eliminato tutte le registrazioni in cui i mezzi risultavano fermi sempre nello stesso punto, questo perché le informazioni utili al caso studio riguardano solo gli istanti di presa e riconsegna. Un'ulteriore scrematura poi è stata fatta basandosi su questi principi:

- Distanza tra punto di origine e destinazione < 50 metri;
- Durata < 2 min. e > 60 min.;
- Velocità > 25 km/h;

² GBFS (General Bikeshare Feed Specification) provides a common language for shared mobility operators to share information about services available to travelers. [19]

- Variazione del livello di batteria < 0 (ricarica).

Si sovrappone sul processo specifico legato alla pulizia iniziale descritta in precedenza, dato che l'operazione è stata effettuata precedentemente allo sviluppo di questo lavoro di tesi attraverso la procedura e le assunzioni descritte in [6].

Il dataset fornito è quindi risultato essere composto da 162434 osservazioni e ogni riga del dataset rappresenta una presa e consegna di uno specifico monopattino con le informazioni mostrate in *Tabella 1*.

Tabella 1: tabella descrittiva del dataset relativo agli e-scooters

PARAMETRO	SIGNIFICATO
Id	Identificativo del singolo monopattino
Type	Tipo di mezzo
Date	Data dello spostamento (AAAAMMDD)
Hour_O/D	Ora di origine/destinazione
Time_O/D	Orario con minuti di origine/destinazione
Timestamp_O/D	Marca temporale di origine/destinazione
Lat_O/D	Coordinata latitudine euclidea di origine/destinazione
Long_O/D	Coordinata longitudine euclidea di origine/destinazione
X_O/D	Coordinata X nel sistema di riferimento GPS origine/destinazione
Y_O/D	Coordinata Y nel sistema di riferimento GPS origine/destinazione
Zone_O/D	Denominazione IMQ origine/destinazione
IMQ_code_O/D	Numerazione ISTMO origine/destinazione
IMQ_zone_O/D	Numerazione IMQ origine/destinazione
Power_O/D	Carica del mezzo
Duration	Durata della corsa
Speed	Velocità media durante la corsa
Delta power	Consumo della batteria

Ai fini del nostro studio le informazioni necessarie sono state quelle relative alle coordinate spaziali. Queste ultime ci hanno permesso, tramite il programma di analisi spaziale QGIS, di rappresentare graficamente ogni punto di origine e destinazione di ogni spostamento presente nel dataset (*Figura 3*).

Notiamo infine che tali dati sono anonimizzati, quindi non è possibile ricondurre gli ID allo specifico fornitore del servizio. A tal proposito, sono stati prodotti degli shapefile (di cui approfondiremo nel capitolo successivo) con le aree operative di alcuni servizi presenti all'interno del dataset, nello specifico quelli dei servizi Helbiz e Dott.

Occorre, però, considerare la probabile presenza, all'interno del database, di mezzi appartenenti ad altre aziende quali Bird, Lime, Link ecc.... . Di queste ultime, però, non si conosce l'esatta area operativa perché non abbiamo a disposizione gli shapefile. Pertanto, un'alta presenza di punti di presa e consegna al di fuori delle aree operative dei servizi Helbiz e Dott potrebbe non solo essere dovuta ad errori a livello di rilevamento o GPS ma anche alla modifica nel tempo delle stesse aree operative oppure alla presenza di servizi all'interno del database relativi ad un'area operativa più estesa.



Figura 3: rappresentazione dei punti di Origine e Destinazione su software QGIS

3.2. DATASET VARIABILI CENSUARIE

Il dato relativo al “land use” è stato ricavato dal sito dell’Istat [13] e si riferisce al censimento del 2011. Da esso sono stati ricavati i file di “attrazioni” e “produzioni” relative alle sezioni di censimento del Piemonte, nonché gli shapefile delle stesse.

Con il termine attrazioni si intende l’insieme dei dati relativi alle attività, posti di lavoro, volontariato, ecc.... ; mentre le produzioni comprendono tutti quei dati relativi alla popolazione e alle variabili sociodemografiche che la caratterizzano.

Come spiegato al paragrafo 3.1, non si è a conoscenza dei nomi di tutti gli operatori che hanno fornito i dati di cui è composto il dataset dei monopattini elettrici. Si è riuscito a risalire al fatto che due delle più grandi compagnie che hanno contribuito alla formazione del dataset sono Helbiz e Dott. Dal momento che le aree operative di queste due aziende, nella regione Piemonte, si estendono sui comuni di Torino e Collegno si è scelto di utilizzare entrambi i comuni come basi territoriali di partenza.

Nel capitolo 4 si andrà a descrivere in modo dettagliato come partendo da questi due territori comunali si è arrivati alla definizione dell’effettiva area di studio.

Essendo i dati forniti dall’Istat relativi all’intera regione Piemonte è stato necessario filtrare solo le sezioni censuarie relative ai codici PROCOM (codice numerico che identifica univocamente il comune nell’ambito del territorio nazionale) dei due comuni che andremo a tenere in considerazione per la nostra analisi. Nel nostro caso i codici PROCOM di Torino e Collegno sono rispettivamente 1272 e 1090 da cui derivano un totale di 4214 sezioni censuarie. Questo procedimento è stato applicato a tutti i dataset ricavati dal sito dell’Istat, quindi sia quelli relativi alle attività economiche che quelli relativi alla popolazione e alle abitazioni.

3.2.1. Attività economiche

Il dataset attività economiche è relativo al nono censimento generale dell’industria e dei servizi dell’anno 2011 e in particolare fa riferimento al file di diffusione per sezione di censimento e Ateco³, reperibile su sito Istat. Quest’ultimo comprende tre diverse rilevazioni:

- Rilevazione campionaria sulle imprese;
- Rilevazione sulle istituzioni no profit;

³ L’ATECO è la classificazione delle attività economiche adottata dall’Istat per finalità statistiche cioè per la produzione e la diffusione di dati statistici ufficiali. La gestione della classificazione è affidata all’Istat nelle diverse fasi di aggiornamento alle quali è sottoposta sia a livello nazionale che internazionale. [14]

- Rilevazione sulle istituzioni pubbliche.

Il dataset contiene 59532 righe relative ai comuni di Torino e Collegno. Per ogni sezione di censimento, per un totale di 4000, possono essere presenti più righe, una per ogni tipologia di attività riferita ad uno specifico codice Ateco. Dato che all'interno del dataset sono presenti solo le sezioni di censimento che contengono al loro interno delle attività economiche, esse risultano essere inferiori in numero rispetto alle totali definite nell'introduzione del paragrafo 3.2. Per ognuna di esse si va da un numero minimo di codici ATECO (ognuno rappresentante una tipologia di attività) pari a 1, a un massimo pari a 121. Per ogni riga, quindi, sono disponibili le informazioni riportate in *Tabella 2*.

Tabella 2: tabella descrittiva del database sulle attività economiche SCE 2011

NOME CAMPO	DEFINIZIONE
TIPO_SOGGETTO	NP': istituzione non profit - 'IP': istituzione pubblica - 'IM': imprese
CODREG	Codice numerico che identifica univocamente la regione nell'ambito del territorio nazionale.
PROCOM	Codice numerico che identifica univocamente il comune nell'ambito del territorio nazionale. Il valore è ottenuto dalla concatenazione del campo CODPRO con il campo CODCOM a tre digit.
NSEZ	Numero che identifica univocamente la sezione di censimento 2011 nell'ambito del territorio comunale.
ATECO3	Codice Ateco a tre cifre
NUM_UNITA	Numero di unità locali.
ADDETTI	Lavoratori dipendenti
ALTRI_RETRIB	Altri lavoratori retribuiti
VOLONTARI	Volontari

Per ragioni che verranno approfondite nel seguente capitolo occorrerà tenere in considerazione solo i dati relativi alle sezioni di censimento che andranno effettivamente a far parte dell'area di studio finale.

3.2.2. Popolazione e abitazioni

Il dataset che racchiude le variabili sociodemografiche si riferisce al censimento della popolazione e delle abitazioni. Alle variabili definitive dei censimenti della popolazione e delle abitazioni del 1991 e del 2001 si aggiunge un insieme di 134 variabili del censimento generale della popolazione e delle abitazioni del 2011[13].

Le informazioni ricavabili dalle suddette variabili presenti nel dataset riguardano i seguenti argomenti:

- Informazioni relative alla popolazione residente per sesso e età;
- Informazioni demografiche relative alla popolazione residente in funzione della classe di età;
- Informazioni sulla condizione professionale o non professionale della popolazione sopra ai 15 anni;
- Informazione sui nuclei famigliari (numero di componenti, condizione di proprietà o affitto della casa);
- Informazioni relative a stranieri e apolidi residenti in Italia (età e provenienza);
- Informazioni sugli edifici (età di costruzione, numero di piani, stato di conservazione, destinazione d'uso e tipologia di costruzione).

Un elenco esaustivo di tutte le variabili con i relativi codici, che verranno utilizzati nei successivi paragrafi come notazione di riferimento, è fornito in ALLEGATO 1.

Per i comuni di Torino e Collegno abbiamo un totale di 4071 righe. Per gli stessi motivi, spiegati nel paragrafo 3.2.1, il numero totale di sezioni considerate risulta essere inferiore rispetto al totale che compone i territori comunali di Torino e Collegno. Come si può notare esso risulta anche essere inferiore rispetto al totale riferito alle attività economiche, questo perché vengono elencate solo le sezioni di censimento in cui vi è la presenza di popolazione e abitazioni.

Ogni riga è riferita a una specifica sezione di censimento. Anche in questo caso verranno tenuti in considerazione solo i dati relativi alle sezioni di censimento che andranno a comporre l'area di studio finale.

4. METODOLOGIA

In questo capitolo viene illustrato come si è impostato il lavoro per trovare il giusto approccio al problema. Vengono descritti i vari passaggi e ragionamenti a cui si è arrivati tenendo conto dei risultati intermedi e delle informazioni estrapolate dai dati.

4.1. DEFINIZIONE DELL'AREA DI STUDIO

Il primo passo è stato quello di individuare l'area di studio su cui concentrarsi. Per fare ciò si è proceduto a step con osservazioni e considerazioni che via via hanno contribuito a raffinare l'area studio su cui concentrare l'analisi in modo da ottenere risultati più significativi possibile. C'è da sottolineare che questo passaggio è fondamentale essendo che la nostra è un'analisi spaziale legata quindi alle zone e alla porzione di territorio che andiamo a considerare. Infatti, questo successivamente si andrà anche a ripercuotere sulla scrematura dei dati derivanti dai database dell'Istat che sono anch'essi relativi al territorio essendo suddivisi in base alle sezioni di censimento.

Lo studio si basa principalmente sull'area di Torino, quest'ultima però, essendo molto estesa e comprendendo anche aree di collina, in cui l'uso dei monopattini elettrici sarebbe difficile e andrebbe anche a danneggiarli (non essendo progettati per superare grandi dislivelli), risulta ancora essere troppo grande e, nel periodo oggetto di analisi, non coperta interamente dalle aree operative dei principali servizi di sharing.

A tal proposito però, come si può notare in *Figura 4*, l'area operativa aggiornata ad aprile 2022 risultava estesa fino alla città di Collegno. Questo perché il comune fa direttamente parte della cintura di Torino, ed in particolare risulta strettamente collegata ad essa, grazie a grandi corridoi di collegamento quali Corso Francia e la linea metropolitana che con le ultime stazioni raggiunge il territorio di quel comune. Proprio questa forte interconnessione fa sì che vi sia un corridoio, come si può notare nella mappa delle aree operative, che le prolunga fino a gran parte dell'area di Collegno.

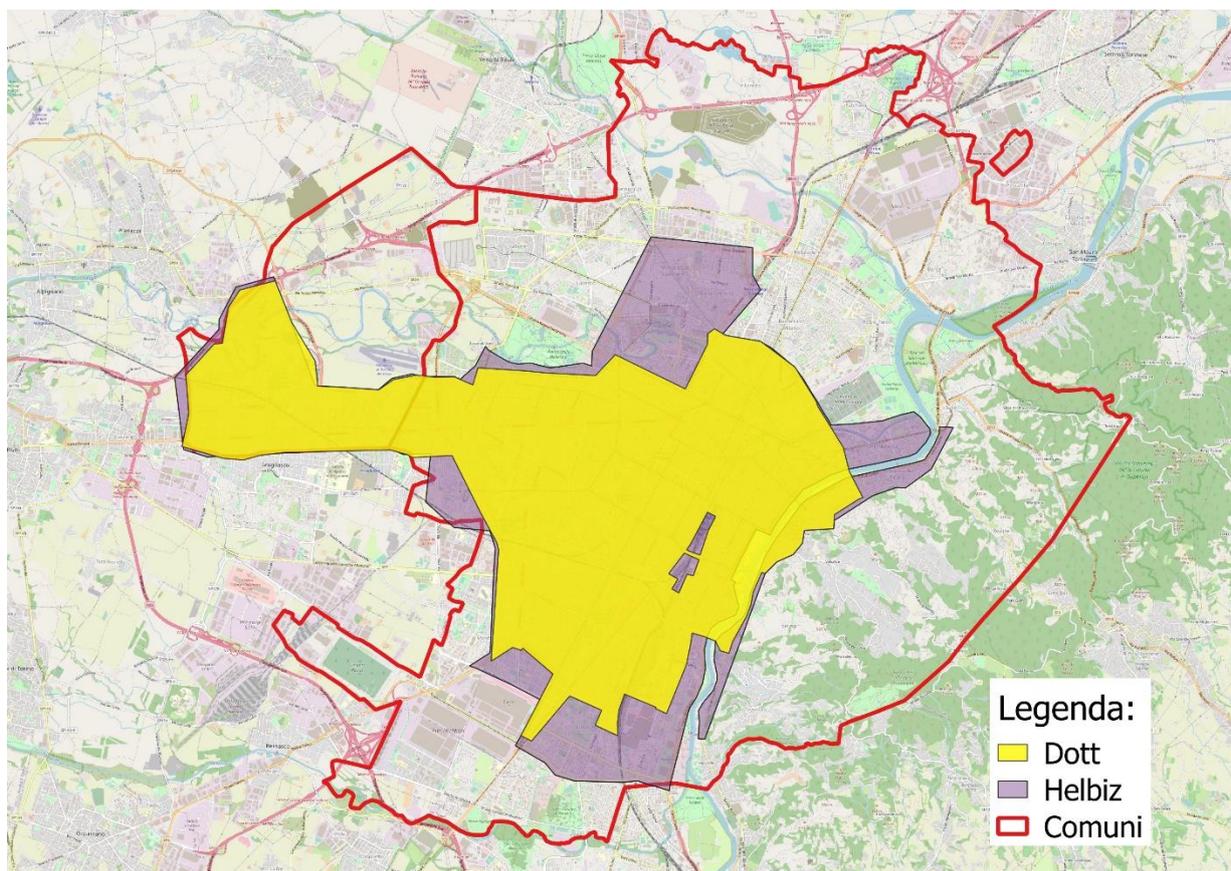


Figura 4: confini comunali di Torino e Collegno e aree operative Helbiz e Dott ad aprile 2022

Dato che i dataset relativi alle variabili censuarie presentati nel capitolo 3 fanno riferimento alle sezioni di censimento⁴, sono state scelte quest'ultime come base per la determinazione dell'area di studio. Partendo quindi dalle sezioni di censimento comprese nell'area comunale di Torino e Collegno osservabili in *Figura 5* è necessario mantenere solo quelle che si riveleranno utili e significative ai fini della ricerca e scartare le altre.

La problematica principale è stata la mancanza di shapefile relativi alle aree operative di alcuni operatori che sono presenti all'interno dei dataset degli e-scooters. A tal proposito ricordiamo il fatto che i dati a disposizione sugli e-scooter sono anonimizzati (come visto al paragrafo 3.1) e non è possibile risalire tramite id a tutte le società di appartenenza degli stessi. Di conseguenza non è stato possibile considerare solo le aree operative dei due servizi di cui sono stati ricostruiti i rispettivi shapefile (*Figura 4*) come base di selezione, nello specifico Helbiz e Dott, dato che questo avrebbe comportato l'esclusione di un significativo numero di spostamenti dalle analisi. Di seguito viene quindi illustrato il procedimento e i criteri che hanno portato a definire quali mantenere e quali eliminare.

⁴ L'Istat pubblica i dati geografici del sistema delle basi territoriali degli anni 1991, 2001 e 2011 dell'insieme delle partizioni e zonizzazioni del territorio italiano [3]

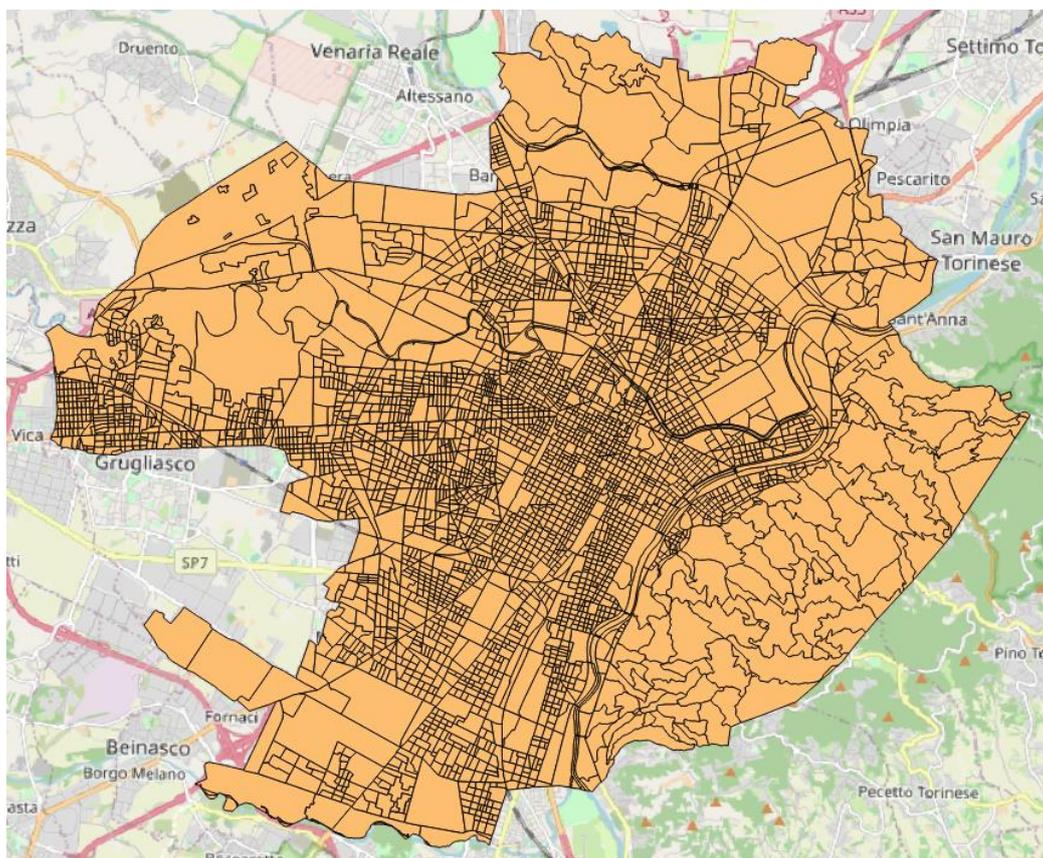


Figura 5: mappa sezioni censuarie Istat di Torino e Collegno

In prima battuta, sono state incluse tutte le sezioni censuarie all'interno delle aree operative di Helbiz e Dott (aggiornate ad aprile 2022) ed eliminate tutte le restanti che risultavano al di fuori di questi limiti.

Il secondo criterio seguito è stato l'eliminazione delle sezioni censuarie in cui non vi era la presenza di punti di origine e destinazione che potessero portare a dei confronti con le caratteristiche delle stesse. Questo procedimento è stato effettuato tramite il software QGIS, che permette di effettuare delle analisi geo-spaziali. Operativamente si sono prima caricate sul programma i relativi shapefile relativi alle mappe delle sezioni censuarie e le mappe con i punti di origine e destinazione degli e-scooter, poi andando a sovrapporre le ultime sulla prima è stato immediato eliminare le aree non interessate.

Nello specifico, tramite il comando "seleziona per posizione", è possibile filtrare gli elementi di un layer in funzione di un secondo layer a scelta. In questo modo si sono selezionate e mantenute le aree con all'interno la presenza di punti di origine e destinazione.

Come terzo e ultimo criterio, date le considerazioni precedenti sulla non conoscenza precisa di tutte le aree operative dei servizi, si è deciso di mantenere anche le sezioni di censimento, esterne alle aree operative conosciute, che presentavano un numero elevato e concentrato di punti di origine e destinazione. Attribuiamo quindi questi punti alla diversa estensione delle aree operative di altri servizi di e-scooter di cui non possediamo gli shapefile.

Le aree esterne alle aree operative che sono state aggiunte sono le seguenti:

- Zona a nord di Torino in corrispondenza del quartiere Barriera di Milano, che si estende in modo frastagliato verso nord interrompendosi prima di Corso Grosseto e Via Sandro Botticelli. (
Figura 6)
- Estensione su Corso Toscana che si estende fino all'incrocio con Corso Lombardia, probabilmente dovuto alla centralità di quest'ultimo in zona Lucento con presenza di giardini, associazioni sportive e cambi con linee di mezzi pubblici. (*Figura 7*)
- Zona sud di Torino delimitata a nord da Via Onorato Vigliani, a est da Via Somaglia fino ad incrociare a sud Strada del Castello di Mirafiori e a est da Corso Unione Sovietica fino al Golf Club di Stupinigi. (*Figura 8*)
- Zona a est del Po che si estende verso sud lungo il fiume fino alla fine di Corso Moncalieri e delimitata a ovest dal Po e a est dall'inizio della collina. (*Figura 9*)

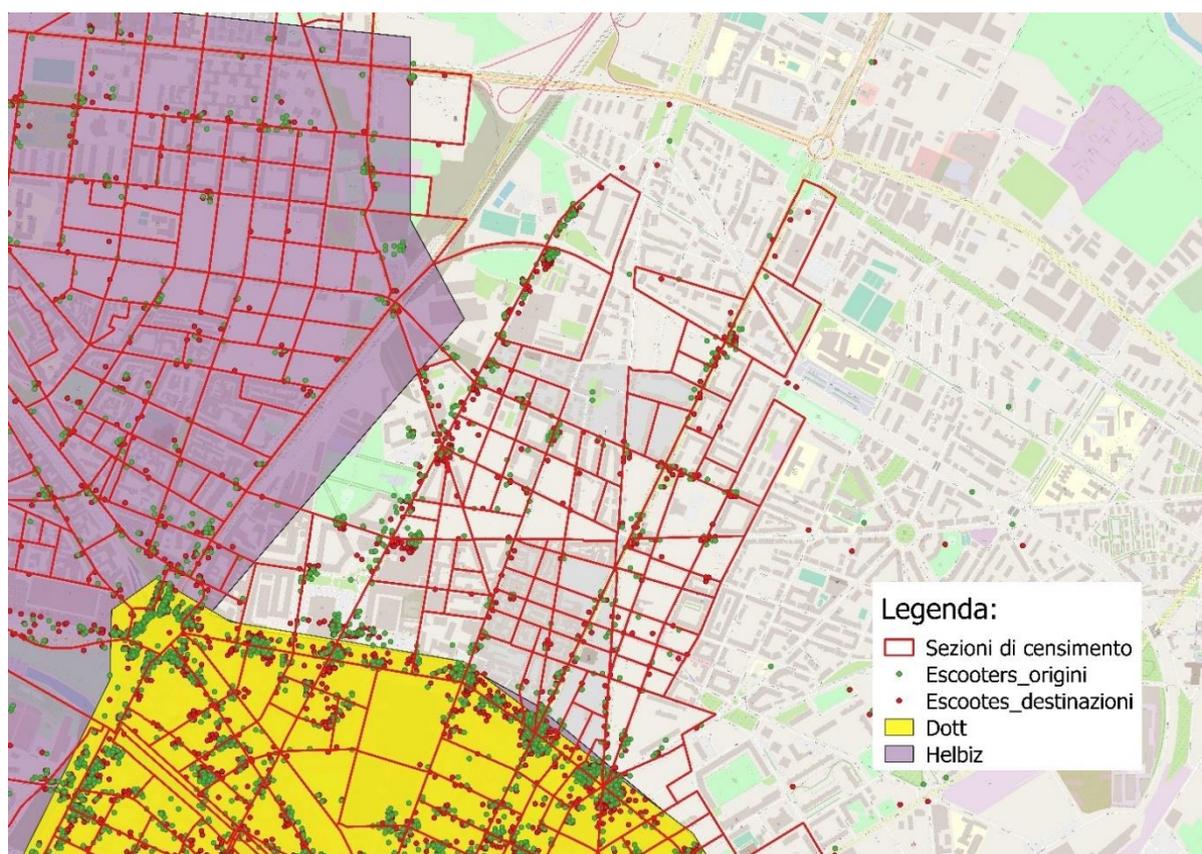


Figura 6: ulteriori sezioni censuarie considerate al di fuori delle aree operative conosciute, zona Nord-Est di Torino

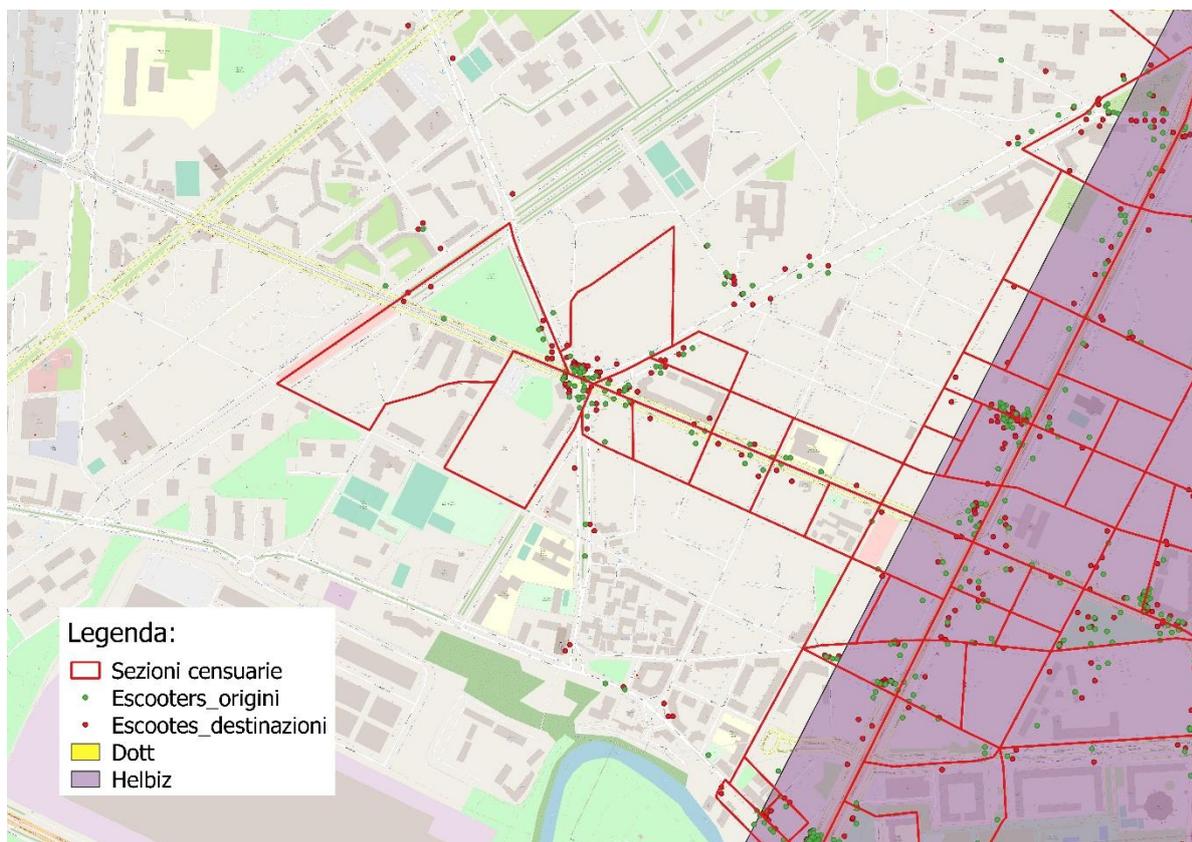


Figura 7: ulteriori sezioni censuarie considerate al di fuori delle aree operative conosciute, zona Nord-Ovest di Torino

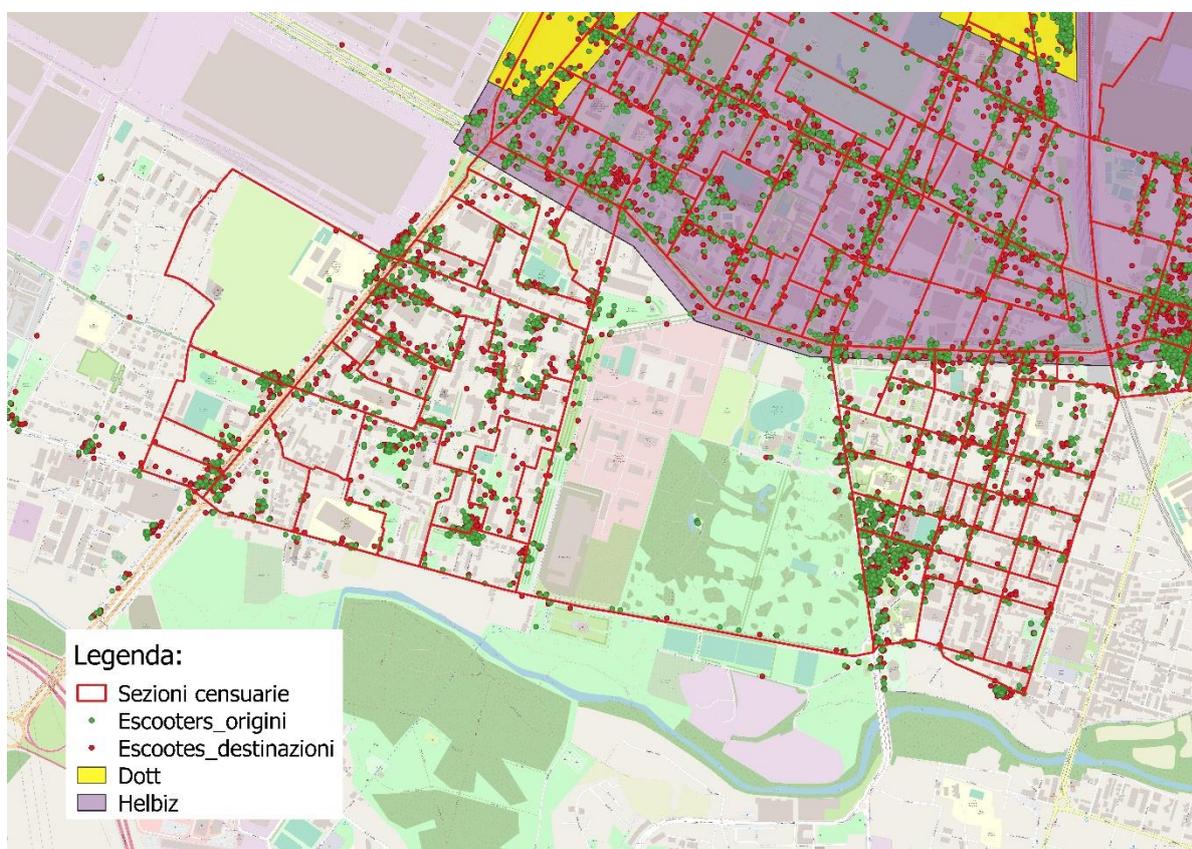


Figura 8: ulteriori sezioni censuarie considerate al di fuori delle aree operative conosciute, zona Sud-Ovest di Torino

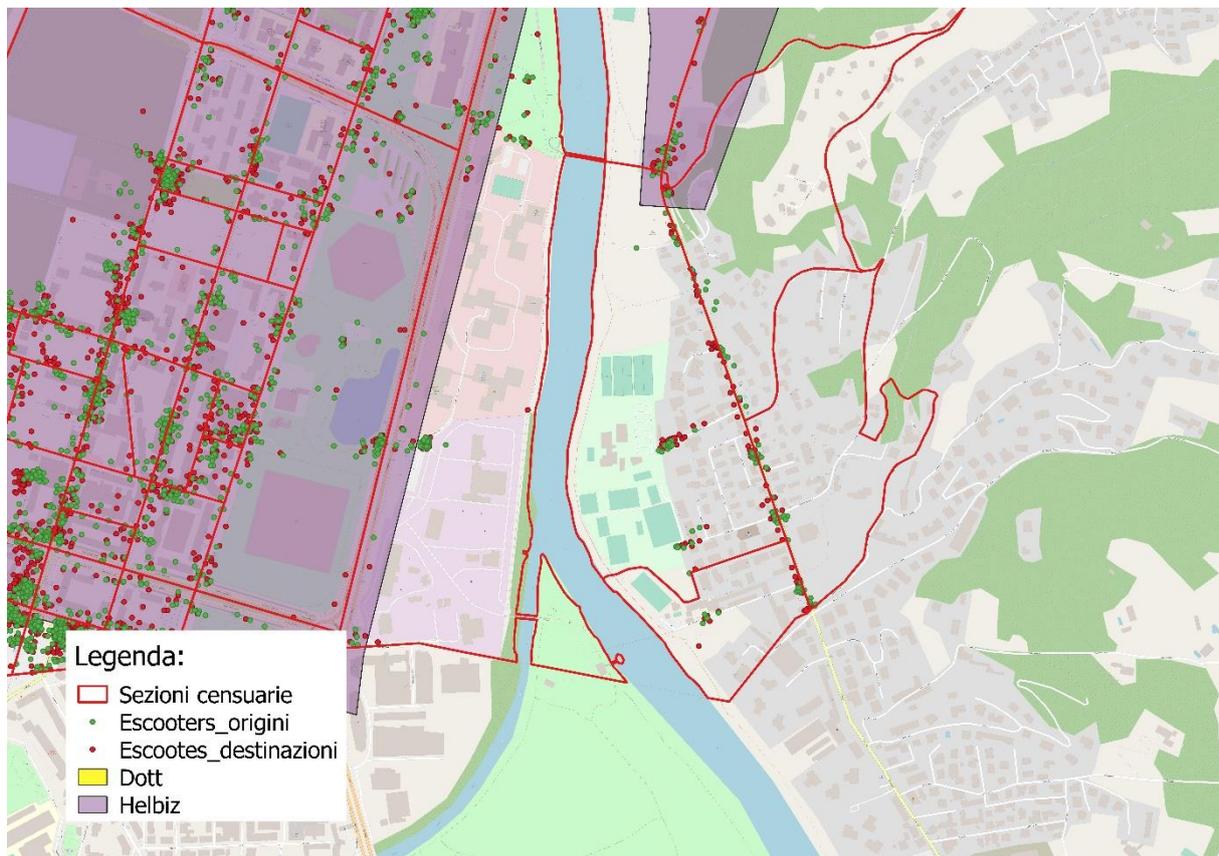


Figura 9: ulteriori sezioni censuarie considerate al di fuori delle aree operative conosciute, zona Sud-Est di Torino

I risultati di queste operazioni si possono osservare nella seguente *Figura 10* dove si evidenziano le sezioni di censimento ricadenti nei comuni di Torino e Collegno mantenute (in rosso) e quelle che invece sono state scartate (in arancione). In sostanza si è passati da 4214 a 3423 sezioni di censimento, che vanno a costituire la nostra area di studio. Un appunto finale riguarda le sezioni censuarie riferite all'alveo dei fiumi, Po e Dora, che attraversano Torino, che per ovvie ragioni sono state eliminate.

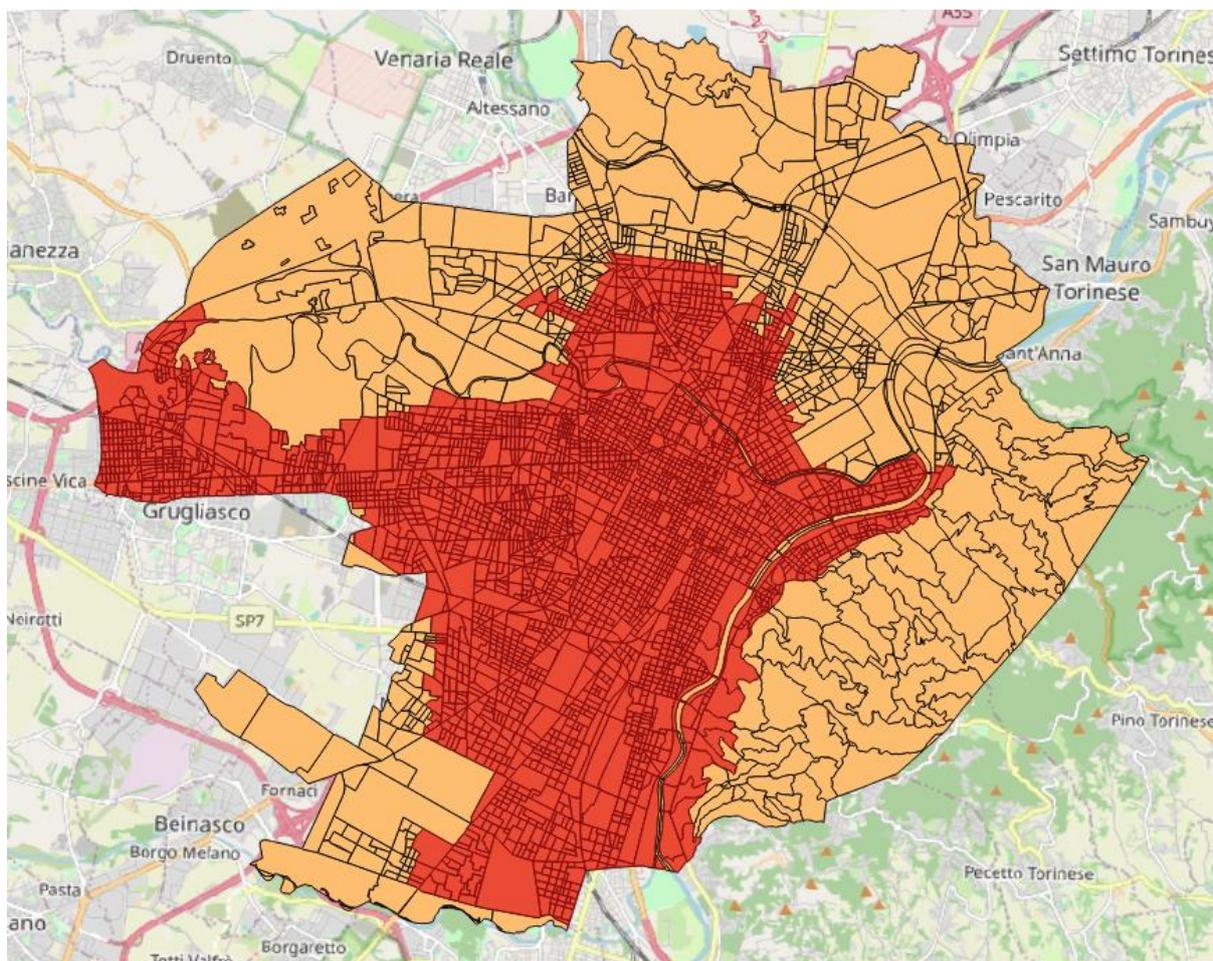


Figura 10: confronto tra aree censuarie iniziali e aree censuarie mantenute dopo la scrematura

4.2. IDENTIFICAZIONE DELLE VARIABILI OGGETTO DI ANALISI

In questo paragrafo verranno definite nello specifico le variabili selezionate ai fini dell'analisi da ognuno dei tre dataset introdotti nel capitolo 3, che hanno fornito la base dati del nostro lavoro. In particolare, verrà specificato quali variabili sono state mantenute e le motivazioni che hanno portato a selezionarle.

4.2.1. Variabili origini e destinazioni

Il primo set di variabili che si procede ad esaminare è quello che rappresenta le prese e consegne dei monopattini elettrici ricavato dall'omonimo dataset introdotto al paragrafo 3.1.

Il numero totale di punti che rappresentano l'origine di uno spostamento e il numero totale di punti che rappresentano la destinazione finale di uno spostamento, all'interno di ogni zona, rappresenteranno le due variabili che andremo a confrontare con tutte quelle ricavate dal dataset di variabili di popolazione e abitazioni e dal dataset attività economiche.

Queste due serie in particolare non sono direttamente disponibili nel dataset relativo ai monopattini elettrici, ma sono state ricavate attraverso l'utilizzo del programma Qgis. Questo permette come visto al paragrafo 3.1. di generare una nuvola di punti partendo dalle coordinate GPS presenti all'interno del dataset che identificano le posizioni di presa e consegna dei mezzi. Una volta ottenute le nuvole di punti è sufficiente sovrapporre un secondo layer che presenta la suddivisione in zone (nello specifico si è utilizzato quello relativo alle sezioni censuarie), e determinare quanti punti sono presenti in ogni zona. Per fare ciò viene utilizzato lo strumento "field calculator" che permette di contare la quantità di punti presenti in una zona. In questo modo si è ottenuto il set di due variabili che descrivono l'utilizzo degli e-scooters e che andremo a confrontare con quelle derivanti dai restanti due dataset presentati nel capitolo 3.

Infine, si sono eliminati i valori relativi alle prese e consegne degli e-scooter nelle zone in cui ricadono le principali stazioni ferroviarie della città. Questa scelta è stata fatta in quanto le relative informazioni sull'uso dei mezzi in condivisione descrivono in realtà solo una tappa di spostamenti multimodali molto più lunghi, comprendenti sia l'uso del monopattino che del treno. Pertanto, le correlazioni tra uso dei mezzi in condivisione e caratteristiche della zona sono di natura completamente diversa rispetto agli obiettivi del presente lavoro. Le sezioni di censimento in cui sono stati azzerati i valori delle variabili Origini e Destinazioni in funzione delle successive analisi sono quindi le seguenti:

- 12720000375: stazione di Torino Porta Nuova
- 12720000294: stazione di Torino Porta Susa
- 12720000148: stazione di Torino Porta Nuova
- 12720000261: stazione di Torino Porta Susa
- 12720003680: stazione di Torino Lingotto.

Si tenga conto che, nei successivi paragrafi, le variabili Origini e Destinazioni verranno indicate rispettivamente con i seguenti nomi TOT_ORIG e TOT_DEST all'interno di tabelle, grafici e mappe.

4.2.2. Variabili sociodemografiche

Il secondo set di variabili che andiamo ad analizzare è estrapolato dal dataset “Popolazione e Abitazioni”, ricavato dal sito Istat, introdotto nel paragrafo 3.2.1.

Come già visto nel Capitolo 2, molti lavori internazionali analizzati mostrano che esiste un’associazione tra l’utilizzo degli e-scooters e numerose variabili sociodemografiche. Prendendo atto di questo fattore, quindi, siamo andati a considerare variabili tra le quali età, popolazione residente, livello di educazione.

Il dataset “Popolazione e Abitazioni” presenta un alto numero di variabili che sono elencate in ALLEGATO 1. Di conseguenza è stato necessario selezionare solo quelle ritenute più interessanti ai fini dello studio. Sono state scelte in tutto nove variabili da questo dataset di seguito descritte.

Partendo dalla popolazione residente si è optato per quella totale senza differenziare tra popolazione maschile e femminile. Per quanto riguarda l’età si sono selezionate quattro variabili che comprendono fasce di età che vanno dai 20 ai 39 anni che si ipotizzano essere quelle più interessate dall’utilizzo dei monopattini a noleggio. Andando avanti per quanto riguarda l’educazione si è scelta una categoria che indica la quantità di persone in possesso di un titolo di studi superiore al diploma di secondo grado. Due categorie che sono contrapposte invece sono quelle indicanti gli appartenenti alle forze lavoro con più di 15 anni e gli studenti con più di 15 anni, reputate interessanti perché sottolineano la differenza tra una categoria in possesso di uno stipendio e no. L’ultima variabile invece è relativa alle famiglie residenti formate da un solo componente. Di quest’ultima non si è riscontrato l’utilizzo nelle ricerche analizzate, ma si è scelto di prenderla in considerazione, perché una persona che abita da sola sarà probabilmente più propensa all’uso di questo tipo di mezzi rispetto a una famiglia, con anche bambini, che utilizzeranno al più mezzi pubblici più agibili o anche auto private.

Seguendo quindi queste considerazioni e principi si sono scelte 9 variabili sociodemografiche elencate in *Tabella 3*. Il codice campo coincide con il nome della variabile che verrà considerato nelle successive elaborazioni.

Tabella 3: tabella riassuntiva delle variabili sociodemografiche selezionate dal dataset Popolazione e Abitazioni

CODICE CAMPO	DESCRIZIONE
P1	Popolazione residente - totale
P18	Popolazione residente - età 20 - 24 anni
P19	Popolazione residente - età 25 - 29 anni

P20	Popolazione residente - età 30 - 34 anni
P21	Popolazione residente - età 35 - 39 anni
P47	Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento
P60	Popolazione residente - totale di 15 anni e più appartenente alle forze di lavoro totale
P131	Popolazione residente - totale di 15 anni e più studenti
PF3	Famiglie residenti - 1 componente

4.2.3. Variabili attività economiche

In questo sotto-paragrafo si andranno ad esaminare le variabili selezionate dal dataset relativo alle “Attività economiche”. Esse sono state prese in considerazione facendo riferimento alla suddivisione in categorie definita secondo il codice Ateco (Allegato 2).

Le variabili ricavate da questo dataset rappresentano gli addetti presenti in diversi settori. Come si può vedere in *Tabella 2*, per ogni sezione, definita da una combinazione unica di codici PROCOM e NSEZ, vengono attribuiti dei codici ATECO. Questo significa che ad ogni sezione possono essere assegnati uno o più codici ognuno riferito ad un settore di attività diverso. In aggiunta l’Istat differenzia le “persone impiegate”, facenti parte dello stesso settore in ADDETTI, ALTRI_RETR, VOLONTARI. Ai fini dello studio, però, tale suddivisione non è significativa in quanto la differenza tra queste tre categorie risulta nel tipo di rapporto di lavoro. L’informazione che interessa a noi è semplicemente la quantità di persone legate a uno specifico settore; quindi, verranno sommate e considerate tutte sotto la categoria TOT_ADDETTI.

La classificazione Ateco 2007 presenta le varie attività economiche raggruppate, dal generale al particolare, in sezioni, divisioni, gruppi, classi, categorie e sottocategorie come si può vedere al seguente sul sito Istat [12]. Utilizzare una suddivisione così disaggregata risulta essere poco vantaggioso, quindi, si è mantenuto il livello più alto delle sezioni e si sono sommate tutte le sottocategorie per ogni sezione di censimento seguendo questo principio come mostrato nell’estrpolato in *Figura 11*.

In questo modo si è ottenuta una tabella suddivisa nelle 3423 sezioni di censimento e per ognuna di queste viene espresso il numero totale, che chiameremo di addetti come detto nelle righe precedenti, di ogni sezione della classificazione Ateco.

TIPO_SOGGETTO	CODREG	PROCOM	NSEZ	ZONE2011	ATECOS	NUM_UNITA	ADDETTI	ALTRI_RETRIB	VOLONTARI	TOT_ADDETTI
NP	1	1090	1	10900000001	949	2	0	0	7	7
NP	1	1090	1	10900000001	873	1	0	1	5	6
IM	1	1090	1	10900000001	222	1	1			1
IM	1	1090	2	10900000002	960	1	5			5
IM	1	1090	2	10900000002	561	2	3			3
IM	1	1090	2	10900000002	473	1	2			2
IM	1	1090	2	10900000002	332	1	2			2
IM	1	1090	2	10900000002	563	1	2			2
IM	1	1090	2	10900000002	869	2	2			2
IM	1	1090	2	10900000002	432	2	2			2
IM	1	1090	2	10900000002	812	1	1			1
IM	1	1090	2	10900000002	862	1	1			1
IM	1	1090	2	10900000002	932	1	0			0
IM	1	1090	3	10900000003	412	1	5			5
IM	1	1090	3	10900000003	711	4	4			4
IM	1	1090	3	10900000003	433	2	2			2
IM	1	1090	3	10900000003	960	1	2			2
IM	1	1090	3	10900000003	683	2	2			2
IM	1	1090	3	10900000003	465	1	1			1
IM	1	1090	3	10900000003	741	1	1			1
NP	1	1090	4	10900000004	949	1	0	0	12	12
IM	1	1090	4	10900000004	620	1	1			1
NP	1	1090	5	10900000005	949	1	0	0	2	2
IM	1	1090	5	10900000005	461	1	1			1
IM	1	1090	5	10900000005	869	1	1			1
NP	1	1090	6	10900000006	931	1	0	0	9	9

Figura 11: estrapolato dalla tabella del database Attività Economiche

Anche in questa fase è stato necessario eliminare i dati relativi ad alcune attività, perché presentavano alcune incongruenze con il territorio, come ad esempio un numero troppo elevato di addetti in relazione all'effettiva presenza di uffici o attività produttive. Questo fenomeno è dovuto al fatto che per alcune società figurano molti addetti in una sede che però poi non risulta essere quella in cui operano, come ad esempio banche, aziende di assistenza sociale o compagnie informatiche. Un altro motivo dell'eliminazione di alcuni dati è dovuto al fatto che i codici Ateco a cui fanno riferimento non risultano nelle tabelle di classificazione riportate in ALLEGATO 2 o comunque non si è riusciti a risalire alla categoria a cui fanno riferimento nemmeno tramite ricerca.

Si riporta in *Tabella 4* l'elenco degli outliers eliminati per i motivi suddetti.

Tabella 4: tabella riepilogativa degli outliers eliminati dalle variabili delle attività economiche

SEZIONE	CODICE ATECO	MOTIVAZIONE
12720000115	620	Sede Intesa San Paolo in Piazza San Carlo con 6032 addetti attribuiti in un edificio che oltre ad essere storico non può contenere un tale numero di persone
12720000115	641	Sede Monte dei Paschi di Siena in Piazza San Carlo con 8146 addetti attribuiti in un edificio che oltre ad essere storico non può contenere un tale numero di persone
12720002414	889	Coordinamento regionale dei volontari di Protezione Civile del Piemonte – Onlus con assegnati 5392 volontari che però fisicamente operano su tutto il territorio del Piemonte

12720003803	869	Servizi di assistenza sanitaria con 2554 volontari, ma non è stata riscontrata su mappa una struttura dedicata e capace di ospitare un tale numero di persone
12720000775	531	Servizi postali con obbligo di servizio universale con 1059 addetti, ma non è stata riscontrata su mappa una struttura dedicata e capace di ospitare un tale numero di persone
12720001951	620	Compagnia informatica con 1206 addetti, ma non è stata riscontrata su mappa una struttura dedicata e capace di ospitare un tale numero di persone
12720000675	889	Attività di assistenza sociale non residenziale con 878 addetti, ma non è stata riscontrata su mappa una struttura dedicata e capace di ospitare un tale numero di persone
12720000675	855	Servizi di istruzione con 393 addetti, ma non è stata riscontrata alcuna struttura dedicata a tale funzione
12720003296	702	Attività di consulenza gestionale con 1101 addetti, ma non è stata riscontrata su mappa una struttura dedicata e capace di ospitare un tale numero di persone
12720002228	641	Servizi finanziari con 493 addetti, ma non è stata riscontrata su mappa una struttura dedicata e capace di ospitare un tale numero di persone
12720002942	855	Servizi di istruzione con 1092 volontari, ma non è stata riscontrata su mappa una struttura dedicata e capace di ospitare un tale numero di persone
12720003158	869	Sede Croce verde con 877, ma non è stata riscontrata su mappa una struttura dedicata e capace di ospitare un tale numero di persone quindi si suppone sia un centro di coordinamento o una sede centrale
12720002837	620	Servizi consulenza informatica con 656 addetti, ma non è stata riscontrata su mappa una struttura dedicata e capace di ospitare un tale numero di persone
	841	Intera categoria non considerata per codici Ateco non trovati
	842	Intera categoria non considerata per codici Ateco non trovati

Ovviamente data la mole di sezioni non è stato possibile analizzarle tutte, ma sono stati esaminati, nello specifico, i casi in cui il numero di addetti non era trascurabile e tale da andare a modificare sostanzialmente i risultati. È quindi plausibile che vi siano ulteriori outliers presenti ancora all'interno del database, ma si ritiene che la loro entità non sia tale da falsare considerevolmente l'output finale.

In *Tabella 5* viene mostrato l'elenco riassuntivo delle variabili ricavate dal dataset Attività Economiche e viene inserita anche la corrispondente nomenclatura con cui verranno indicate in seguito:

Tabella 5: tabella riassuntiva delle variabili selezionate relative al dataset Attività Economiche con breve descrizione e nomenclatura relativa utilizzata nell'analisi.

SEZIONE ATECO	DESCRIZIONE	NOME UTILIZZATO COME VARIABILE
B	estrazione di minerali da cave e miniere	Tot_Cat_B
C	attività manifatturiere	Tot_Cat_C
D	fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata	Tot_Cat_D
E	fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento	Tot_Cat_E
F	costruzioni	Tot_Cat_F
G	commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli	Tot_Cat_G
H	trasporto e magazzinaggio	Tot_Cat_H
I	attività dei servizi di alloggio e di ristorazione	Tot_Cat_I
J	servizi di informazione e comunicazione	Tot_Cat_J
K	attività finanziarie e assicurative	Tot_Cat_K
L	attività immobiliari	Tot_Cat_L
M	attività professionali, scientifiche e tecniche	Tot_Cat_M
N	noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese	Tot_Cat_N
P	istruzione	Tot_Cat_P
Q	sanità e assistenza sociale	Tot_Cat_Q
R	attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento	Tot_Cat_R
S	altre attività di servizi	Tot_Cat_S

4.3. DEFINIZIONE DI DIVERSI LIVELLI DI AGGREGAZIONE ZONALE

In questo paragrafo andremo a introdurre i tre livelli di zonizzazione utilizzati nell'analisi, spiegando da dove provengono e i criteri con cui sono state costruite. Inoltre, è importante anche capire le differenze che vi sono tra di esse a livello di aggregazione dato che questo influenza la solidità dei risultati e la loro accuratezza.

Andremo ad analizzare in ordine Zonizzazione basata su Sezioni di Censimento, Zonizzazione basata su Aree di Censimento, Zonizzazione basata su ISTMO.

4.3.1. Zonizzazione basata su Sezioni di Censimento

I primi tentativi sono stati eseguiti su una zonizzazione che corrisponde alle sezioni di censimento ricavate dal sito Istat [13]. Questa zonizzazione è stata già utilizzata nel paragrafo 4.1 per stabilire l'area di studio, perché essendo molto disaggregata ha permesso un ritaglio dell'area di studio molto accurato. Inoltre, le sezioni di censimento sono direttamente collegabili ai dataset delle variabili censuarie. Di seguito viene fornita una breve spiegazione di come vengono definite tali divisioni del territorio e su quali criteri si basano.

Le informazioni sono tratte dal documento Istat [1] *“La sezione di censimento è l'unità minima di rilevazione del comune sulla cui base è organizzata la rilevazione censuaria. È costituita da un solo corpo delimitato da una linea spezzata chiusa. A partire dalle sezioni di censimento sono ricostruibili, per somma, le entità geografiche ed amministrative di livello superiore (località abitate, aree sub-comunali, collegi elettorali ed altre). Ciascuna sezione di censimento deve essere completamente contenuta all'interno di una ed una sola località. Il territorio comunale deve essere esaustivamente suddiviso in sezioni di censimento; la somma di tutte le sezioni di censimento ricostruisce l'intero territorio nazionale. La suddivisione del territorio nazionale in sezioni, consente di allocarvi tutte le informazioni censite, non solo relative alla popolazione e agli edifici, ma anche ad aziende agricole⁵, imprese, istituzioni. Per il 9° Censimento generale dell'industria e dei servizi del 2011, le informazioni territoriali sono state acquisite dai questionari, cartacei o telematici, compilati dalle istituzioni, pubbliche e non profit, mentre per le imprese sono stati desunti direttamente dall'Archivio statistico delle imprese attive (Asia). In tal modo per ciascuna unità locale si disponeva dell'indirizzo di ubicazione (via, cap, comune), seppur acquisito con modalità differenti. Le sezioni di censimento sono state assegnate in un momento successivo alla rilevazione, sulla base degli indirizzi delle singole unità acquisiti come descritto.”*

In *Figura 12* e *Figura 13* si può osservare la mappa che rappresenta questo livello di zonizzazione e che possiede lo stesso numero di zone viste nel paragrafo 4.1, quando si è definita l'area di studio. In aggiunta sono state evidenziate in giallo le sezioni che contengono gli outliers identificati nei paragrafi 4.2.1 e 4.2.3, relativi alle variabili origini, destinazioni e attività economiche. Questo perché occorre tenere presente che eliminando dei dati tali sezioni di censimento non verranno considerate durante le analisi statistiche successive.

Oltre alle Sezioni di Censimento, evidenziate in giallo (*Figura 13*), anche quelle che presentano dei vuoti di dati verranno scartate nelle successive analisi. In particolare, queste mancanze sono presenti nelle variabili economiche, dato che non tutte le zone presentano almeno un addetto in ogni settore economico considerato.

Le considerazioni appena viste sono valide anche per i livelli di aggregazione che verranno presentati successivamente. In questi ultimi le zone che presenteranno dei vuoti saranno diverse dato che, andando ad aggregare diverse Sezioni di censimento insieme e sommando i relativi dati, gli addetti saranno molti di più in numero e varietà.

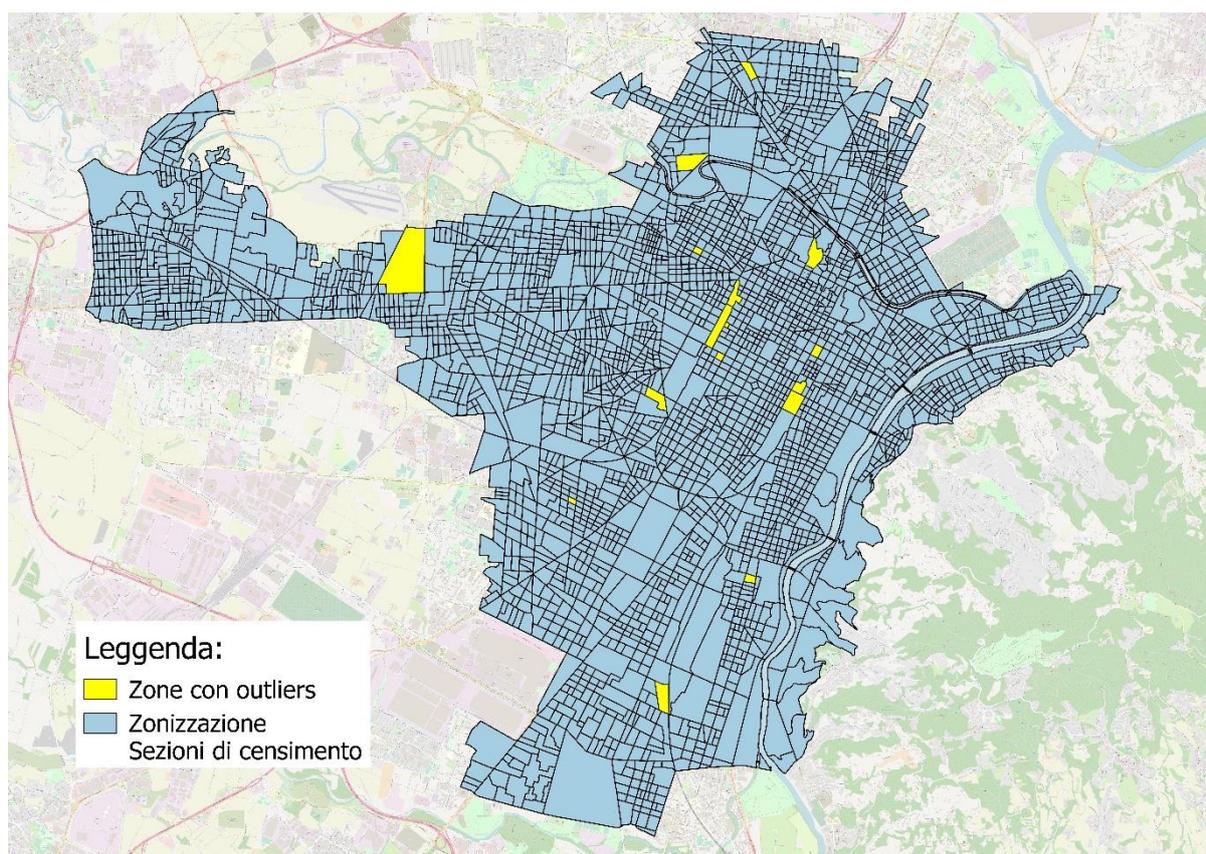


Figura 12: mappa rappresentante l'area di studio suddivisa secondo il livello di aggregazione basato sulle Sezioni di Censimento dell'Istat ed evidenziate in giallo le sezioni in cui sono presenti dati rimossi

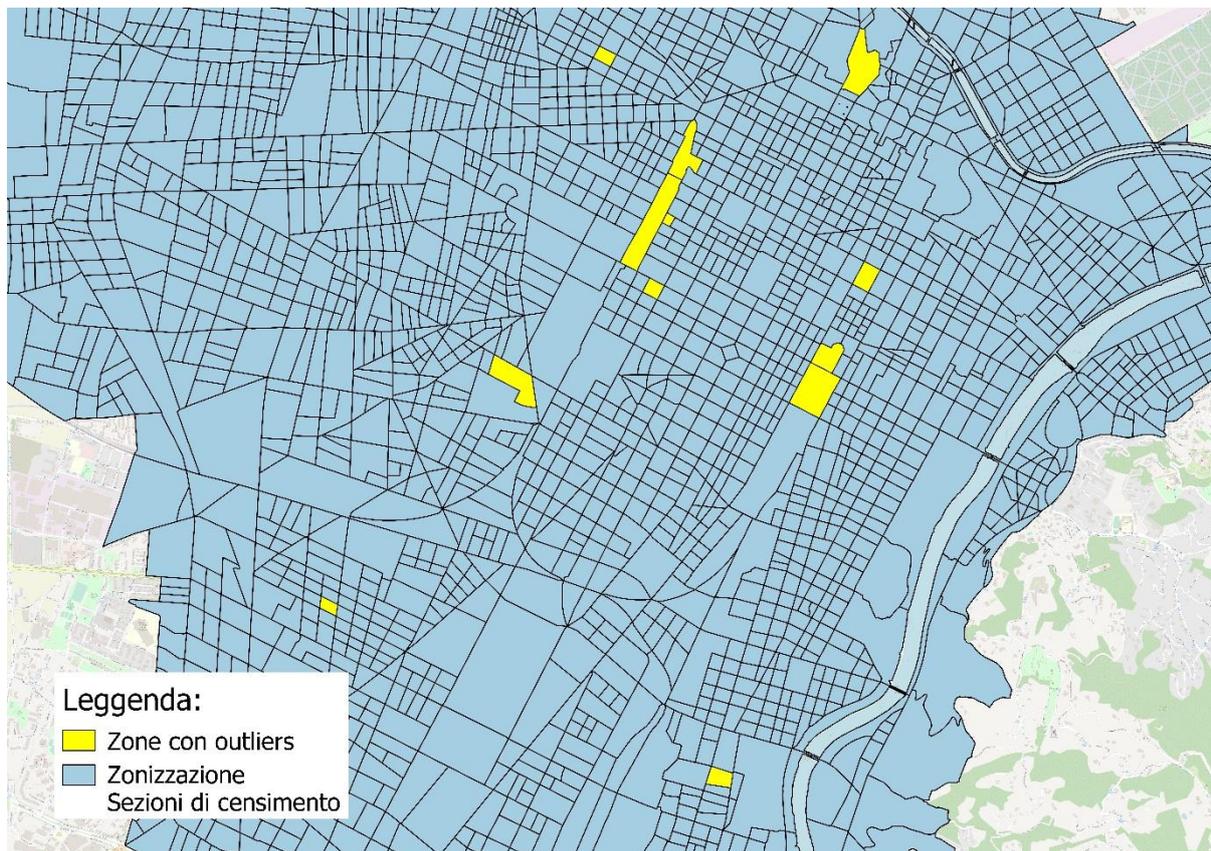


Figura 13: mappa rappresentante l'area di studio suddivisa secondo il livello di aggregazione basato sulle Sezioni di Censimento dell'Istat ed evidenziate in giallo le sezioni in cui sono presenti dati rimossi, zoom sulla zona centrale

Questa zonizzazione presenta un livello di disaggregazione estremamente elevato e raggiungere risultati soddisfacenti utilizzando un modello risulta molto difficile, come si potrà osservare nel capitolo 5 dove verranno mostrati i risultati ottenuti.

4.3.2. Zonizzazione basata su Aree di Censimento

Per quanto riguarda la zonizzazione basata sulle Aree di Censimento di seguito viene fornita una breve spiegazione di come esse sono state definite dall'Istat: *“Le Aree di Censimento – ACE – sono raggruppamenti di sezioni di censimento, tra loro contigue, intermedie tra sezioni e località di centro abitato, appartenenti ai centri principali. Le ACE sono state costruite dall'Istat utilizzando le basi territoriali aggiornate con il progetto Census2010, insieme alle informazioni sui confini delle aree subcomunali in uso (qualora i comuni le abbiano fornite all'Istat), ai vincoli infrastrutturali (vie principali, ferrovie) ed alle eventuali barriere geografiche (fiumi, canali, crinali, fossi). Le scelte di aggregazione hanno tenuto conto anche di dati demografici e sociali, al fine di ottenere delle aree con un numero di abitanti compreso, salvo eccezioni, tra i 13mila e i 18mila. Infine sono stati accolti, ove non in contrasto con le regole su espote, i suggerimenti dei comuni interessati.”*[11].

Il numero di zone presente in questo livello di aggregazione è pari a 57. In *Figura 14* è possibile osservare il risultato della zonizzazione basata sulle aree di censimento, applicata all'area di studio definita nel paragrafo 4.1 e osservabile in *Figura 10*.

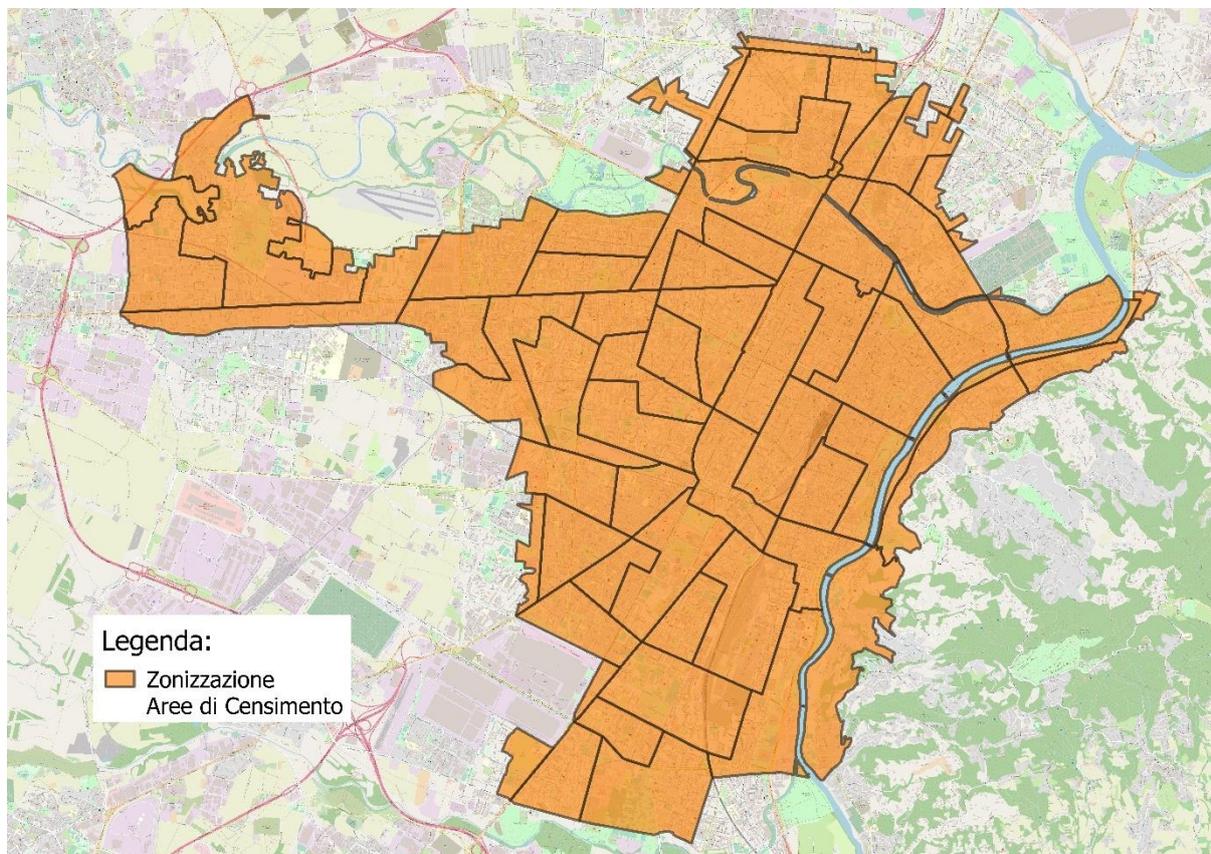


Figura 14: mappa rappresentante l'area di studio suddivisa secondo il livello di aggregazione basato sulle Aree di Censimento dell'Istat

4.3.3. Zonizzazione basata su ISTMO

Al fine di trovare una via di mezzo tra i due livelli di zonizzazione visti in precedenza, basati su Sezioni e Aree di Censimento dell'Istat, si è scelto di utilizzare un ulteriore livello di aggregazione derivante dal progetto ISTMO.

“Il Progetto ISTMO è proposto dal Comune di Torino, che si avvarrà per la sua realizzazione dell'opera dell'Azienda Torinese Mobilità (ATM), del Centro Studi sui Sistemi di Trasporto (CSST), e di MIZAR Automazione.

ISTMO è acronimo di molteplici interpretazione: Intelligenza per la Mobilità Sostenibile a Torino, ma anche Informazioni e Strategie per la Mobilità di Torino, o Information Society Torino Mobility, o Information Science & Technology for Torino Mobility. A Torino opera a livello di controllo strategico sulla mobilità il Progetto 5T, costituito da 8 sottosistemi telematici cooperanti per

assicurare il migliore servizio alla mobilità con il vincolo della salvaguardia dell'ambiente. Il Progetto ISTMO intende non solo integrare gli strumenti di pianificazione e farli operare nella definizione delle strategie della mobilità sostenibile (ottenendo una capacità di strategia integrata ai migliori livelli dello stato dell'arte), ma anche fare interagire il livello del controllo strategico esplicito da 5T con il livello di pianificazione strategica a vantaggio della capacità sia tattica che strategica e più in generale di governo della mobilità sostenibile (generando conoscenze e capacità inedite a livello internazionale).” Fonte: Progetto ISTMO per lo sviluppo e integrazione degli strumenti analitici a supporto della mobilità sostenibile [2]. Attraverso il programma QGIS, tramite sovrapposizione, si è constatato che la mappa della zonizzazione ISTMO è effettivamente un'aggregazione delle Sezioni Censuarie Istat secondo le strategie adottate nel progetto.

La zonizzazione derivante dal “Progetto ISTMO” prevede la suddivisione del territorio, dell'area del comune di Torino e dei comuni che fanno parte della Cintura, in 261 zone. Di queste vengono selezionate solo 144, le quali rientrano nell'area di studio definita in precedenza (paragrafo 4.1), scartando tutte le altre.

In *Figura 15* è possibile osservare la differenza tra le 261 zone definite da ISTMO e le 144 mantenute nella nostra analisi, mentre in *Figura 16* è visibile uno zoom solo delle seconde.

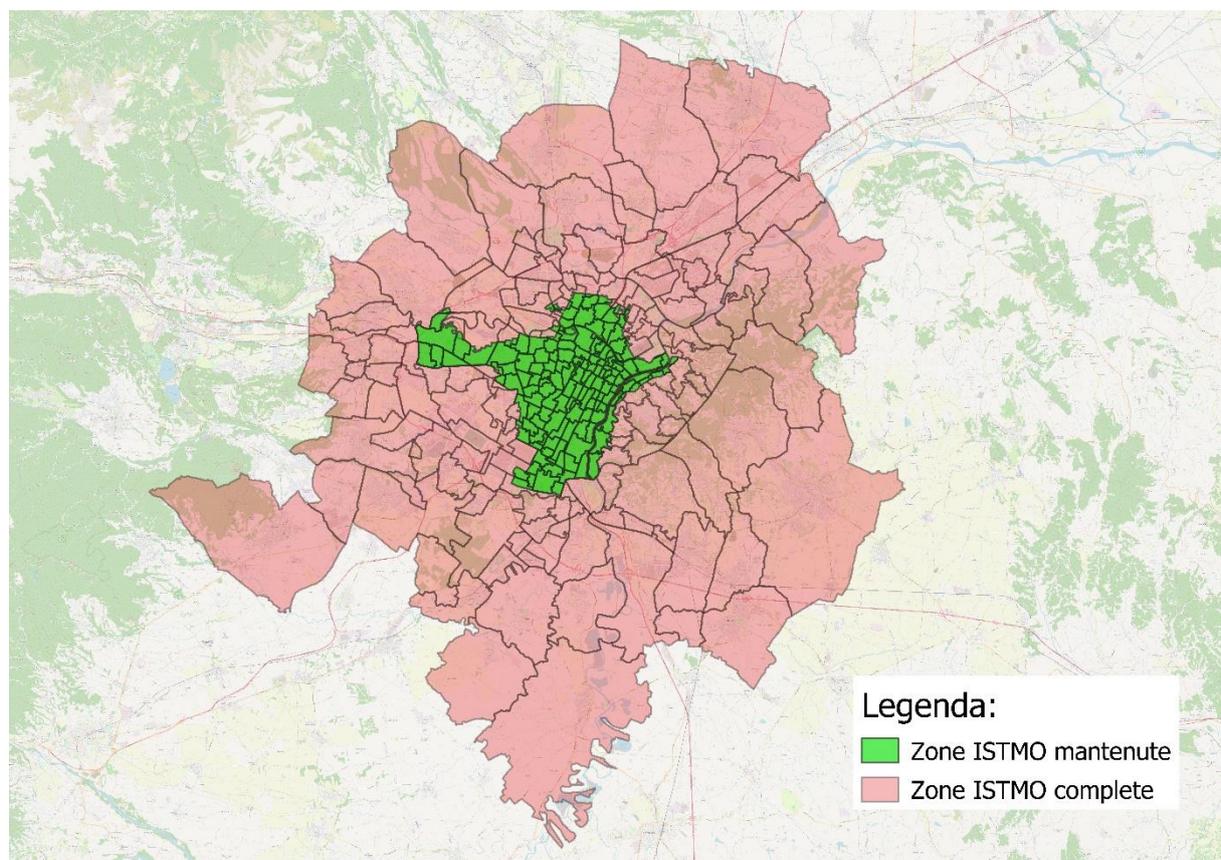


Figura 15: mappa di confronto tra le 261 zone iniziali derivanti dal progetto ISTMO e le 144 zone mantenute

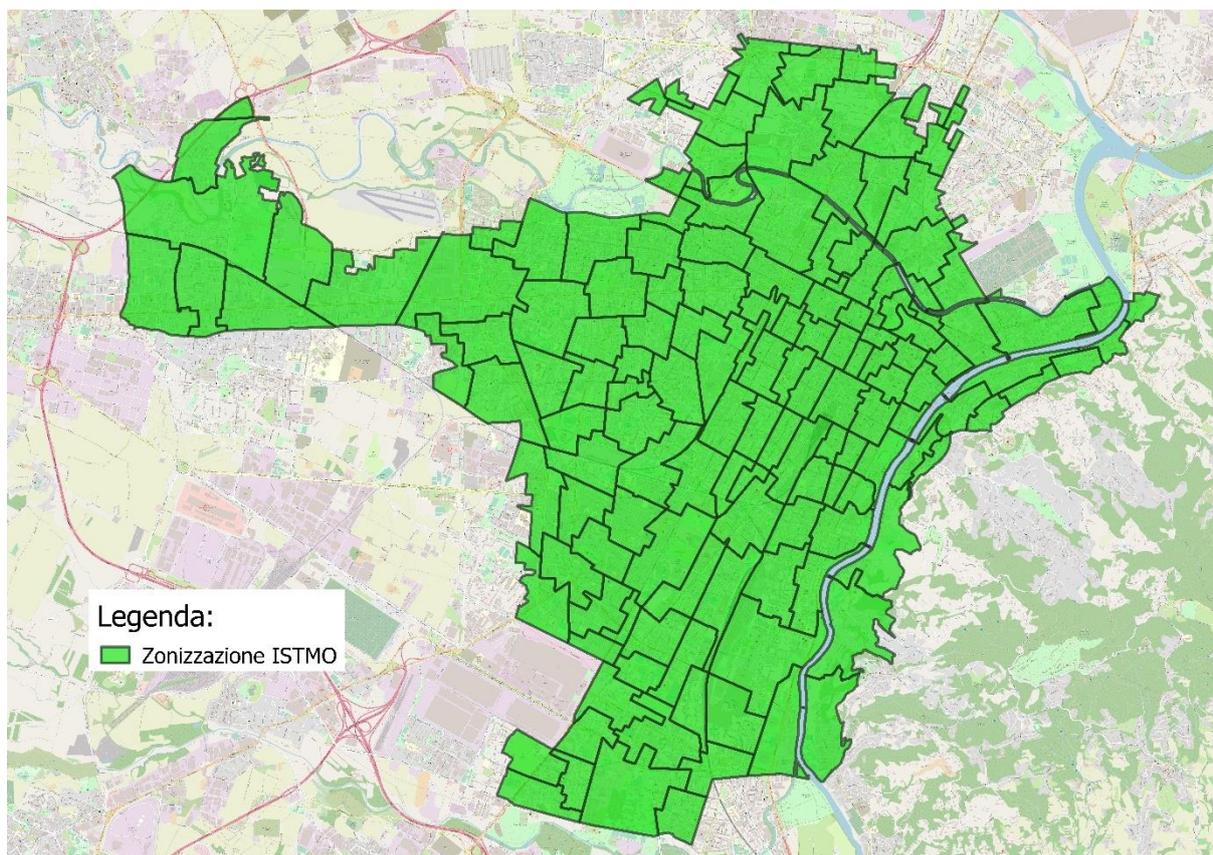


Figura 16: mappa rappresentante l'area di studio suddivisa secondo il livello di aggregazione basato sulla zonizzazione ISTMO

5. ANALISI DI CORRELAZIONE

In questo paragrafo si descrive lo svolgimento di un'analisi preliminare che consiste nella ricerca di semplici correlazioni tra le variabili di interesse. Dato che tutte le variabili considerate sono di tipo metrico si è utilizzato il coefficiente di Pearson per lo studio delle correlazioni. La comparazione avverrà tra le variabili relative al numero di origini e destinazioni, conteggiate in ogni zona, quelle sociodemografiche e riguardanti le attività economiche estrapolate dai dataset descritte nel capitolo precedente. Per la seguente analisi si sono utilizzati in contemporanea i software "SPSS Statistics" ed "Excel".

L'analisi che andremo a condurre sarà di tipo spaziale. I dataset da cui estrapoliamo le variabili provengono dall'Istat, esse infatti risultano essere tutte legate alle sezioni di censimento definite dall'Istat stesso. In questo modo non sarà necessario rapportare i dati all'area, dal momento che tutte le variabili di ogni zona saranno confrontate con altre variabili riferite alla medesima.

I risultati ottenuti saranno suddivisi in tre sotto-paragrafi, uno per ogni livello di aggregazione introdotto nel capitolo 4. L'ordine con cui saranno descritti andrà dal più al meno aggregato ovvero Aree di Censimento, ISTMO e Sezioni di Censimento. Per ognuna di queste saranno presentate le matrici di correlazione tra tutte le variabili selezionate e già definite al capitolo 4.

L'analisi sarà anche arricchita di grafici a dispersione e mappe unite alla rappresentazione grafica ad istogrammi.

5.1. RISULTATI CON ZONIZZAZIONE BASATA SULLE AREE DI CENSIMENTO

I risultati dell'analisi preliminare sono mostrati in *Tabella 6* e *Tabella 7*. Qui sono riportate le matrici di correlazione tra le variabili che consistono in tabelle quadrate e simmetriche lungo la diagonale, che mostrano i coefficienti di correlazione tra coppie di variabili. Sono state inoltre evidenziate le caselle in funzione della significatività statistica dei risultati, ottenuta tramite un test a due code. In particolare, sono lasciate in bianco i coefficienti che presentano una significatività al 5% o inferiore; in grigio chiaro quelli non significativi al 5% e in grigio scuro quelli non significativi al 20%.

Vengono presentati di seguito quattro sottoparagrafi, uno per ogni gruppo di variabili, in cui si discutono i risultati relativi all'analisi di correlazione più uno di confronto. Un quinto sottoparagrafo

infine è dedicato all'analisi di mappe con istogrammi e grafici a dispersione per spiegare l'andamento dei dati sull'area di studio e identificare eventuali outliers che rappresentano casi particolari da analizzare separatamente.

5.1.1. Correlazioni tra TOT_DEST, TOT_ORIG e le altre variabili

In primo luogo, dato che l'obiettivo principale di questa tesi è quello di andare a ricercare i principali fattori che influenzano l'utilizzo dei monopattini elettrici condivisi all'interno dell'area studio identificata, si andranno a studiare in maniera più approfondita le correlazioni esistenti tra le variabili che descrivono le origini e destinazioni degli spostamenti tramite e-scooters (TOT_ORIG e TOT_DEST) e le altre variabili.

Come prima informazione si vanno ad individuare le variabili appartenenti alle categorie sociodemografiche e attività economiche che presentano i coefficienti di correlazione migliori (più elevati) rispetto alle variabili origini e destinazioni. Questi valori corrispondono a quelli evidenziati in giallo all'interno della prima colonna di ciascuna tabella. Si osserva che le due variabili scelte si riferiscono agli addetti alle attività dei servizi di alloggio e ristorazione (Tot_Cat_I) e alla popolazione che possiede un grado di istruzione superiore al diploma (P47) risultano le medesime sia in *Tabella 6* che *Tabella 7*.

Nel confronto con le variabili relative alle attività economiche quella che presenta un coefficiente di correlazione maggiore risulta l'attività dei servizi di alloggio e di ristorazione Tot_Cat_I. Dato che questa variabile rappresenta gli addetti nella suddetta categoria, l'osservazione che può essere fatta è che può essere in qualche modo direttamente collegata alla quantità di alberghi, ristoranti, caffè... presenti sul territorio. Questo potrebbe voler dire che una fetta di addetti di questo settore utilizzino gli e-scooter come mezzo per raggiungere il posto di lavoro. Ipotesi plausibile dal momento che tali attività sono concentrate soprattutto in punti nevralgici della vita Torinese, in cui risulta difficile eventualmente trovare parcheggio per un proprio mezzo di spostamento. La seconda osservazione che si può fare è che i servizi a cui si riferisce questa variabile sono in qualche modo legati anche al turismo, di cui Torino è un grande polo attrattore essendo una delle città più grandi del nord Italia. Inoltre, è risaputo che per la cultura italiana stessa i luoghi di ristorazione sono frequentati quotidianamente dalle persone.

Per quanto riguarda le variabili sociodemografiche quella che presenta un coefficiente di correlazione maggiore rispetto a quelle di origine e destinazione risulta essere la P47 (Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento). Questo risultato è molto interessante essendo coerente con gli studi preesistenti. Infatti, nel capitolo 2 si è visto come il grado di istruzione sia uno dei fattori direttamente

correlati con l'utilizzo degli e-scooters, influenzandolo positivamente se si vanno a considerare livelli di istruzione superiore al diploma secondario.

Per quanto riguarda il resto delle variabili, tra quelle socioeconomiche solamente le famiglie residenti con un componente del nucleo familiare (PF3) presenta valori di correlazione sopra lo 0.5 mentre tutte le altre hanno valori inferiori e quindi risultano poco correlate con le variabili di origini e destinazioni. I risultati di questo gruppo sono tutti significativi al 5% tranne per la popolazione residente totale (P1) che non è significativa al 20% e la popolazione residente tra i 20 e 24 anni (P18) che non è significativa al 5%. Infine, tutte le correlazioni hanno segno positivo come ci si aspettava.

Considerando le variabili relative alle attività economiche, le variabili Tot_Cat_B, Tot_Cat_D e Tot_Cat_E (rispettivamente estrazione di minerali da cave e miniere, fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata e fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento) non sono statisticamente correlate con il numero di prese o di consegne di monopattini. Questo risultato è coerente con la loro natura in quanto questo tipo di attività economiche generalmente sono concentrate in determinate zone della città principalmente ad uso industriale. Le variabili commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli (Tot_Cat_G), servizi di informazione e comunicazione (Tot_Cat_J), attività finanziarie e assicurative (Tot_Cat_K), attività immobiliari (Tot_Cat_L), attività professionali, scientifiche e tecniche (Tot_Cat_M), noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese (Tot_Cat_N), istruzione (Tot_Cat_P), attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento (Tot_Cat_R) e altre attività di servizi (Tot_Cat_S) presentano tutte coefficienti di correlazione positivi (superiori allo 0.5) con le variabili TOT_ORIG e TOT_DEST, che descrivono l'origine e le destinazioni degli spostamenti in e-scooter, ed essi sono tutti significativi al 5%. Le restanti variabili attività manifatturiere (Tot_Cat_C), costruzioni (Tot_Cat_F), trasporto e magazzinaggio (Tot_Cat_H) e sanità e assistenza sociale (Tot_Cat_Q) hanno coefficienti di correlazione positivi ma inferiori allo 0.5 e sono significativi al 5%.

5.1.2. Correlazione tra variabili sociodemografiche

Andando ad analizzare le correlazioni esistenti tra variabili sociodemografiche si può innanzitutto notare che i risultati sono tutti significativi statisticamente al 5%. Essi presentano valori estremamente elevati, basti osservare che l'unica variabile con parametri inferiori allo 0.6 è la P47 (Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento), e la media dei coefficienti si attesta sul valore di 0.860. Questo denota l'esistenza di una forte correlazione tra tutte le variabili di questa categoria il che è più che normale dato che i dati di queste variabili provengono dallo stesso dataset. Il tipo di variabili selezionate, come età, istruzione, occupazione e nucleo familiare possono presentare fattori

socioeconomici comuni che vanno ad influenzarsi a vicenda. Ad esempio, l'altro grado di istruzione potrebbe influire sull'occupazione. Infine, alcune variabili sociodemografiche possono misurare concetti simili o sovrapposti come ad esempio la popolazione totale che racchiude tutti gli individui delle altre variabili al suo interno.

5.1.3. Correlazione tra variabili delle attività economiche

Analizzando i risultati delle attività economiche, si nota che alcune variabili presentano valori particolarmente bassi in termini di significatività dei coefficienti di correlazione di Pearson. Nella Tabella 6, si osserva una concentrazione di celle grigie, che non sono significative al 20%, corrispondenti alle variabili Tot_Cat_B, Tot_Cat_D e Tot_Cat_E (rispettivamente estrazione di minerali da cave e miniere, fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata e fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento). Questo risultato può essere facilmente spiegato dal fatto che queste variabili hanno una quantità di dati molto inferiore rispetto alle altre, il che si riflette in una bassa affidabilità dei loro risultati. La media dei coefficienti è di circa 0,612, escludendo le tre variabili menzionate in precedenza, e risultano praticamente tutti significativi al 5%.

5.1.4. Correlazione tra variabili sociodemografiche e attività economiche

Andando ad analizzare i risultati tra le due categorie di variabili si può notare innanzi tutto la presenza di molte celle grigie, non significative al 5%. In questo caso i livelli di correlazione risultano decisamente più bassi, con una media che si attesta a 0.360. Ciò denota la quasi assenza di correlazioni lineari, dato che la maggioranza dei valori è sotto lo 0.5. L'unica eccezione è la variabile sociodemografica relativa al grado di istruzione (P47) che presenta dei coefficienti di correlazione con le variabili delle attività economiche abbastanza elevati (molti valori sopra 0.5 dei coefficienti di Pearson), fino ad arrivare a un valore di punta di 0.862 con le altre attività e servizi (Tot_Cat_S). Questo tipo di correlazione potrebbe indicare che la popolazione con un certo grado di istruzione è più presente in zone con un determinato tipo di attività rispetto ad altre.

Tabella 6: matrice delle correlazioni lineari di tutte le variabili selezionate per il livello di aggregazione delle Aree di Censimento con il TOT_ORIG

	TOT_ORIG	P1	P18	P19	P20	P21	P47	P60	P131	PF3	Tot_Cat_B	Tot_Cat_C	Tot_Cat_D	Tot_Cat_E	Tot_Cat_F	Tot_Cat_G	Tot_Cat_H	Tot_Cat_I	Tot_Cat_J	Tot_Cat_K	Tot_Cat_L	Tot_Cat_M	Tot_Cat_N	Tot_Cat_P	Tot_Cat_Q	Tot_Cat_R	Tot_Cat_S
TOT_ORIG	1.000																										
P1	0.260	1.000																									
P18	0.233	0.969	1.000																								
P19	0.297	0.956	0.983	1.000																							
P20	0.280	0.945	0.977	0.987	1.000																						
P21	0.290	0.967	0.974	0.973	0.985	1.000																					
P47	0.772	0.557	0.461	0.498	0.492	0.525	1.000																				
P60	0.330	0.991	0.970	0.966	0.964	0.982	0.602	1.000																			
P131	0.423	0.963	0.913	0.906	0.893	0.921	0.727	0.970	1.000																		
PF3	0.574	0.873	0.841	0.874	0.862	0.873	0.799	0.896	0.911	1.000																	
Tot_Cat_B	-0.402	0.686	0.781	0.714	0.761	0.688	-0.311	0.608	0.411	0.359	1.000																
Tot_Cat_C	0.328	0.208	0.212	0.185	0.182	0.219	0.278	0.252	0.297	0.186	-0.050	1.000															
Tot_Cat_D	-0.049	0.484	0.589	0.577	0.646	0.624	-0.039	0.524	0.378	0.406	0.968	0.174	1.000														
Tot_Cat_E	0.210	0.198	0.121	0.114	0.171	0.152	0.396	0.214	0.287	0.359	1.000	0.076	0.331	1.000													
Tot_Cat_F	0.499	0.440	0.434	0.452	0.467	0.460	0.591	0.489	0.536	0.511	-0.104	0.509	0.302	0.199	1.000												
Tot_Cat_G	0.859	0.446	0.419	0.470	0.460	0.467	0.740	0.502	0.571	0.661	-0.185	0.462	0.119	0.172	0.717	1.000											
Tot_Cat_H	0.376	0.195	0.155	0.214	0.185	0.163	0.465	0.212	0.309	0.335	-0.072	0.262	0.151	0.198	0.552	0.430	1.000										
Tot_Cat_I	0.913	0.204	0.188	0.248	0.229	0.230	0.687	0.267	0.368	0.520	-0.340	0.419	0.010	0.155	0.625	0.939	0.482	1.000									
Tot_Cat_J	0.676	0.294	0.272	0.310	0.331	0.331	0.591	0.355	0.414	0.445	-0.357	0.383	0.034	0.011	0.728	0.764	0.522	0.758	1.000								
Tot_Cat_K	0.710	0.161	0.150	0.224	0.212	0.207	0.552	0.209	0.286	0.520	-0.259	0.301	0.117	0.113	0.406	0.761	0.403	0.831	0.591	1.000							
Tot_Cat_L	0.756	0.192	0.144	0.187	0.175	0.179	0.714	0.244	0.366	0.444	-0.398	0.471	-0.073	0.245	0.830	0.807	0.631	0.850	0.769	0.637	1.000						
Tot_Cat_M	0.731	0.167	0.128	0.174	0.164	0.160	0.685	0.221	0.344	0.422	-0.256	0.494	0.030	0.205	0.832	0.785	0.670	0.824	0.765	0.633	0.976	1.000					
Tot_Cat_N	0.660	0.337	0.325	0.371	0.363	0.332	0.617	0.376	0.468	0.519	-0.312	0.350	-0.102	0.228	0.643	0.728	0.657	0.732	0.715	0.658	0.784	0.782	1.000				
Tot_Cat_P	0.785	0.176	0.161	0.202	0.168	0.185	0.555	0.231	0.322	0.371	-0.348	0.549	-0.038	0.058	0.667	0.839	0.366	0.850	0.717	0.578	0.791	0.785	0.616	1.000			
Tot_Cat_Q	0.445	0.200	0.158	0.181	0.144	0.157	0.554	0.233	0.344	0.359	-0.282	0.264	0.113	0.088	0.339	0.436	0.330	0.471	0.382	0.392	0.429	0.421	0.352	0.415	1.000		
Tot_Cat_R	0.897	0.252	0.232	0.281	0.256	0.268	0.634	0.313	0.397	0.514	-0.199	0.442	0.023	0.074	0.537	0.917	0.346	0.941	0.680	0.761	0.743	0.728	0.619	0.837	0.395	1.000	
Tot_Cat_S	0.837	0.517	0.461	0.524	0.505	0.519	0.862	0.572	0.661	0.782	-0.205	0.351	0.024	0.319	0.659	0.877	0.501	0.850	0.682	0.706	0.798	0.757	0.691	0.673	0.472	0.803	1.000

Tabella 7: matrice delle correlazioni lineari di tutte le variabili selezionate per il livello di aggregazione delle Aree di Censimento con il TOT_DEST

	TOT_DEST	P1	P18	P19	P20	P21	P47	P60	P131	PF3	Tot_Cat_B	Tot_Cat_C	Tot_Cat_D	Tot_Cat_E	Tot_Cat_F	Tot_Cat_G	Tot_Cat_H	Tot_Cat_I	Tot_Cat_J	Tot_Cat_K	Tot_Cat_L	Tot_Cat_M	Tot_Cat_N	Tot_Cat_P	Tot_Cat_Q	Tot_Cat_R	Tot_Cat_S	
TOT_DEST	1.000																											
P1	0.274	1.000																										
P18	0.247	0.969	1.000																									
P19	0.312	0.956	0.983	1.000																								
P20	0.294	0.945	0.977	0.987	1.000																							
P21	0.302	0.967	0.974	0.973	0.985	1.000																						
P47	0.792	0.557	0.461	0.498	0.492	0.525	1.000																					
P60	0.342	0.991	0.970	0.966	0.964	0.982	0.602	1.000																				
P131	0.439	0.963	0.913	0.906	0.893	0.921	0.727	0.970	1.000																			
PF3	0.593	0.873	0.841	0.874	0.862	0.873	0.799	0.896	0.911	1.000																		
Tot_Cat_B	-0.395	0.686	0.781	0.714	0.761	0.688	-0.311	0.608	0.411	0.359	1.000																	
Tot_Cat_C	0.338	0.208	0.212	0.185	0.182	0.219	0.278	0.252	0.297	0.186	-0.050	1.000																
Tot_Cat_D	-0.039	0.484	0.589	0.577	0.646	0.624	-0.039	0.524	0.378	0.406	0.968	0.174	1.000															
Tot_Cat_E	0.220	0.198	0.121	0.114	0.171	0.152	0.396	0.214	0.287	0.359	1.000	0.076	0.331	1.000														
Tot_Cat_F	0.539	0.440	0.434	0.452	0.467	0.460	0.591	0.489	0.536	0.511	-0.104	0.509	0.302	0.199	1.000													
Tot_Cat_G	0.869	0.446	0.419	0.470	0.460	0.467	0.740	0.502	0.571	0.661	-0.185	0.462	0.119	0.172	0.717	1.000												
Tot_Cat_H	0.412	0.195	0.155	0.214	0.185	0.163	0.465	0.212	0.309	0.335	-0.072	0.262	0.151	0.198	0.552	0.430	1.000											
Tot_Cat_I	0.924	0.204	0.188	0.248	0.229	0.230	0.687	0.267	0.368	0.520	-0.340	0.419	0.010	0.155	0.625	0.939	0.482	1.000										
Tot_Cat_J	0.693	0.294	0.272	0.310	0.331	0.331	0.591	0.355	0.414	0.445	-0.357	0.383	0.034	0.011	0.728	0.764	0.522	0.758	1.000									
Tot_Cat_K	0.723	0.161	0.150	0.224	0.212	0.207	0.552	0.209	0.286	0.520	-0.259	0.301	0.117	0.113	0.406	0.761	0.403	0.831	0.591	1.000								
Tot_Cat_L	0.787	0.192	0.144	0.187	0.175	0.179	0.714	0.244	0.366	0.444	-0.398	0.471	-0.073	0.245	0.830	0.807	0.631	0.850	0.769	0.637	1.000							
Tot_Cat_M	0.765	0.167	0.128	0.174	0.164	0.160	0.685	0.221	0.344	0.422	-0.256	0.494	0.030	0.205	0.832	0.785	0.670	0.824	0.765	0.633	0.976	1.000						
Tot_Cat_N	0.679	0.337	0.325	0.371	0.363	0.332	0.617	0.376	0.468	0.519	-0.312	0.350	-0.102	0.228	0.643	0.728	0.657	0.732	0.715	0.658	0.784	0.782	1.000					
Tot_Cat_P	0.797	0.176	0.161	0.202	0.168	0.185	0.555	0.231	0.322	0.371	-0.348	0.549	-0.038	0.058	0.667	0.839	0.366	0.850	0.717	0.578	0.791	0.785	0.616	1.000				
Tot_Cat_Q	0.459	0.200	0.158	0.181	0.144	0.157	0.554	0.233	0.344	0.359	-0.282	0.264	0.113	0.088	0.339	0.436	0.330	0.471	0.382	0.392	0.429	0.421	0.352	0.415	1.000			
Tot_Cat_R	0.896	0.252	0.232	0.281	0.256	0.268	0.634	0.313	0.397	0.514	-0.199	0.442	0.023	0.074	0.537	0.917	0.346	0.941	0.680	0.761	0.743	0.728	0.619	0.837	0.395	1.000		
Tot_Cat_S	0.856	0.517	0.461	0.524	0.505	0.519	0.862	0.572	0.661	0.782	-0.205	0.351	0.024	0.319	0.659	0.877	0.501	0.850	0.682	0.706	0.798	0.757	0.691	0.673	0.472	0.803	1.000	

5.1.5. Analisi delle mappe di zonizzazione ACE con istogrammi e dei grafici a dispersione

Nella *Figura 17* e *Figura 18* vengono presentate le mappe di zonizzazione ACE con annessi istogrammi che riportano i valori relativi delle variabili di origine e destinazione dei viaggi in e-scooter, addetti di attività di alloggio e ristorazione e popolazione con un grado di istruzione superiore al diploma (rispettivamente TOT_DEST, TOT_ORIG, Tot_Cat_I e P47). Tali valori sono ottenuti tramite un rapporto tra il valore che una singola variabile assume per una determinata zona rapportato alla somma totale che la medesima assume su tutta l'area di studio.

L'utilizzo di valori relativi anziché valori assoluti presenta diverse considerazioni importanti:

- Normalizzazione: l'utilizzo di valori relativi consente di normalizzare i dati e questo è utile quando le variabili hanno ordini di grandezza o scale molto diverse. La normalizzazione permette di mettere in risalto le proporzioni tra le variabili e confrontare le distribuzioni relative delle variabili.
- Riduzione dell'effetto della dimensione: utilizzando valori relativi scompare l'effetto delle dimensioni di una variabile definita dall'unità di misura. Questo significa che è possibile confrontare variabili con dimensioni diverse in modo più appropriato poiché ci si focalizza sulla proporzione piuttosto che sui valori totali.
- Analisi di tendenze: l'impiego di valori relativi semplifica l'analisi delle tendenze nel tempo o tra diverse categorie, consentendo di individuare con maggiore facilità modelli e cambiamenti. Concentrandosi sulle variazioni proporzionali anziché sui valori assoluti, si favorisce una migliore comprensione delle dinamiche e delle evoluzioni.
- Riduzione di problemi di visualizzazione: i valori assoluti possono essere difficili da visualizzare o interpretare in grafici o istogrammi, a causa delle differenze di scala. L'utilizzo di valori relativi consente di ridurre questa disparità e semplifica la visualizzazione delle distribuzioni relative delle variabili.

Ad esempio, osservando la *Figura 17*, si nota che i valori relativi più elevati si riscontrano nelle zone del centro città, come ci si potrebbe aspettare. Qui, infatti, il numero assoluto di prese e consegne degli e-scooter è molto elevato, così come il numero di addetti appartenenti alla categoria attività dei servizi di alloggio ristorazione (Tot_Cat_I). Per questa variabile, si nota un forte calo dei valori passando dalle zone più centrali a quelle periferiche, fino a quasi annullarsi nelle aree più estreme. Questo comportamento è dato dal fatto che il numero di attività e quindi gli addetti occupati in tale settore aumenta nella zona del centro di Torino che è anche zona turistica e attrattiva per lo shopping.

Per quanto riguarda invece la popolazione con grado di istruzione superiore al diploma, il comportamento è diverso. Rispetto alla precedente, la variazione tra le zone centrali e periferiche è meno marcata. Nelle zone centrali, infatti, si osservano percentuali più basse degli addetti ai servizi di alloggio e ristorazione, mentre nelle zone periferiche i valori crescono.

In generale si potrebbero osservare due tendenze spaziali diverse:

- Da un lato, la variabile Tot_Cat_I (attività dei servizi di alloggio e ristorazione) è molto più concentrata nelle zone del centro rispetto alle periferiche ed è visibile ad occhio nudo il decadimento che subisce;
- Dall'altro, la variabile P47 (popolazione con grado di istruzione superiore al diploma) invece ha una distribuzione spaziale che risulta più omogenea sull'area di studio.

Le tendenze osservate sono coerenti con la natura delle variabili analizzate. In particolare, la variabile Tot_Cat_I, che rappresenta la presenza di attività economiche con gli addetti ai servizi di alloggio e ristorazione, mostra una concentrazione maggiore nelle zone centrali di Torino, dove si concentra la vita economica della città. D'altra parte, la variabile P47, che rappresenta la variabile sociodemografica di chi possiede gradi di istruzione superiori al diploma, è direttamente collegata alla distribuzione della popolazione sul territorio.

Inoltre, si può notare che la distribuzione degli addetti alle attività dei servizi di alloggio e ristorazione è più simile a quella delle variabili che descrivono le origini e le destinazioni degli spostamenti in e-scooter rispetto alla popolazione con grado di istruzione superiore al diploma. Ciò suggerisce una maggiore associazione tra la presenza di determinate attività economiche e i flussi di origine e destinazione dei viaggi, rispetto alla distribuzione spaziale della popolazione.

Queste osservazioni forniscono un'ulteriore comprensione delle relazioni tra le variabili analizzate e confermano l'importanza della localizzazione delle attività economiche nel determinare i modelli di mobilità urbana.

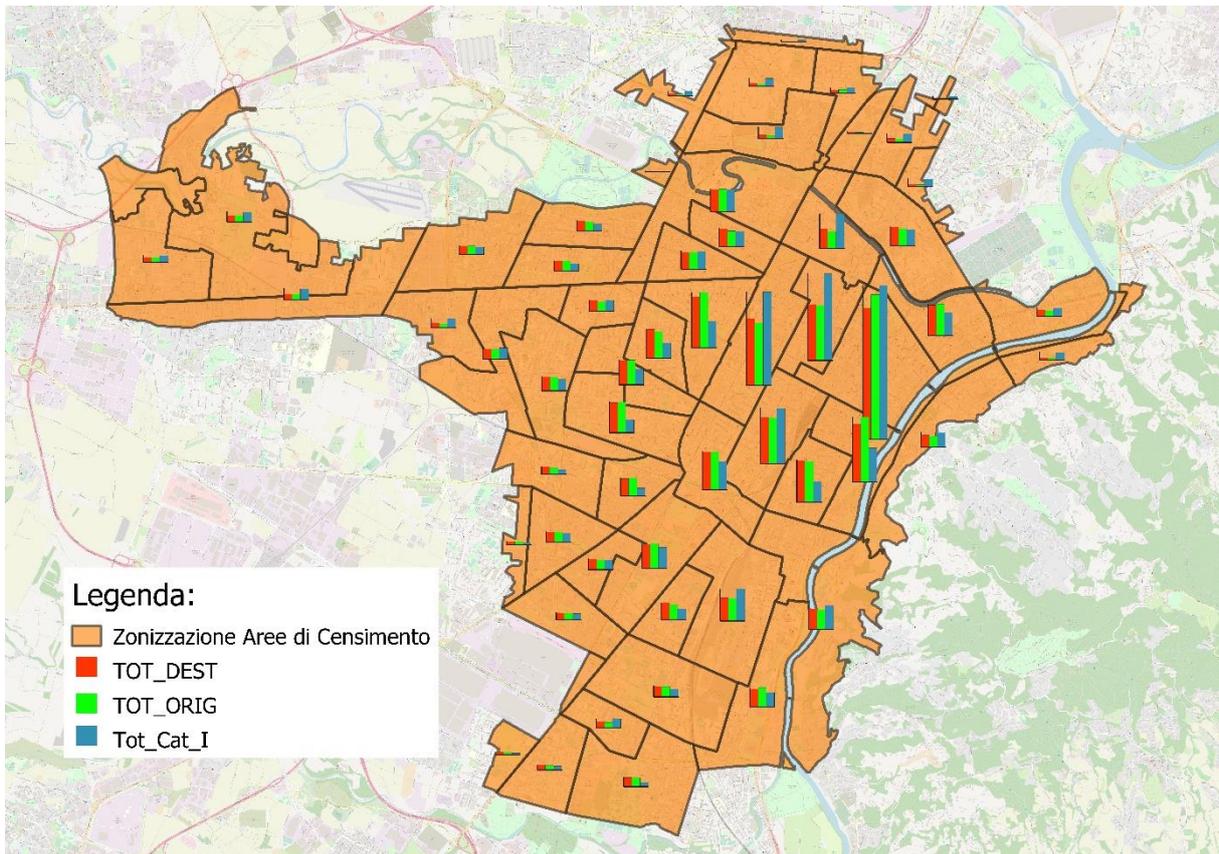


Figura 17: rappresentazione su mappa tramite istogrammi dei valori relativi delle variabili TOT_DEST, TOT_ORIG e Tot_Cat_I

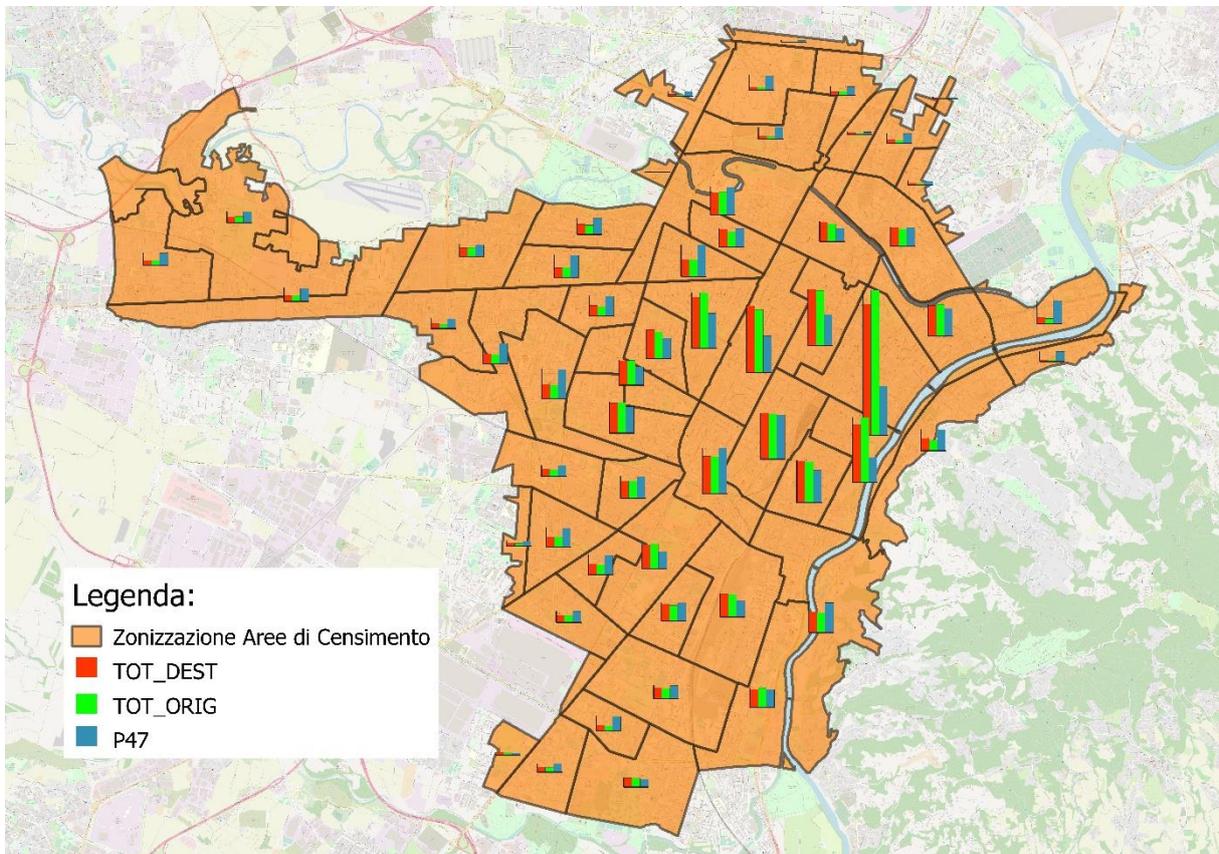


Figura 18: rappresentazione su mappa tramite istogrammi dei valori relativi delle variabili TOT_DEST, TOT_ORIG e P47

In *Figura 19* e *Figura 21* si possono osservare i grafici di dispersione dove sono rappresentate sull'asse delle ascisse rispettivamente gli addetti alle attività dei servizi di alloggio e ristorazione (Tot_Cat_I) e nel secondo la popolazione che possiede un grado di istruzione superiore al diploma (P47). Sull'asse delle ordinate invece vi sono, in contemporanea quelle relative agli e-scooters TOT_ORIG e TOT_DEST.

Andiamo ora ad analizzare quei valori che si discostano maggiormente dalla retta di regressione e che possono fornire spunti per la specificazione del modello.

Nel primo grafico (*Figura 19*) sono poche le coppie di punti che effettivamente si discostano molto dalla retta di regressione. I tre valori che si discostano maggiormente sono cerchiati in rosso sul grafico e per maggior chiarezza vengono anche evidenziate in *Figura 20* che riporta uno zoom delle mappe viste in precedenza.

La ragione per cui questi punti si discostano dalla retta di regressione è la notevole differenza che si osserva tra le due variabili rispetto alla media degli altri punti.

Esaminando l'area che risulta separata dalle altre due, si può notare che essa comprende una vasta porzione del polo universitario del Politecnico di Torino e coincide interamente con il quartiere Cit Turin. La mancanza di personale nelle attività di servizi di alloggio e ristorazione in questa zona è attribuibile alla presenza di numerosi complessi che occupano una considerevole superficie, come il polo universitario del Politecnico di Torino, il Palazzo di Giustizia, il grattacielo San Paolo, le OGR, i campi sportivi e persino la stazione dei bus Vittorio Emanuele. La presenza di tali strutture riduce inevitabilmente lo spazio disponibile per altre tipologie di attività. Queste informazioni evidenziano come la specifica configurazione territoriale e la presenza di grandi istituzioni e infrastrutture influenzino significativamente la distribuzione e l'accessibilità delle attività economiche nella zona in esame.

Per quanto riguarda le due zone evidenziate, adiacenti tra loro, si tratta dell'intero quartiere di San Salvario e del Parco del Valentino. In queste aree, la marcata disparità osservata tra i valori relativi delle variabili in gioco non può essere attribuita alla presenza di grandi opere o complessi che occupano gran parte del suolo. Piuttosto, tale dinamica è da ricercare nel tipo di attrazione che queste zone generano.

Due elementi entrano in gioco: il primo è la presenza del Parco del Valentino che rappresenta un'importante attrazione e quindi potenziale meta finale per numerosi spostamenti in e-scooter. In secondo luogo, la zona di San Salvario è nota come luogo di ritrovo, soprattutto durante le ore serali, quando i mezzi pubblici sono meno disponibili. È in questo scenario che i mezzi di micromobilità, come per l'appunto i monopattini elettrici, trovano maggiore utilizzo ed efficienza.

Queste dinamiche evidenziano come la combinazione di attrazioni specifiche, la disponibilità limitata di mezzi pubblici e le preferenze dei residenti e dei visitatori contribuiscano alla concentrazione dell'utilizzo degli e-scooter in queste zone.

Passando all'analisi del secondo grafico in *Figura 21* si può osservare innanzi tutto una spiccata variazione dei punti attorno alla retta di regressione, molto diversa rispetto al caso precedente. In questo caso, infatti, è presente una distribuzione più omogenea che va dai valori minimi ai massimi.

Come nel caso precedente si vanno ad analizzare gli outliers che si discostano maggiormente dalla linea di tendenza. Questi ultimi vengono cerchiati in rosso sul grafico in *Figura 21* e messi in evidenza sulla mappa in *Figura 22* dove sono stati anche inseriti i codici identificativi ACE per facilitare l'identificazione delle aree.

Gli outliers identificati si presentano sia al di sopra che al di sotto della linea di tendenza; infatti, si possono osservare due situazioni diverse e in contrapposizione. I punti che si trovano al di sopra della retta, presentano valori relativi delle variabili di origine e destinazione degli spostamenti maggiori rispetto alla variabile sociodemografica P47, mentre per quelli posizionati al di sotto il discorso è esattamente il contrario.

Partendo dal secondo gruppo, composto dalle aree identificate dai codici 7, 46, 119, 96 e 78, è possibile osservare che queste aree presentano somiglianze significative tra loro, nonostante siano situate in diverse parti della città. La loro caratteristica principale è la natura prevalentemente residenziale, con una mancanza di attrazioni o poli d'interesse all'interno di esse. Di conseguenza, questo fattore favorisce e incrementa in modo positivo la presenza di popolazione con un grado di istruzione maggiore, a differenza delle variabili legate alle prese e alle consegne (TOT_ORIG e TOT_DEST), che mantengono valori in linea con le zone circostanti.

Passando invece agli outliers che si posizionano al di sopra della linea di tendenza, corrispondenti alle aree 81, 18, 17 e 15, è possibile osservare che queste aree presentano le tipiche caratteristiche dei centri urbani di una grande città. Sono caratterizzate dalla presenza di numerosi poli attrattivi, tra cui negozi, musei, parchi e stazioni, che generano un alto volume di traffico in queste zone. Di conseguenza, si verifica un aumento significativo dei movimenti anche con gli e-scooter, a differenza della popolazione che rimane relativamente costante. Questa dinamica si riflette anche nelle variabili sociodemografiche.

A questo punto, possiamo trarre alcune conclusioni. Ad esempio, la variabile sociodemografica P47 sembra presentare una correlazione migliore nelle aree in cui vi è una maggiore eterogeneità nell'uso del suolo, rispetto ad altre zone che presentano una caratteristica specifica.

Per quanto riguarda la variabile Tot_Cat_I (attività dei servizi di alloggio e ristorazione), essa è influenzata dalla presenza di grandi opere, edifici o complessi che fisicamente ostacolano la presenza di attività legate al settore della ristorazione e dell'alloggio.

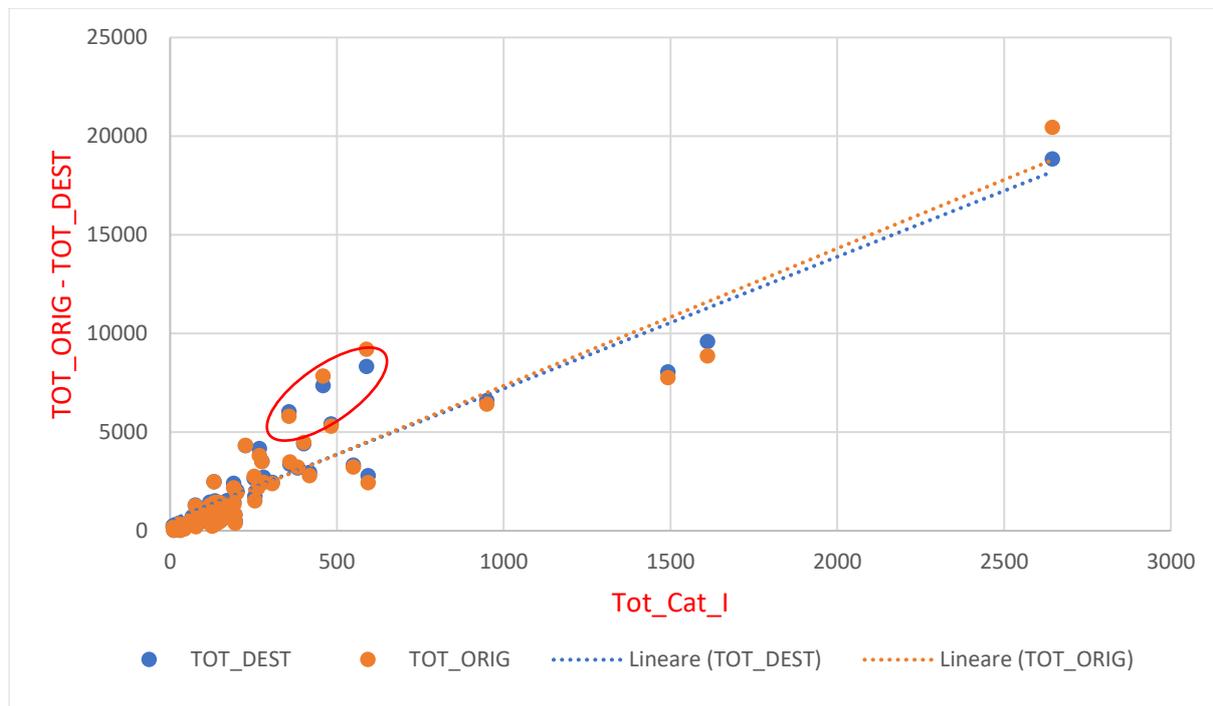


Figura 19: rappresentazione tramite grafici a dispersione del rapporto tra le variabili TOT_DEST, TOT_ORIG e Tot_Cat_I

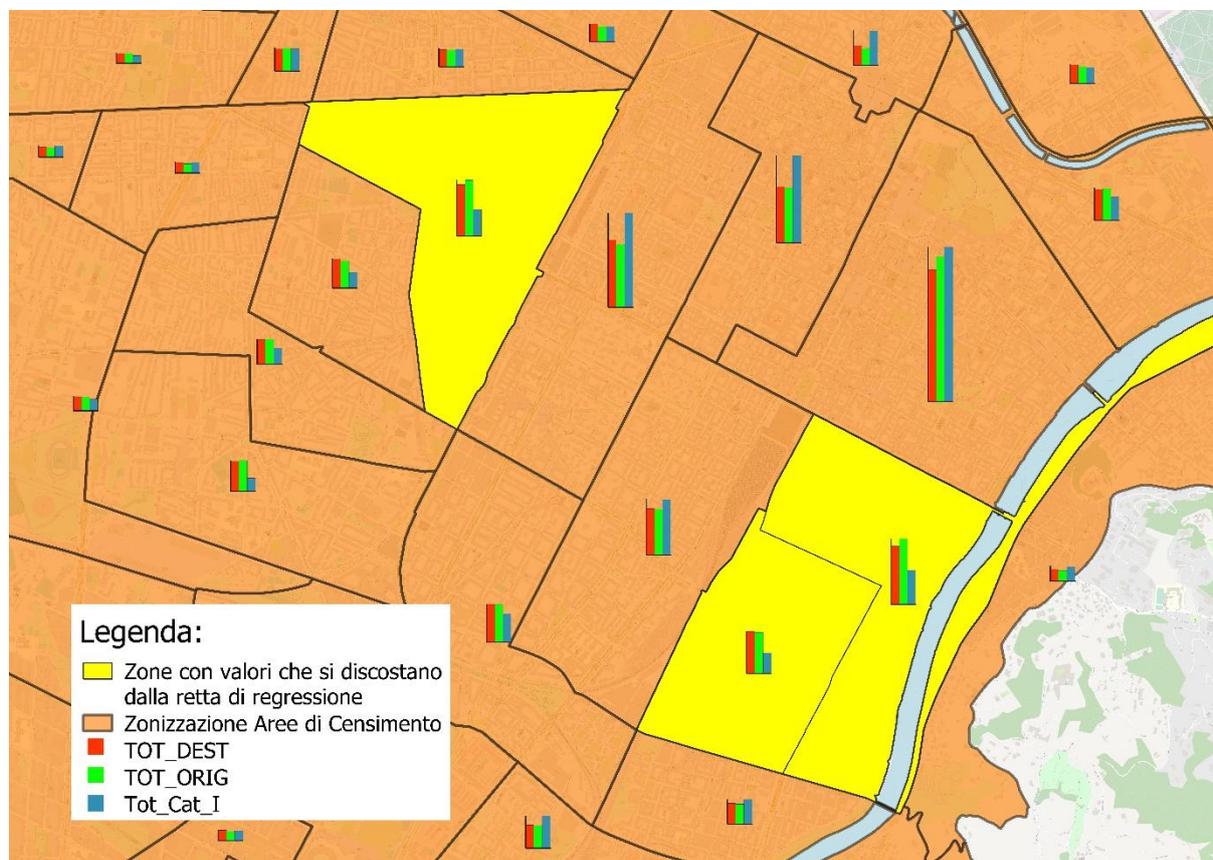


Figura 20: mappa rappresentante le zone con valori che si discostano dalla retta di regressione tra la variabile Tot_Cat_I e le variabili TOT_ORIG e TOT_DEST

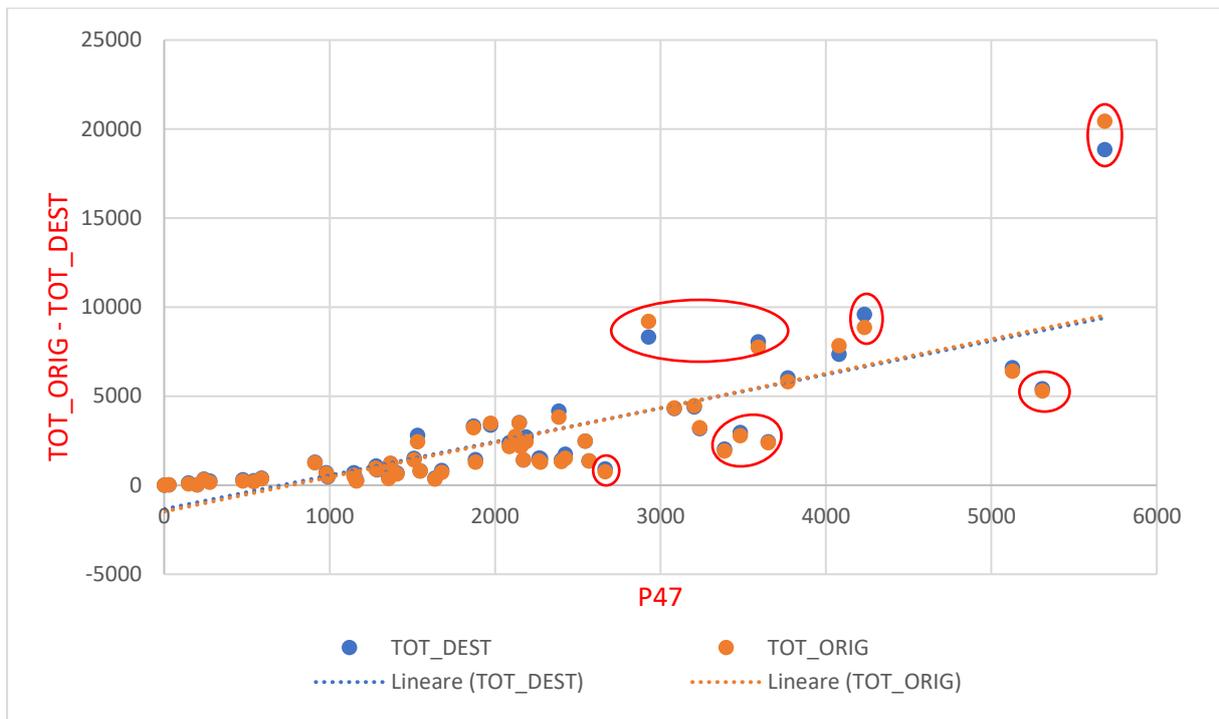


Figura 21: rappresentazione tramite grafici a dispersione del rapporto tra le variabili TOT_DEST, TOT_ORIG e P47

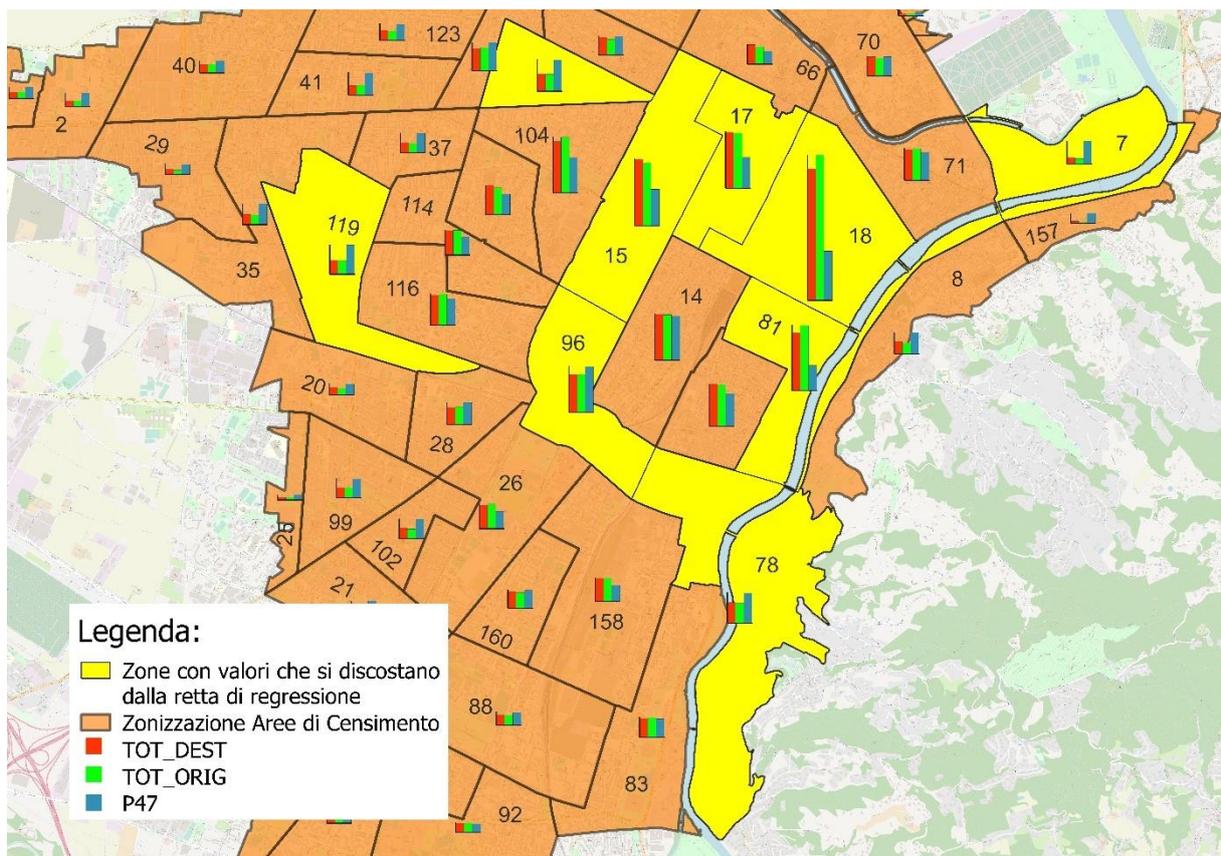


Figura 22: mappa rappresentante le zone con valori che si discostano dalla retta di regressione tra la variabile P47 e le variabili TOT_ORIG e TOT_DEST

Le linee di tendenza ci mostrano che in entrambi i grafici non vi è sostanziale differenza se il confronto viene fatto rispetto alle destinazioni o alle origini. Per questo motivo, per alleggerire sia il

testo sia la mole di tabelle, per i restanti due livelli di aggregazione verranno mostrati solamente le tabelle di correlazione rispetto alle destinazioni. Questa scelta è fatta in virtù del fatto che l'informazione sulla destinazione di uno spostamento in e-scooter è più affidabile rispetto a quella dell'origine. Questi mezzi, infatti, vengono quotidianamente prelevati dagli addetti alla manutenzione delle varie compagnie per essere ricaricati e riposizionati in zone specifiche ad alta richiesta. È chiaro quindi che i punti di presa sono condizionati anche da un fattore esterno di natura tecnica.

5.2. RISULTATI CON ZONIZZAZIONE BASATA SU ISTMO

In questo paragrafo andremo ad esaminare i risultati delle analisi di correlazione tra le coppie di variabili basati sulla zonizzazione ISTMO.

Si riporta in *Tabella 8* la matrice dei coefficienti di correlazione, costruita esattamente come quelle già introdotte al capitolo 5.1.1 e che verrà analizzata secondo i medesimi principi, concentrandosi però solo sulla variabile TOT_DEST (destinazioni spostamenti in e-scooter) come spiegato nel paragrafo 5.1.1.

Vengono presentati di seguito quattro sottoparagrafi, uno per ogni gruppo di variabili, in cui si discutono i risultati relativi all'analisi di correlazione più uno di confronto. Un quinto sottoparagrafo infine è dedicato all'analisi di mappe con istogrammi e grafici a dispersione per spiegare l'andamento dei dati sull'area di studio e identificare eventuali outliers che rappresentano casi particolari da analizzare separatamente.

5.2.1. Correlazioni tra TOT_DEST e le altre variabili

Come prima informazione si vanno ad individuare le variabili appartenenti alle categorie sociodemografiche e attività economiche che presentano i coefficienti di correlazione migliori (più elevati) rispetto alla variabile TOT_DEST (destinazioni spostamenti in e-scooter). Questi valori corrispondono a quelli evidenziati in giallo all'interno della prima colonna della *Tabella 8*. Si osserva che le due variabili scelte Tot_Cat_I e P47 risultano le medesime per la zonizzazione ACE affrontata al capitolo 5.1.

Nel confronto con le variabili relative alle attività economiche quella che presenta un coefficiente di correlazione maggiore risulta la Tot_Cat_I (attività dei servizi di alloggio e di ristorazione). Essendo la stessa già presentata al paragrafo 5.1.1, valgono le medesime considerazioni fatte in precedenza su questa variabile.

Per quanto riguarda le variabili sociodemografiche quella che presenta un coefficiente di correlazione maggiore rispetto a quelle di origine e destinazione risulta essere la P47 (Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento). Anche in questo caso valgono le stesse considerazioni fatte al paragrafo 5.1.1 per questa variabile.

Entrambe le variabili presentano infine un valore del coefficiente di correlazione sopra lo 0.5 e livelli di significatività ottimali, infatti entrambe risultano significative al 5%.

Per quanto riguarda il resto delle variabili, tra quelle socioeconomiche nessuna presenta valori di correlazione sopra lo 0.5 e quindi risultano poco correlate con la variabile delle destinazioni. I risultati di questo gruppo sono tutti significativi al 5%. Infine, tutte le correlazioni hanno segno positivo come ci si aspettava.

Tra le variabili delle attività economiche, Tot_Cat_B, Tot_Cat_C, Tot_Cat_D e Tot_Cat_E (rispettivamente estrazione di minerali da cave e miniere, attività manifatturiere, fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata e fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento) risultano non significative al 5%. Per queste valgono le stesse considerazioni fatte al paragrafo 5.1.1 estendendo il ragionamento alla categoria delle attività manifatturiere data la maggior disaggregazione delle zone. Le variabili commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli (Tot_Cat_G), attività professionali, scientifiche e tecniche (Tot_Cat_M) e altre attività di servizi (Tot_Cat_S) presentano tutte coefficienti di correlazione positivi (superiori allo 0.5) con la variabile destinazioni spostamenti in e-scooter (TOT_DEST), ed essi sono tutti significativi al 5%. Le restanti variabili costruzioni (Tot_Cat_F), trasporto e magazzinaggio (Tot_Cat_H), servizi di informazione e comunicazione (Tot_Cat_J), attività finanziarie e assicurative (Tot_Cat_K), attività immobiliari (Tot_Cat_L), noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese (Tot_Cat_N), istruzione (Tot_Cat_P), sanità e assistenza sociale (Tot_Cat_Q) e attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento (Tot_Cat_R) hanno coefficienti di correlazione positivi ma inferiori allo 0.5 e sono significativi al 5%.

5.2.2. Correlazione tra variabili sociodemografiche

Andando ad analizzare le correlazioni esistenti tra le variabili sociodemografiche, possiamo notare innanzitutto che tutti i risultati sono statisticamente significativi al livello del 5%. Inoltre, i valori di correlazione sono estremamente elevati. Basta osservare che l'unica variabile con parametri inferiori allo 0.7 è la P47, mentre la media dei coefficienti si attesta intorno al valore di 0.910. Questo indica l'esistenza di una forte correlazione tra tutte le variabili di questa categoria, per le motivazioni date al paragrafo 5.1.2.

5.2.3. Correlazione tra variabili delle attività economiche

Analizzando i risultati delle attività economiche, possiamo osservare che alcune variabili presentano valori particolarmente bassi in termini di significatività dei coefficienti di correlazione di Pearson. Nella *Tabella 8*, è evidente una concentrazione di celle grigie, che indicano una mancanza di significatività al livello del 20%, per le variabili Tot_Cat_B, Tot_Cat_D e Tot_Cat_E (rispettivamente estrazione di minerali da cave e miniere, fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata e fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento). Questo risultato può essere facilmente spiegato dal fatto che queste variabili dispongono di una quantità di dati molto inferiore rispetto alle altre, il che si riflette in una bassa affidabilità dei risultati ottenuti. La media dei coefficienti di correlazione, escludendo le tre variabili menzionate in precedenza, si attesta intorno a 0,331.

Rispetto a quanto osservato nel paragrafo 5.1.3 riguardo alla zonizzazione ACE, in questo caso si registra un notevole abbassamento della media delle correlazioni. Questo è un elemento positivo nella prospettiva dell'utilizzo di un modello di regressione, poiché indica una minore presenza di collinearità tra le variabili indipendenti. Una bassa correlazione tra le variabili indipendenti favorisce l'interpretazione dei risultati e riduce il rischio di problemi come l'instabilità dei coefficienti e la sovrastima dell'importanza delle variabili nel modello. Pertanto, la diminuzione delle correlazioni rappresenta un aspetto incoraggiante per la specificazione di un modello di regressione adeguato.

5.2.4. Correlazione tra variabili sociodemografiche e attività economiche

Analizzando i risultati tra le due categorie di variabili, si osserva innanzitutto la presenza di numerose celle grigie, indicanti una mancanza di significatività al livello del 5%. In questo caso, i livelli di correlazione risultano decisamente più bassi, con una media che si attesta a 0,250. Questo indica una quasi assenza di correlazioni lineari, poiché la maggioranza dei valori si situa al di sotto dello 0,5. Tuttavia, vi è un'eccezione rilevante, come già evidenziato nel caso della zonizzazione ACE nel paragrafo 5.1.4, rappresentata dalla variabile sociodemografica relativa al grado di istruzione (P47). Questa variabile presenta coefficienti di correlazione più elevati rispetto alla media con le variabili delle attività economiche, alcuni dei quali superano anche il valore di 0,5 dei coefficienti di Pearson. In particolare, si registra un valore di punta pari a 0,783 con la variabile Tot_Cat_S (altre attività e servizi), relativa ad altre attività e servizi. Questa relazione significativa tra il grado di istruzione con la maggior delle attività economiche sottolinea l'attenzione da porre sulla prima in fase di costruzione dei modelli. Infatti, coefficienti di correlazione elevati tra le variabili come tra il grado di istruzione e il commercio all'ingrosso e al dettaglio (Tot_Cat_G) oppure le altre attività e servizi (Tot_Cat_S) potrebbero poi generare problemi di collinearità.

Tabella 8: matrice delle correlazioni lineari di tutte le variabili selezionate per il livello di aggregazione ISTMO con il TOT_DEST

	TOT_DEST	P1	P18	P19	P20	P21	P47	P60	P131	PF3	Tot_Cat_B	Tot_Cat_C	Tot_Cat_D	Tot_Cat_E	Tot_Cat_F	Tot_Cat_G	Tot_Cat_H	Tot_Cat_I	Tot_Cat_J	Tot_Cat_K	Tot_Cat_L	Tot_Cat_M	Tot_Cat_N	Tot_Cat_P	Tot_Cat_Q	Tot_Cat_R	Tot_Cat_S	
TOT_DEST	1.000																											
P1	0.172	1.000																										
P18	0.183	0.981	1.000																									
P19	0.199	0.972	0.986	1.000																								
P20	0.216	0.964	0.977	0.988	1.000																							
P21	0.203	0.981	0.977	0.979	0.989	1.000																						
P47	0.565	0.712	0.660	0.660	0.666	0.689	1.000																					
P60	0.210	0.994	0.982	0.978	0.978	0.989	0.729	1.000																				
P131	0.253	0.981	0.960	0.940	0.931	0.953	0.794	0.980	1.000																			
PF3	0.330	0.948	0.929	0.939	0.934	0.941	0.806	0.946	0.937	1.000																		
Tot_Cat_B	-0.238	-0.247	-0.221	-0.199	-0.200	-0.221	-0.243	-0.235	-0.293	-0.226	1.000																	
Tot_Cat_C	0.095	0.307	0.295	0.276	0.286	0.317	0.236	0.326	0.335	0.257	-0.095	1.000																
Tot_Cat_D	-0.255	-0.258	-0.236	-0.244	-0.240	-0.251	-0.306	-0.260	-0.269	-0.275	1.000	-0.092	1.000															
Tot_Cat_E	-0.050	-0.090	-0.098	-0.128	-0.104	-0.123	-0.025	-0.103	-0.104	-0.050	1.000	-0.069	0.076	1.000														
Tot_Cat_F	0.233	0.518	0.532	0.529	0.551	0.540	0.509	0.548	0.536	0.503	-0.260	0.456	0.000	0.012	1.000													
Tot_Cat_G	0.514	0.546	0.539	0.553	0.582	0.571	0.608	0.580	0.572	0.588	-0.506	0.396	-0.258	-0.016	0.678	1.000												
Tot_Cat_H	0.276	0.135	0.114	0.130	0.128	0.128	0.259	0.145	0.157	0.179	0.784	0.292	0.083	0.059	0.425	0.439	1.000											
Tot_Cat_I	0.691	0.090	0.100	0.116	0.146	0.122	0.377	0.130	0.148	0.200	-0.481	0.250	-0.163	-0.061	0.448	0.689	0.450	1.000										
Tot_Cat_J	0.233	0.182	0.175	0.178	0.186	0.185	0.276	0.195	0.198	0.201	-0.453	0.150	-0.016	0.620	0.348	0.256	0.166	0.286	1.000									
Tot_Cat_K	0.371	-0.062	-0.069	-0.052	-0.033	-0.053	0.185	-0.037	-0.023	0.024	0.533	0.178	-0.048	-0.063	0.216	0.337	0.323	0.499	0.176	1.000								
Tot_Cat_L	0.490	0.114	0.097	0.087	0.102	0.101	0.506	0.140	0.199	0.205	-0.461	0.308	-0.186	0.163	0.668	0.630	0.469	0.694	0.409	0.488	1.000							
Tot_Cat_M	0.531	0.045	0.031	0.024	0.045	0.043	0.460	0.072	0.136	0.131	-0.386	0.308	-0.160	0.057	0.623	0.569	0.442	0.670	0.351	0.508	0.893	1.000						
Tot_Cat_N	0.302	0.242	0.224	0.217	0.208	0.218	0.392	0.240	0.286	0.268	-0.504	0.220	-0.232	0.219	0.364	0.349	0.331	0.380	0.295	0.373	0.525	0.545	1.000					
Tot_Cat_P	0.357	0.127	0.118	0.112	0.113	0.130	0.279	0.137	0.176	0.164	-0.488	0.276	-0.093	-0.127	0.122	0.134	0.040	0.162	0.280	0.035	0.176	0.313	0.176	1.000				
Tot_Cat_Q	0.114	0.060	0.058	0.053	0.056	0.054	0.158	0.064	0.078	0.096	-0.192	0.000	-0.064	0.115	0.090	0.105	0.048	0.130	0.221	0.083	0.155	0.138	0.195	0.190	1.000			
Tot_Cat_R	0.438	0.143	0.139	0.141	0.149	0.156	0.332	0.172	0.192	0.211	-0.634	0.158	-0.252	0.074	0.308	0.506	0.206	0.513	0.202	0.382	0.460	0.484	0.291	0.167	0.167	0.083	1.000	
Tot_Cat_S	0.562	0.671	0.652	0.679	0.683	0.682	0.783	0.699	0.711	0.751	-0.397	0.295	-0.339	-0.133	0.622	0.727	0.311	0.561	0.241	0.318	0.578	0.482	0.386	0.163	0.163	0.125	0.394	1.000

5.2.5. Analisi delle mappe di zonizzazione ISTMO con istogrammi e dei grafici a dispersione

Nella *Figura 23* e *Figura 25* vengono presentate le mappe di zonizzazione ISTMO con annessi istogrammi che riportano i valori relativi delle variabili di origine e destinazione dei viaggi in e-scooter, addetti di attività di alloggio e ristorazione e popolazione con un grado di istruzione superiore al diploma (rispettivamente TOT_DEST, TOT_ORIG, Tot_Cat_I e P47).

Essendo il numero di zone più elevato rispetto alla zonizzazione ACE, risulta difficile leggere le altezze degli istogrammi così sono stati aggiunti due zoom della zona più centrale rappresentati in *Figura 24* e *Figura 26*.

L'istogramma di confronto tra le variabili TOT_DEST e Tot_Cat_I, rappresentato sulle mappe (*Figura 23* e *Figura 24*), evidenzia la distribuzione spaziale delle consegne e degli addetti.

Gli addetti alle attività dei servizi di alloggio e ristorazione (Tot_Cat_I) presentano valori relativi maggiori nelle zone centrali, mentre tendono a diminuire progressivamente verso la periferia. Da queste osservazioni si evidenzia un pattern geografico significativo. La concentrazione delle attività economiche legate alla categoria Tot_Cat_I, infatti, è più pronunciata nelle aree centrali, a dimostrazione del fatto che rappresentano il cuore pulsante dell'attività economica di una determinata regione o città.

Le zone centrali, caratterizzate da una maggiore densità di infrastrutture, servizi e opportunità commerciali, attraggono un numero maggiore di attività economiche di questo genere rispetto alle aree periferiche. La presenza di centri commerciali, uffici e altre strutture aziendali stimola l'insediamento di imprese e la creazione di posti di lavoro. Al contrario, ci si aspetta che nelle zone periferiche la presenza di attività economiche della categoria Tot_Cat_I sia inferiore dal momento che la densità urbana diminuisce e l'accesso alle infrastrutture commerciali può essere limitato.

L'istogramma di confronto tra le variabili TOT_DEST e P47, rappresentato sulle mappe (*Figura 25* e *Figura 26*), evidenzia la distribuzione spaziale delle consegne e della popolazione con un grado di istruzione superiore al diploma.

Si osserva che la popolazione con titoli superiori al diploma, presenta valori relativi più bassi nelle zone centrali di Torino, mentre si riscontrano valori più alti nelle zone della prima periferia ovest, in particolare tra i quartieri di Borgo San Paolo, Pozzo Strada, Parella e San Donato.

Questa osservazione suggerisce una distribuzione geografica delle persone con titoli di studio superiori al diploma che varia a seconda della posizione nel contesto urbano di Torino. Le zone centrali, caratterizzate da un'alta densità urbana e una maggiore presenza di attività commerciali e servizi,

potrebbero attrarre una popolazione più eterogenea in termini di livello di istruzione. È possibile che queste aree siano preferite da coloro che cercano opportunità lavorative, accesso a istituti educativi di prestigio o una vita culturale più vivace.

D'altra parte, nelle zone della prima periferia ovest di Torino, come Borgo San Paolo, Pozzo Strada, Parella e San Donato, si può osservare una concentrazione relativamente più elevata di persone con titoli superiori al diploma. Questi quartieri potrebbero offrire un mix di fattori che favoriscono l'istruzione, come opportunità di lavoro specifiche oppure il fatto di avere accesso alle università abitando al contempo in zone economicamente più accessibili rispetto a quelle centrali.

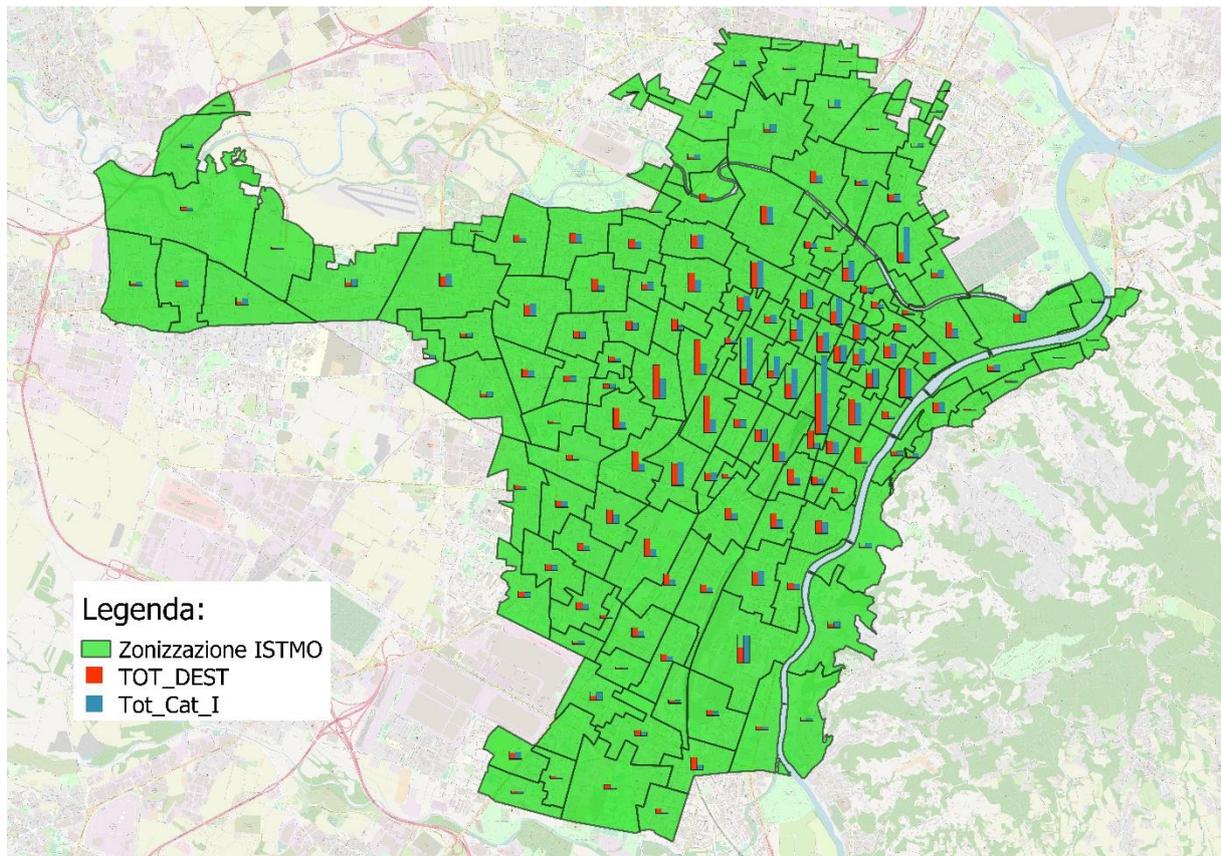


Figura 23: rappresentazione su mappa tramite istogrammi dei valori relativi delle variabili TOT_DEST e Tot_Cat_I

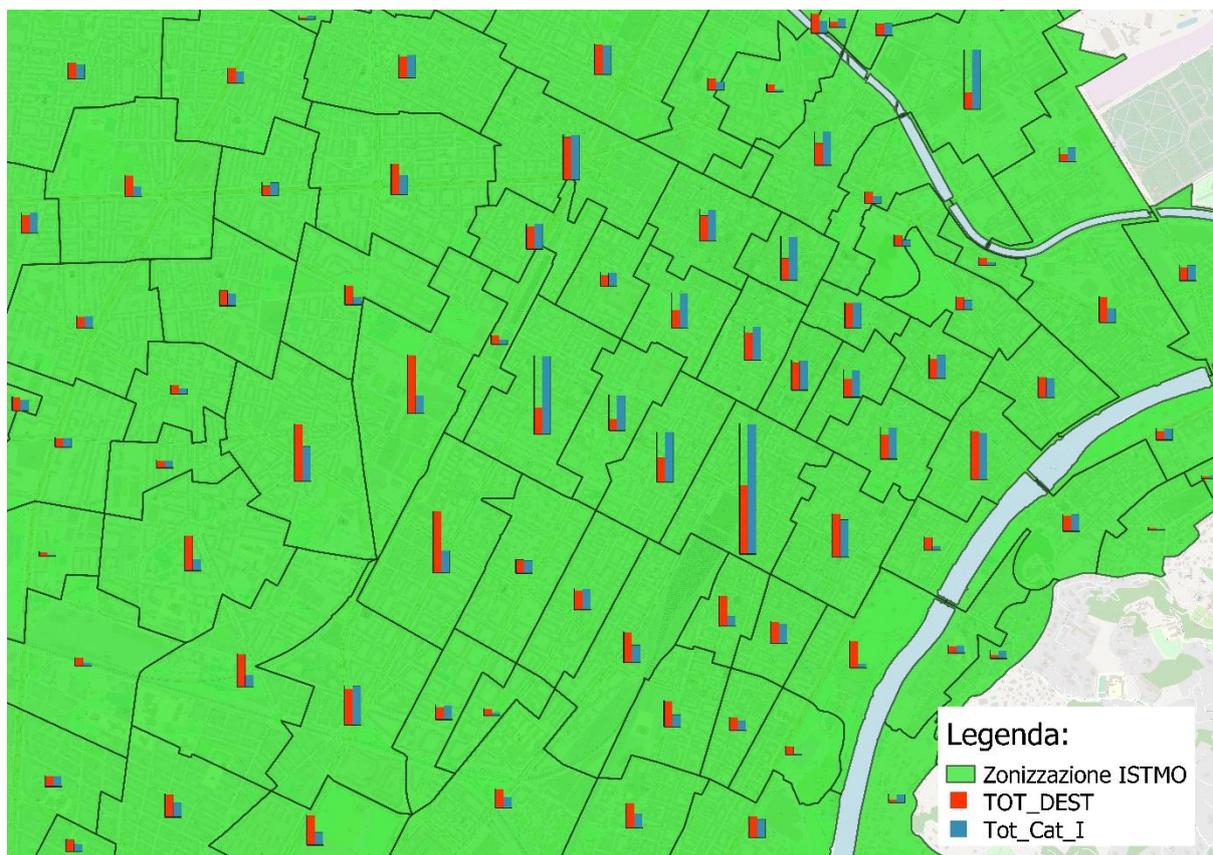


Figura 24: zoom su zona centrale della rappresentazione su mappa tramite istogrammi dei valori relativi delle variabili TOT_DEST e Tot_Cat_I

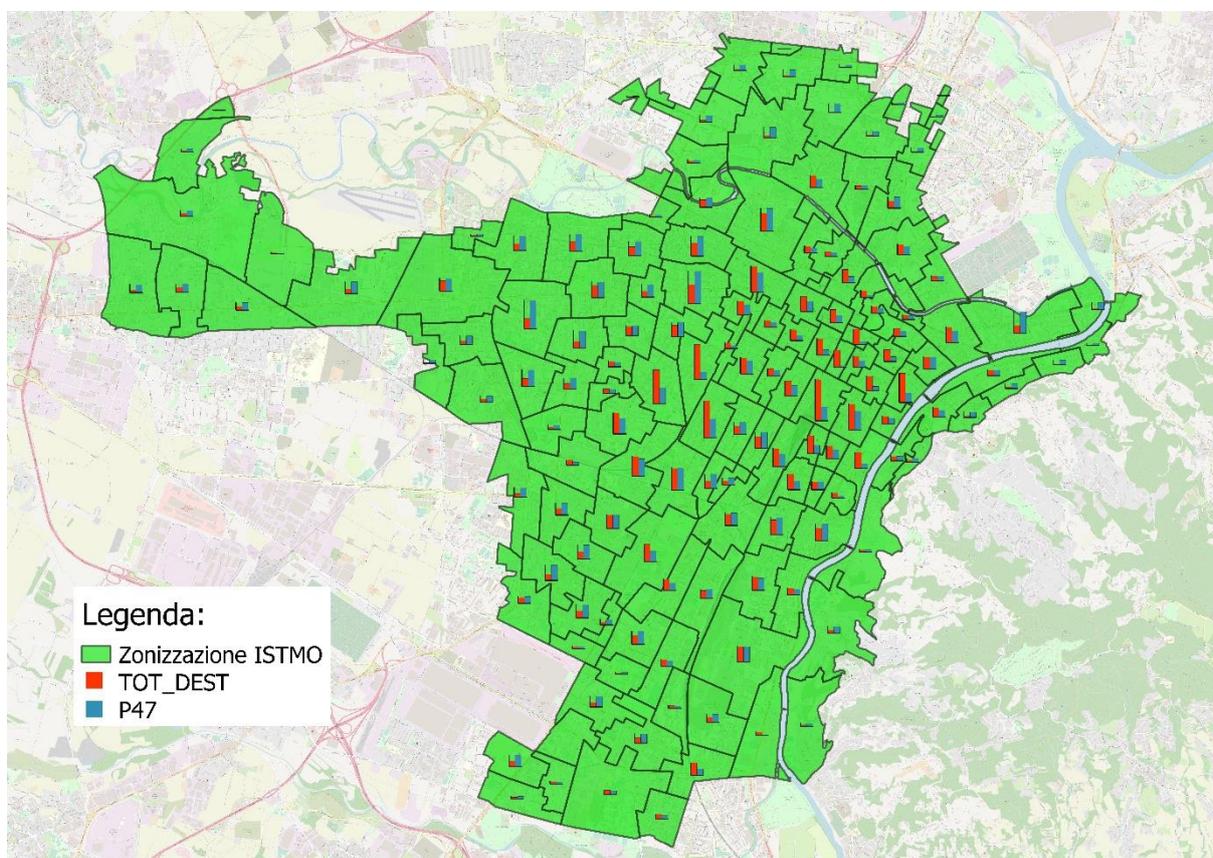


Figura 25: rappresentazione su mappa tramite istogrammi dei valori relativi delle variabili TOT_DEST e P47

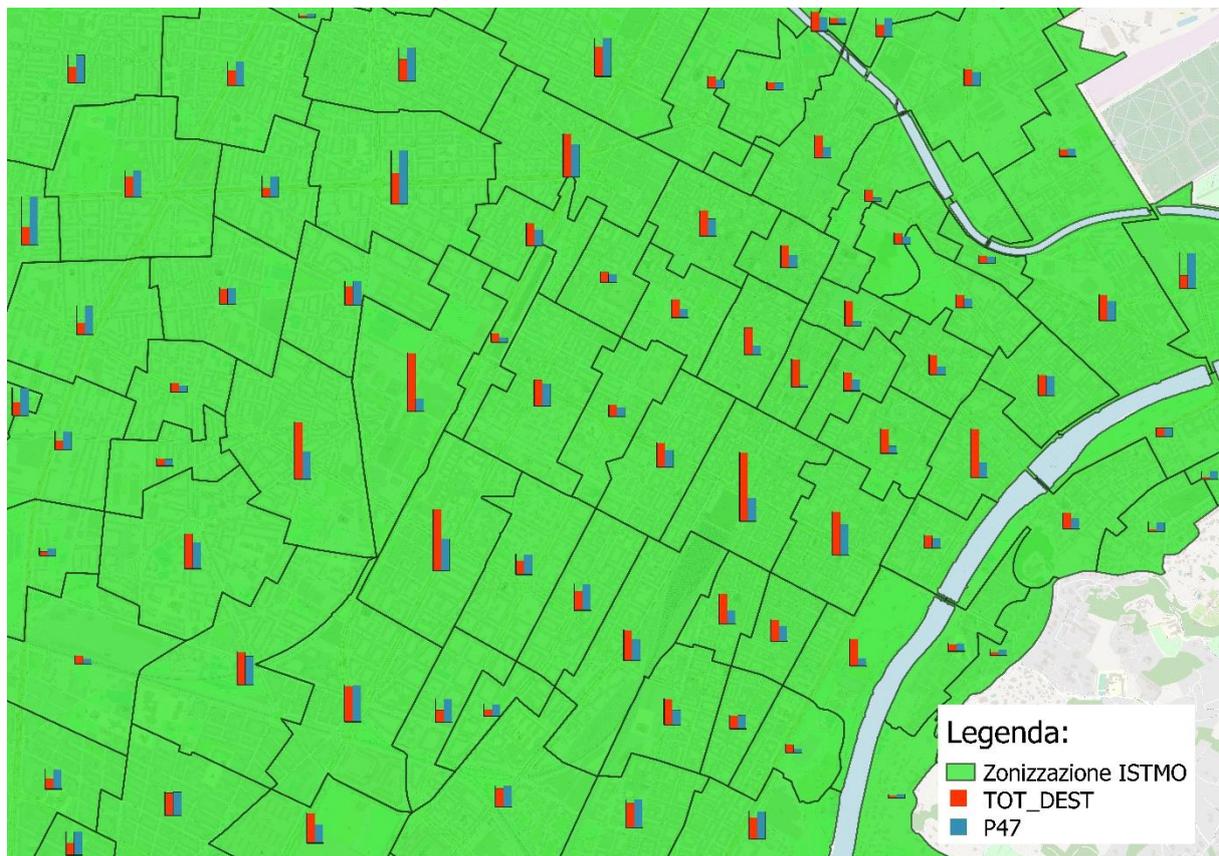


Figura 26: zoom su zona centrale della rappresentazione su mappa tramite istogrammi dei valori relativi delle variabili TOT_DEST e P47

In Figura 27 e Figura 29 si possono osservare i grafici di dispersione dove sono rappresentate sull'asse delle ascisse nel primo la variabile relativa alle attività dei servizi di alloggio e di ristorazione (Tot_Cat_I) e nel secondo quella relativa al grado di istruzione superiore al diploma (P47). Sull'asse delle ordinate invece vi è quella relativa agli e-scooters TOT_DEST.

Andiamo ora ad analizzare quei valori che si discostano maggiormente dalla retta di regressione e che possono fornire spunti per la specificazione del modello.

Nel primo grafico mostrato in Figura 27, si può osservare una variazione nella dispersione dei punti lungo gli assi del grafico. Per valori più bassi delle variabili, si nota un raggruppamento dei punti intorno alla linea di tendenza, mentre per valori più elevati, i punti tendono ad avere una distribuzione più instabile e sparsa. È proprio in questa seconda parte del grafico che si possono individuare diversi outliers, i quali sono stati evidenziati e circondati in rosso.

Partendo dall'alto verso il basso, si possono individuare dei punti isolati che si discostano significativamente dalla distribuzione principale nel grafico. Questi punti, identificati come outliers nella Figura 28, corrispondono alle zone T0019, T0136 e T0066. Queste tre aree sono adiacenti e si trovano principalmente nelle vicinanze del polo universitario del Politecnico di Torino. È evidente che queste zone mostrano un'elevata concentrazione di consegne di e-scooters, come indicato dai grafici,

ma allo stesso tempo presentano una bassa percentuale di addetti alle attività economiche rappresentata dalla variabile Tot_Cat_I (attività dei servizi di alloggio e di ristorazione). Come già menzionato nel paragrafo 5.1.5, questa particolare zona di Torino è principalmente occupata dalle strutture e dai servizi legati al polo universitario, lasciando un'area limitata per lo sviluppo di altre attività economiche. Inoltre, come discusso nel capitolo 2, le aree con un elevato numero di studenti sono notoriamente attrattive per gli spostamenti tramite e-scooters. La discrepanza evidente tra le due variabili, risultante dalla combinazione di questi due fattori, è la causa principale di questi punti fuori scala.

Il secondo gruppo di outliers è costituito dalle zone T0011, T0006 e T0063, le quali si trovano in diverse aree di Torino. Queste zone presentano una caratteristica peculiare: i valori relativi delle due variabili (come evidenziato negli istogrammi) sono molto simili, contrariamente alla tendenza riscontrata nella maggior parte delle altre zone, in cui una delle due variabili prevale solitamente sull'altra. Si potrebbe ipotizzare che questo andamento sia dovuto al fatto che queste aree centrali sono particolarmente attrattive, il che giustifica sia la presenza di numerosi addetti al settore della ristorazione e dell'alloggio, sia l'elevata frequenza di spostamenti con e-scooters verso diverse destinazioni.

Nel secondo grafico in *Figura 29* si ha una dispersione dei punti molto più accentuata già dai valori più bassi degli assi. Anche in questo caso sono stati identificati una serie di outliers cerchiati in rosso sul grafico.

Nel secondo grafico, rappresentato nella *Figura 27*, si osserva una dispersione dei punti molto più accentuata già a partire dai valori più bassi degli assi. Anche in questo caso sono stati individuati alcuni outliers, evidenziati in rosso nel grafico.

Per quanto riguarda il gruppo di outliers che si posizionano al di sopra della linea di tendenza, composto dalle zone T0019, T0136, T0066, T0008 e T0006 (*Figura 30*), si nota che queste zone presentano una bassa percentuale della variabile P47 (Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento). Nel caso delle prime tre zone, che corrispondono al polo universitario del Politecnico di Torino come menzionato precedentemente, tale caratteristica può essere spiegata dal fatto che gran parte di queste aree è occupata dalle strutture universitarie, il che si riflette in una popolazione più ridotta e, di conseguenza, in un valore più basso della variabile P47.

Per le altre due zone, situate nel centro città, si può invece attribuire la loro presenza come outliers al pattern geografico che influisce sulla variabile sociodemografica, come illustrato all'inizio di questo paragrafo.

Lo stesso discorso vale per i tre outliers individuati al di sotto della linea di tendenza nel grafico a dispersione. Le zone T0132, T0040 e T0158 sono localizzate in diverse parti di Torino, ma condividono le stesse caratteristiche: sono zone situate al di fuori del centro città, prevalentemente residenziali e prive di poli attrattivi significativi.

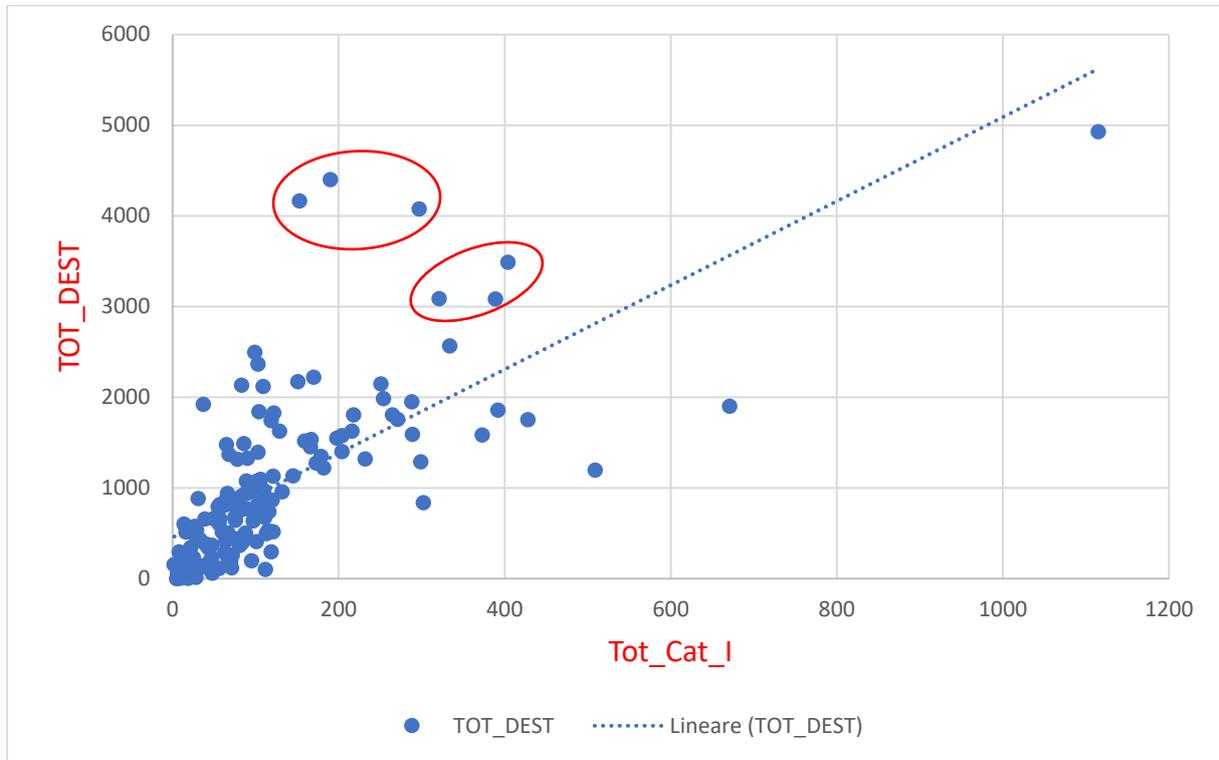


Figura 27: rappresentazione tramite grafici a dispersione del rapporto tra le variabili TOT_DEST e Tot_Cat_I

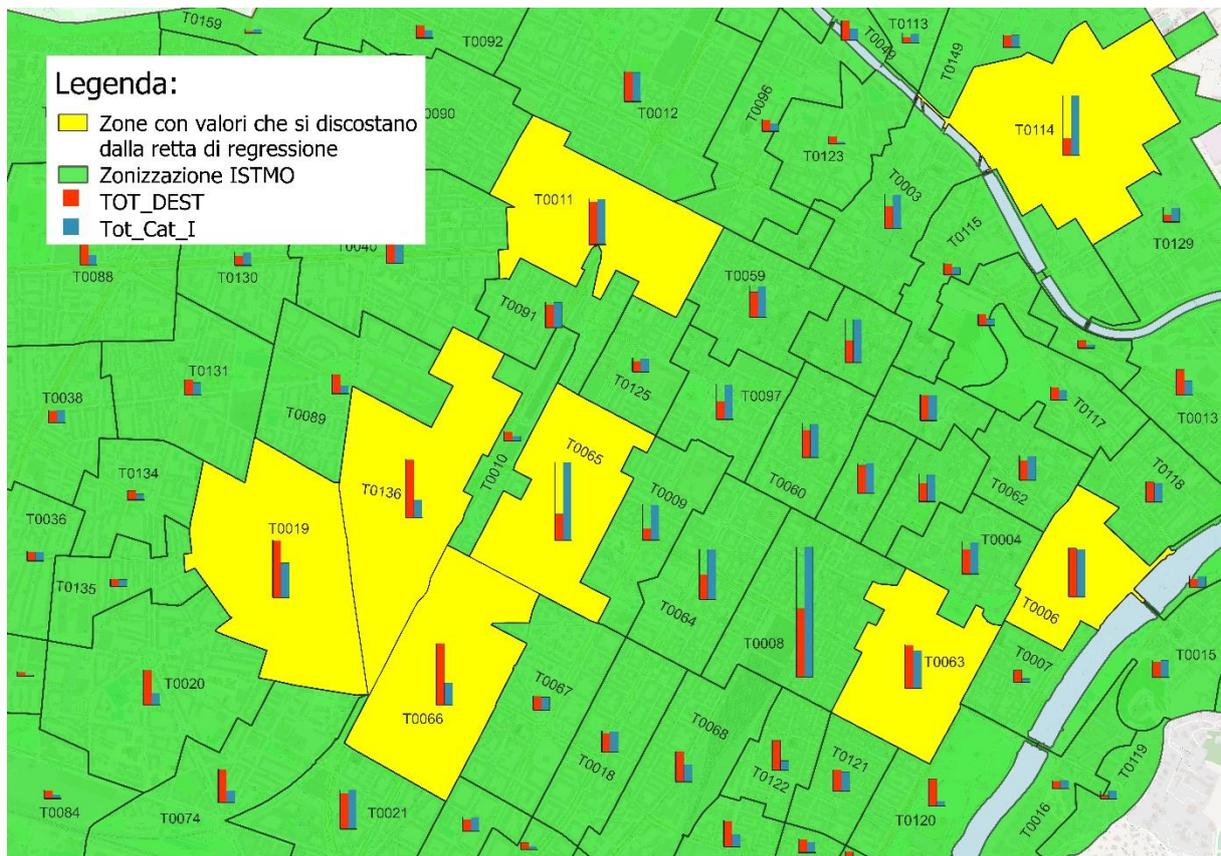


Figura 28: mappa rappresentante le zone con valori che si discostano dalla retta di regressione tra la variabile Tot_Cat_I e la variabile TOT_DEST

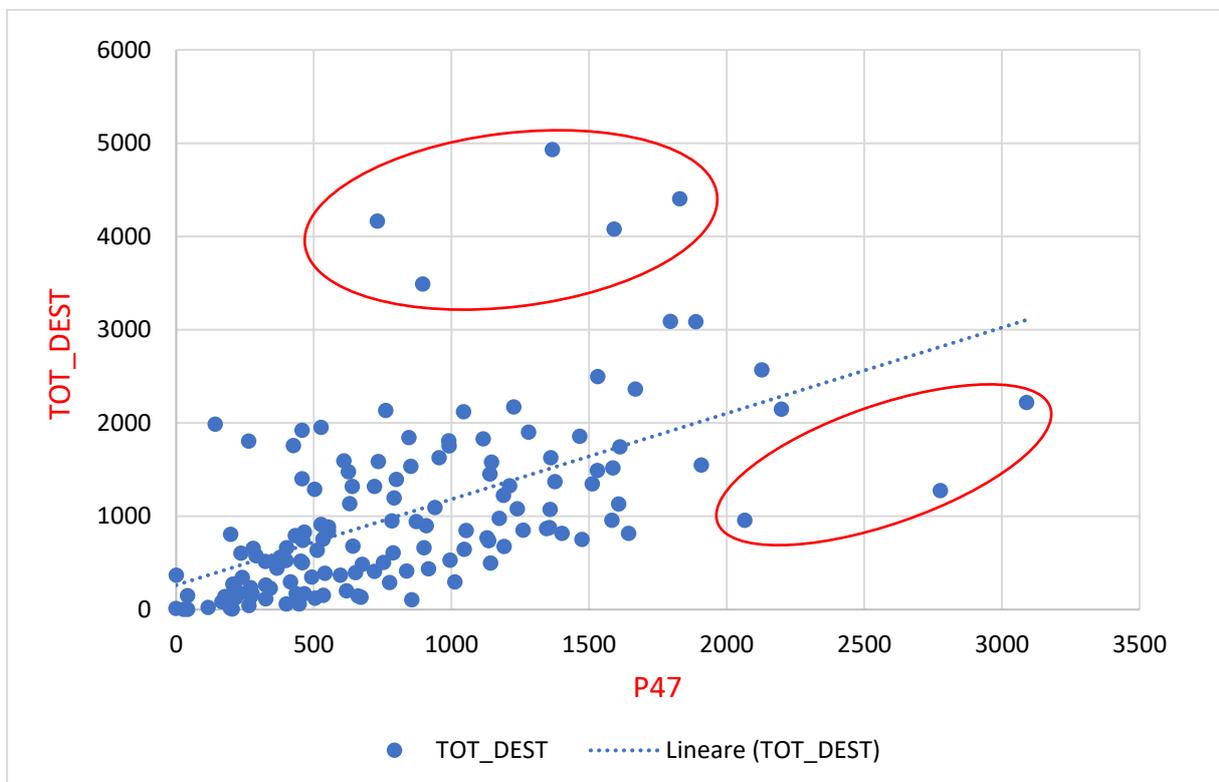


Figura 29: rappresentazione tramite grafici a dispersione del rapporto tra le variabili TOT_DEST e P47

5.3. RISULTATI CON ZONIZZAZIONE BASATA SULLE SEZIONI DI CENSIMENTO

In questo paragrafo andremo ad analizzare i risultati dell'analisi di correlazione relativi alla zonizzazione che presenta il livello di disaggregazione maggiore, quella basata sulle Sezioni di Censimento.

Si riporta in *Tabella 9* la matrice dei coefficienti di correlazione, costruita esattamente come quelle già introdotte al capitolo 5.1.1 e che verrà analizzata secondo i medesimi principi ma sarà presente solo la variabile relativa alle destinazioni dei viaggi in e-scooter (TOT_DEST) come spiegato nel paragrafo 5.1.1.

In questa zonizzazione si è omessa la mappa con la rappresentazione ad istogrammi data l'eccessiva quantità di zone presenti, soprattutto verso il centro città, che avrebbe reso illeggibili gli stessi.

5.3.1. Correlazioni tra TOT_DEST e le altre variabili

Come prima informazione si vanno ad individuare le variabili appartenenti alle categorie sociodemografiche e attività economiche che presentano i coefficienti di correlazione migliori (più elevati) rispetto alla variabile TOT_DEST. Questi valori corrispondono a quelli evidenziati in giallo all'interno della prima colonna della *Tabella 9*. Le due variabili selezionate sono quindi quella relativa alla popolazione con grado di istruzione superiore al diploma (P47) per le sociodemografiche e quella relativa agli addetti per l'istruzione (Tot_Cat_P) per le attività economiche.

Nel confronto con le variabili relative alle attività economiche quella che presenta un coefficiente di correlazione maggiore risulta la Tot_Cat_P. Quest'ultima risulta essere diversa da quella vista sia per la zonizzazione ACE che ISTMO. In questo caso si parla degli addetti impiegati nel settore dell'istruzione, una delle variabili che secondo gli studi esaminati al capitolo 2 influenza gli spostamenti tramite e-scooters. Tutte le restanti variabili presentano valori sotto lo 0.5 che non fanno pensare all'esistenza di una vera e propria correlazione.

Per quanto riguarda invece le variabili sociodemografiche quella che mostra il coefficiente di correlazione migliore è la P47 che però presenta un valore solo di 0.158 troppo basso per pensare all'esistenza di una relazione.

5.3.2. Correlazione tra le altre variabili

Si vanno ad analizzare i coefficienti di correlazione presenti prima tra le sole variabili sociodemografiche, poi tra quelle delle attività economiche e infine quelli tra le due categorie.

Analizzando i coefficienti di correlazione tra le variabili sociodemografiche, come discusso nei capitoli 5.1.2 e 5.2.2, si nota che essi presentano valori sempre molto elevati, con una media di 0.712 e tutti i valori superiori a 0.5. Questa elevata correlazione tra le variabili sottolinea nuovamente che sono strettamente legate e potrebbero causare problemi di collinearità nella costruzione dei modelli successivi.

Per quanto riguarda le variabili delle attività economiche, è possibile osservare che i coefficienti di correlazione calcolati tra di esse presentano valori molto bassi, inferiori a 0,5. Questa bassa correlazione è evidente anche dalla presenza di numerose caselle grigie e grigio scuro nella matrice delle correlazioni, che indicano una mancanza di significatività statistica.

Inoltre, considerando le correlazioni tra le variabili sociodemografiche e le attività economiche, si nota che anche in questo caso i coefficienti di correlazione sono molto bassi, al di sotto del valore di 0,5. Ciò suggerisce una scarsa relazione lineare tra queste due categorie di variabili. Inoltre, è interessante notare che in alcuni casi si riscontrano coefficienti negativi, il che va in controtendenza rispetto alle aspettative.

Tabella 9: matrice delle correlazioni lineari di tutte le variabili selezionate per il livello di aggregazione delle Sezioni di Censimento con il TOT_DEST

	TOT_DEST	P1	P18	P19	P20	P21	P47	P60	P131	PF3	Totale_Cat_B	Totale_Cat_C	Totale_Cat_D	Totale_Cat_E	Totale_Cat_F	Totale_Cat_G	Totale_Cat_H	Totale_Cat_I	Totale_Cat_J	Totale_Cat_K	Totale_Cat_L	Totale_Cat_M	Totale_Cat_N	Totale_Cat_P	Totale_Cat_Q	Totale_Cat_R	Totale_Cat_S	
TOT_DEST	1.000																											
P1	0.022	1.000																										
P18	0.015	0.892	1.000																									
P19	0.028	0.871	0.863	1.000																								
P20	0.030	0.874	0.823	0.876	1.000																							
P21	0.032	0.908	0.803	0.830	0.902	1.000																						
P47	0.158	0.717	0.584	0.569	0.596	0.667	1.000																					
P60	0.033	0.978	0.891	0.884	0.910	0.937	0.738	1.000																				
P131	0.047	0.905	0.855	0.764	0.748	0.789	0.759	0.897	1.000																			
PF3	0.081	0.844	0.752	0.786	0.789	0.807	0.652	0.820	0.712	1.000																		
Tot_Cat_B	0.108	0.166	0.524	0.580	0.796	0.854	0.178	0.639	-0.190	0.648	1.000																	
Tot_Cat_C	0.015	0.001	0.016	-0.012	-0.004	0.011	-0.009	0.005	0.017	-0.013	-0.488	1.000																
Tot_Cat_D	0.065	-0.222	-0.151	-0.152	-0.074	-0.198	-0.229	-0.214	-0.078	-0.203	-	0.066	1.000															
Tot_Cat_E	-0.099	-0.123	-0.076	-0.127	-0.113	-0.124	-0.153	-0.123	-0.131	-0.054	-	0.205	-0.266	1.000														
Tot_Cat_F	0.061	0.047	0.044	0.048	0.062	0.054	0.086	0.059	0.051	0.041	0.523	0.128	0.356	0.289	1.000													
Tot_Cat_G	0.175	0.110	0.084	0.102	0.104	0.103	0.150	0.121	0.101	0.130	-0.142	0.111	-0.017	-0.025	0.292	1.000												
Tot_Cat_H	0.019	-0.114	-0.111	-0.107	-0.108	-0.105	-0.069	-0.115	-0.105	-0.104	-0.024	0.053	-0.084	0.078	0.178	0.076	1.000											
Tot_Cat_I	0.265	-0.089	-0.089	-0.071	-0.072	-0.078	0.035	-0.079	-0.063	-0.048	-0.299	0.093	0.017	-0.044	0.244	0.326	0.348	1.000										
Tot_Cat_J	0.090	-0.022	-0.028	-0.014	-0.011	-0.017	-0.039	-0.030	0.003	-0.021	-0.269	0.104	0.623	0.031	0.114	0.145	0.018	0.177	1.000									
Tot_Cat_K	0.113	-0.104	-0.096	-0.099	-0.094	-0.093	-0.034	-0.102	-0.078	-0.095	-0.151	0.055	-0.092	0.097	0.092	0.119	0.103	0.180	0.123	1.000								
Tot_Cat_L	0.167	-0.063	-0.055	-0.088	-0.082	-0.082	0.110	-0.062	-0.019	-0.047	-0.842	0.092	0.026	-0.038	0.405	0.367	0.127	0.429	0.141	0.333	1.000							
Tot_Cat_M	0.327	-0.062	-0.068	-0.081	-0.068	-0.060	0.085	-0.053	-0.032	-0.045	0.597	0.088	0.003	-0.055	0.243	0.293	0.114	0.394	0.150	0.268	0.694	1.000						
Tot_Cat_N	0.111	-0.030	-0.036	-0.035	-0.027	-0.018	-0.001	-0.030	-0.030	-0.025	-0.356	0.057	-0.045	-0.019	0.063	0.204	0.042	0.311	0.142	0.412	0.467	0.433	1.000					
Tot_Cat_P	0.550	-0.132	-0.125	-0.123	-0.122	-0.129	-0.149	-0.134	-0.130	-0.143	0.386	0.035	0.138	0.083	-0.023	-0.009	-0.010	0.074	0.063	-0.023	-0.035	0.297	0.002	1.000				
Tot_Cat_Q	0.049	-0.057	-0.056	-0.059	-0.060	-0.058	-0.050	-0.061	-0.051	-0.060	0.899	0.005	0.095	0.348	0.019	0.006	-0.008	0.033	0.163	0.018	0.048	0.010	0.045	0.166	1.000			
Tot_Cat_R	0.172	-0.102	-0.087	-0.087	-0.092	-0.097	-0.067	-0.101	-0.088	-0.092	-0.568	0.000	-0.086	-0.063	0.029	0.061	0.044	0.093	-0.017	0.103	0.054	0.079	-0.018	0.147	0.258	1.000		
Tot_Cat_S	0.170	0.124	0.095	0.096	0.082	0.097	0.169	0.123	0.130	0.145	-0.368	0.100	0.286	-0.011	0.284	0.326	0.077	0.277	0.052	0.026	0.244	0.189	0.124	-0.067	0.007	0.117	1.000	

5.3.3. Analisi dei grafici a dispersione

In *Figura 31* e *Figura 32* si possono osservare i grafici a dispersione dove sono rappresentate sull'asse delle ascisse nel primo la variabile Tot_Cat_P (istruzione) e nel secondo la P47 (Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento). Sull'asse delle ordinate invece vi è la variabile relativa agli e-scooters TOT_DEST. Gli assi di entrambi i grafici sono stati zoomati per permetterne una visualizzazione migliore data l'alta densità di punti presenti.

Il grafico rappresentato nella *Figura 31* evidenzia la relazione tra le variabili destinazioni dei viaggi in e-scooter (TOT_DEST) e addetti all'istruzione (Tot_Cat_P). Possiamo osservare che i punti nel grafico mostrano una tendenza generale di crescita, come indicato dalla presenza della linea di tendenza. Tuttavia, è evidente che i punti sono molto dispersi lungo tutto il grafico, soprattutto per i valori più bassi delle variabili. In aggiunta alla dispersione dei punti, si notano numerosi outliers che si discostano dalla tendenza principale del grafico. Inoltre, si osserva la presenza di numerosi valori con la coordinata Y, indicante i valori della variabile Tot_Cat_P, molto vicini a zero. Questo può essere attribuito al fatto che i valori della variabile Tot_Cat_P rappresentano il numero di addetti nel settore dell'istruzione. Data l'alta disaggregazione della zonizzazione utilizzata, è plausibile che molte sezioni del territorio non contengano strutture o attività legate a questo settore.

Per quanto riguarda il grafico rappresentato nella *Figura 32*, che mostra la relazione tra le variabili TOT_DEST e P47, si può osservare una dispersione dei punti che non suggerisce l'esistenza di una tendenza lineare evidente. I punti si distribuiscono in modo sparso lungo l'intero grafico, rendendo difficile identificare una relazione chiara tra le variabili. Questo risultato era prevedibile, considerando che il coefficiente di correlazione di Pearson tra queste due variabili è solo 0.158, indicando una correlazione molto bassa. Questo valore suggerisce la mancanza di una relazione lineare significativa tra le variabili TOT_DEST e P47.

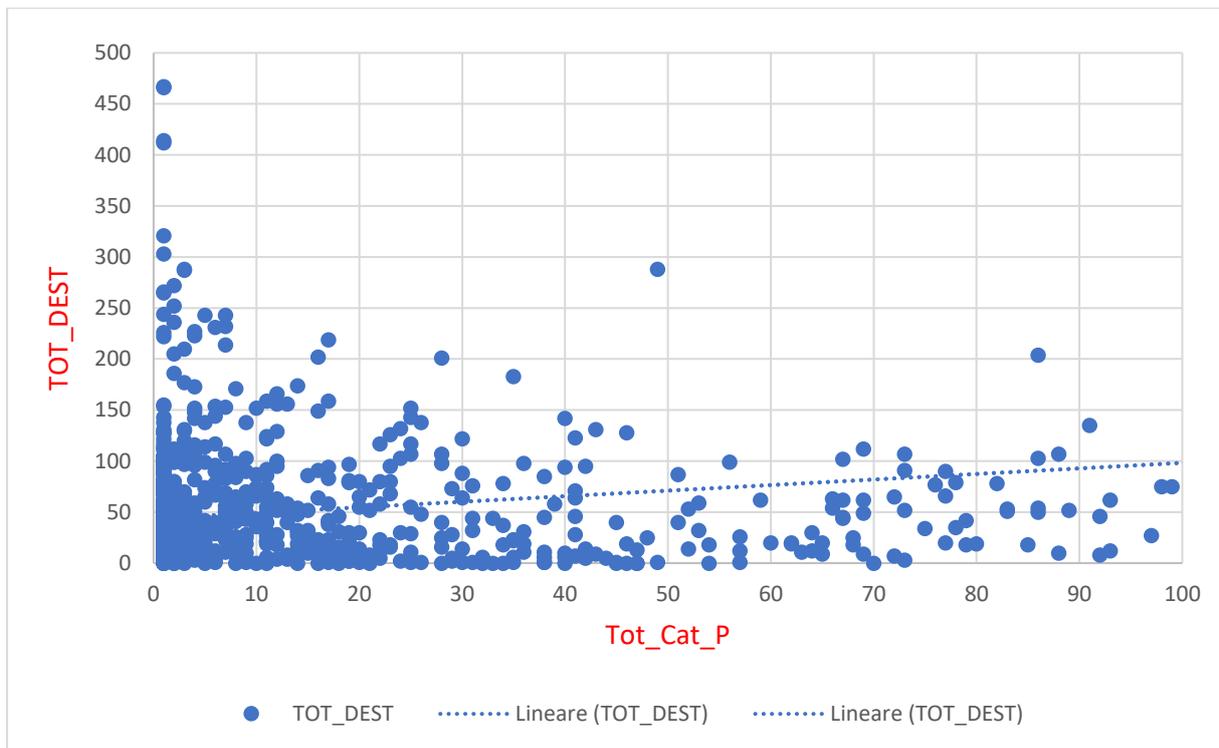


Figura 31: rappresentazione tramite grafici a dispersione del rapporto tra le variabili **TOT_DEST** e **Tot_Cat_P**

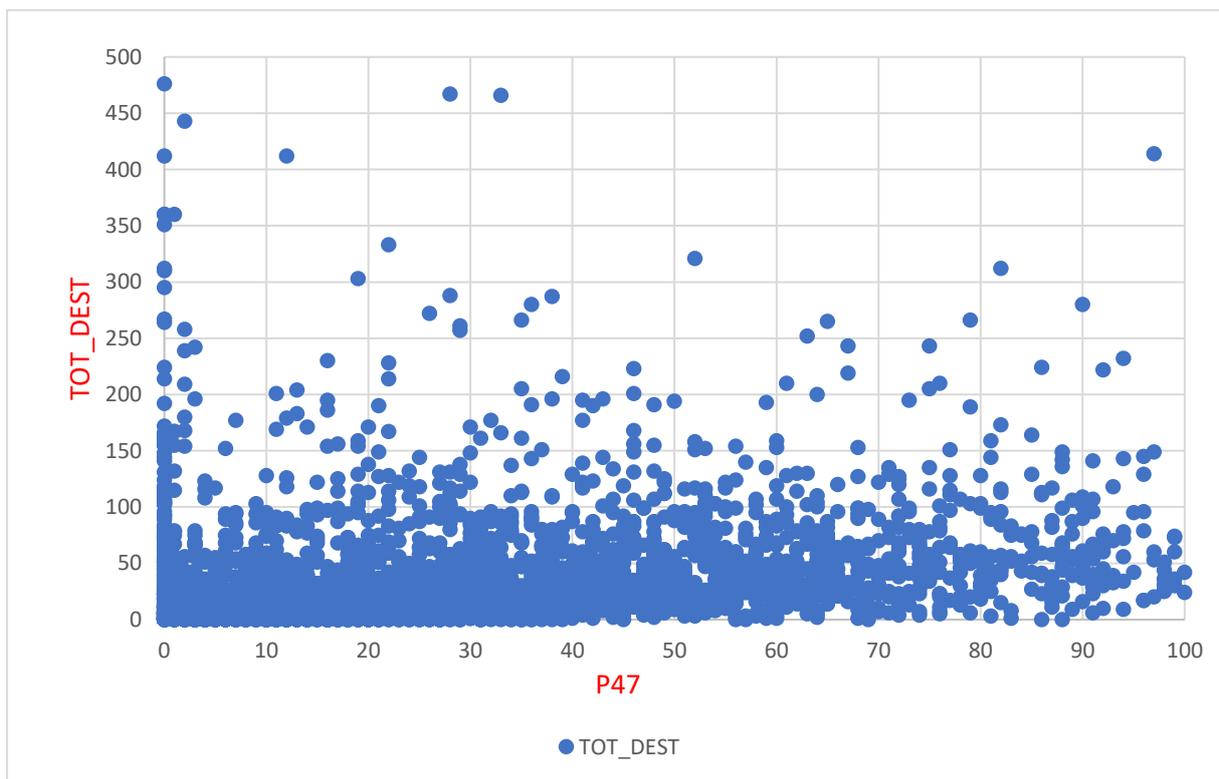


Figura 32: rappresentazione tramite grafici a dispersione del rapporto tra le variabili **TOT_DEST** e **P47**

5.4. CONFRONTO DEI RISULTATI TRA I LIVELLI DI ZONIZZAZIONE

Si vuole esporre un breve confronto tra i risultati di questa analisi preliminare sui tre livelli di aggregazione e indicare quale si intende mantenere per portare avanti lo studio.

Dato che le coppie di variabili migliori risultano le stesse sia per il livello di zonizzazione ACE che ISTMO possiamo confrontarli per evidenziare le differenze o uguaglianze presenti in entrambi. Nei grafici in *Figura 19* e *Figura 27*, che rappresentano la coppia di variabili TOT_DEST – Tot_Cat_I (destinazione degli spostamenti in e-scooter e attività dei servizi di alloggio e ristorazione), si può osservare che il comportamento è praticamente identico.

Esaminando invece la *Figura 21* e *Figura 29* in cui è rappresentata la coppia di variabili TOT_DEST – P47 (Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento) è chiaro che il comportamento a livello ISTMO risulta essere meno lineare, ma nel complesso è simile a quello riscontrato a livello ACE.

Rispetto alla zonizzazione ISTMO, la zonizzazione secondo le Aree di Censimento risulta essere più grezza e presenta delle zone con un'alta disomogeneità. Con questo si intende il fatto che all'interno di una medesima zona sono presenti, per esempio, sia aree industriali che residenziali, oppure zone universitarie unite a stazioni ferroviarie senza seguire un criterio logico dal punto di vista della mobilità. Questo è dovuto ovviamente allo scopo statistico con cui sono state costruite queste aree (paragrafo 4.3.2), piuttosto che a considerazioni legate alla mobilità e ai trasporti.

Dai risultati relativi al livello di aggregazione basato sulle Sezioni di Censimento si può constatare invece che tale zonizzazione non è adatta alla nostra analisi e non verrà più presa in considerazione. Questo perché, come discusso nel paragrafo 5.1.3, i coefficienti di correlazione sono molto bassi e non suggeriscono l'utilizzo di buone variabili per la specificazione di un modello successivo. Inoltre, il livello di disaggregazione elevato porta a numerosi dati mancanti per tutte le variabili prese in considerazione fino a questo punto. Di conseguenza, il numero di zone che può effettivamente contribuire ai risultati è limitato rispetto al totale. Infine, è importante considerare che questa suddivisione delle zone basata sulle sezioni di censimento non tiene conto di caratteristiche legate alla mobilità, ma è stata creata unicamente per scopi statistici dall'ISTAT.

Il livello di aggregazione ISTMO è quello su cui si intenderà fare comunque maggior riferimento. In primo luogo, perché tale zonizzazione è stata creata proprio ai fini di svolgere analisi di mobilità sul territorio del comune di Torino e cintura. In secondo luogo, perché rappresenta anche una via di mezzo tra le altre due zonizzazioni studiate. Nonostante i risultati relativi alla zonizzazione ACE risultino

migliori, con coefficienti di correlazione che si avvicinano quasi all'unità, occorre tenere in considerazione che il livello di aggregazione risulta essere molto elevato (meno della metà delle zone ISTMO). Questo, di conseguenza, unito ai criteri di formazione delle due zonizzazioni, visti nei paragrafi 4.3.1 e 4.3.2, porta a considerare i risultati basati sul livello ISTMO di maggiore interesse e peso all'interno dell'analisi.

6. MODELLI DI REGRESSIONE LINEARE

Nel presente capitolo, ci concentreremo sull'applicazione di modelli di regressione lineare al nostro caso studio. Questi rappresentano una potente e ampiamente utilizzata metodologia statistica per comprendere e analizzare le relazioni tra variabili dipendenti e indipendenti.

L'obiettivo principale di questo capitolo è quello di esaminare come i modelli di regressione lineare possano essere impiegati per valutare l'impatto delle diverse variabili indipendenti sull'andamento delle variabili dipendenti. Attraverso l'identificazione e l'analisi delle relazioni lineari tra le variabili, potremo ottenere una migliore comprensione dei fattori che influenzano il nostro caso studio e formulare previsioni basate su tali relazioni.

Prima di procedere con l'applicazione dei modelli di regressione lineare, esamineremo brevemente i concetti fondamentali e le principali assunzioni dietro a questa metodologia. Questo ci fornirà una solida base teorica per interpretare correttamente i risultati dei modelli e valutare la loro validità.

Infine, presenteremo i risultati dell'analisi dei modelli di regressione lineare. Valuteremo l'adeguatezza dei modelli, esamineremo l'importanza delle variabili indipendenti e analizzeremo le relazioni e i pattern emergenti.

Per lo svolgimento dell'analisi di regressione si è utilizzato il software "IBM SPSS Statistics".

6.1. INTRODUZIONE AI MODELLI DI REGRESSIONE LINEARE

La regressione lineare è un metodo statistico utilizzato per analizzare la relazione tra due o più variabili, una delle quali è considerata la variabile dipendente o di risposta, mentre l'altra o le altre sono considerate variabili indipendenti o predittive. Questo metodo cerca di stabilire una relazione lineare approssimata tra le variabili, in modo che sia possibile utilizzare il valore delle variabili indipendenti per prevedere il valore della dipendente.

L'obiettivo della regressione lineare è trovare una linea retta, chiamata retta di regressione, che rappresenti la migliore approssimazione della relazione tra le variabili. La retta di regressione viene determinata cercando di minimizzare la somma dei quadrati delle differenze tra i valori effettivi della variabile dipendente e i valori predetti della retta.

Nel caso più semplice, noto come regressione lineare semplice, si analizza la relazione tra due variabili. Essa però può essere estesa per includere più di una variabile indipendente, come nel nostro caso, ed è chiamata regressione lineare multipla. In questo caso, l'obiettivo è trovare una combinazione lineare delle variabili indipendenti che sia in grado di prevedere la variabile dipendente.

Il capitolo si concentrerà sull'esplorazione e l'ottimizzazione dei modelli di regressione lineare con lo scopo di svilupparne uno finale che sia accurato e affidabile per la previsione delle variabili dipendenti, che nel nostro caso corrispondono alla stima delle consegne degli e-scooters (variabile TOT_DEST).

6.2. DEFINIZIONE DELLE VARIABILI DIPENDENTI E INDIPENDENTI

Lo scopo di questo studio è andare a studiare l'uso degli e-scooters legato a caratteristiche di attività economiche e sociodemografiche. A tal scopo si ricerca un modello che possa predire in modo efficiente il numero di consegne di veicoli e-scooters in una determinata area. Quindi questa sarà la variabile dipendente o di risposta, che nel nostro studio corrisponde alla TOT_DEST presentata al capitolo 4.2.

Le variabili indipendenti che, potenzialmente, entreranno a far parte dei predittori dei nostri modelli corrispondono a quelle analizzate nel capitolo 5 e sono:

- ❖ Variabili sociodemografiche:
 - P1: popolazione residente - totale
 - P18: popolazione residente - età 20 - 24 anni
 - P19: popolazione residente - età 25 - 29 anni
 - P20: popolazione residente - età 30 - 34 anni
 - P21: popolazione residente - età 35 - 39 anni
 - P47: popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento
 - P60: popolazione residente - totale di 15 anni e più appartenente alle forze di lavoro totale
 - P131: popolazione residente - totale di 15 anni e più studenti

- PF3: famiglie residenti - 1 componente
- ❖ Variabili attività economiche:
 - Tot_Cat_C: attività manifatturiere
 - Tot_Cat_F: costruzioni
 - Tot_Cat_G: commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli
 - Tot_Cat_H: trasporto e magazzinaggio
 - Tot_Cat_I: attività dei servizi di alloggio e di ristorazione
 - Tot_Cat_J: servizi di informazione e comunicazione
 - Tot_Cat_K: attività finanziarie e assicurative
 - Tot_Cat_L: attività immobiliari
 - Tot_Cat_M: attività professionali, scientifiche e tecniche
 - Tot_Cat_N: noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese
 - Tot_Cat_P: istruzione
 - Tot_Cat_Q: sanità e assistenza sociale
 - Tot_Cat_R: attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento
 - Tot_Cat_S: altre attività di servizi

Tutte le variabili appena elencate risultano essere metriche. Per quanto riguarda quelle sociodemografiche, l'unità di misura o dimensione è il numero di persone, mentre per quelle delle attività economiche sono gli addetti.

6.3. METODOLOGIA E PROCESSO DI MODELLIZZAZIONE PER LA REGRESSIONE LINEARE

La specificazione dei modelli è stata effettuata utilizzando una metodologia stepwise ibrida per la regressione lineare. Essa è un approccio che combina elementi del metodo stepwise di aggiunta ed eliminazione delle variabili in modo iterativo. È utilizzata per selezionare un sottoinsieme ottimale di variabili indipendenti da includere in un modello di regressione lineare.

La metodologia stepwise ibrida generalmente comprende i seguenti passaggi:

- Passo di aggiunta: inizialmente viene selezionata una variabile indipendente che viene aggiunta al modello. Questa variabile può essere scelta in base a criteri come il p-value (generalmente con una soglia prestabilita, ad esempio $p\text{-value} < 0,05$);
- Passo di eliminazione: dopo aver aggiunto la variabile nel passo precedente, viene eseguita una fase di eliminazione. Vengono esaminati i coefficienti di regressione delle variabili presenti nel modello e viene valutata la loro significatività statistica. Se una variabile indipendente nel modello non è più significativa (ad esempio se il suo p-value supera una soglia specifica), viene rimossa dal modello.
- Iterazioni successive: i passi di aggiunta ed eliminazione vengono ripetuti iterativamente, aggiungendo nuove variabili significative e rimuovendo variabili non più significative dal modello. Questo processo continua fino a quando non si verificano ulteriori miglioramenti significativi nel modello o fino a quando non vengono soddisfatti determinati criteri di arresto (ad esempio, un valore massimo di p-value per le variabili nel modello).

È importante notare che l'uso di metodi come la stepwise può comportare alcuni rischi, come la mancata inclusione di variabili importanti, problemi di multicollinearità o di inclusione di variabili spurie. Per questo motivo, sono state preliminarmente eseguite nei capitoli precedenti analisi che possano essere di guida nella specificazione del modello, che deve basarsi non solo su meccanismi statistici ma sulla conoscenza reale del fenomeno che si intende studiare.

Per i modelli che verranno presentati vengono fornite le seguenti statistiche:

- Coefficienti di regressione (beta, errore standard, coefficiente t, significatività, tolleranza e indice VIF);
- Significatività complessiva del modello, determinata tramite un F-test sviluppato attraverso l'analisi della varianza ANOVA;
- Coefficiente di determinazione R^2 e R^2_{corr} ;
- Diagnostiche di collinearità (autovalore, indice dei contenuti);
- Grafico dei residui standardizzati.

Per arrivare a definire il modello finale, sono state seguite due strade distinte. Il primo approccio consiste nel partire da un modello completo, che includeva tutte le variabili precedentemente elencate, per poi procedere con una progressiva selezione, attraverso la metodologia stepwise, fino ad arrivare alla definizione del modello finale.

La seconda strada seguita è stata quella di avviare due modelli separati: uno che considerava solo le variabili sociodemografiche e un altro che includeva esclusivamente le variabili relative alle attività economiche. Successivamente, le variabili rilevanti ottenute dai risultati finali di entrambi i modelli sono state combinate in un unico modello. Per raffinare ulteriormente la selezione delle variabili, è stata applicata la metodologia stepwise, che ha portato alla definizione del risultato finale.

Questo approccio ibrido ha consentito di sfruttare al meglio le informazioni e le relazioni tra le variabili ricavate in precedenza. Infatti, per come è stato impostato il lavoro e dai risultati ottenuti andando ad analizzare le correlazioni al capitolo 5 che hanno permesso di sviluppare una conoscenza del fenomeno quello che si ricerca è lo sviluppo di un modello che riesca ad avvalersi sia di variabili sociodemografiche che delle attività economiche. Con questo secondo approccio si vuole proprio puntare in questa direzione forzando il programma a non escludere le variabili sociodemografiche, che sono quelle più problematiche dal punto di vista della collinearità, all'inizio del processo.

6.4. PRESENTAZIONE DEI RISULTATI DEI PRINCIPALI MODELLI SVILUPPATI

Sono stati sviluppati sul programma SPSS circa 40 modelli per giungere ai risultati finali dei due procedimenti seguiti che per comodità chiameremo percorso A e percorso B. Alla fine, entrambi convergono alla stessa soluzione che verrà presentata in modo dettagliato andando ad analizzare tutti i coefficienti e indici elencati al paragrafo precedente.

6.4.1. Analisi dell'approccio sviluppato per il percorso A

Il primo approccio adottato consiste nell'applicare una regressione lineare utilizzando la metodologia stepwise a un modello che include l'intero set di variabili descritte nel paragrafo 6.2.

Nella *Tabella 10* vengono riportati i coefficienti associati alle diverse variabili che descrivono la variazione delle consegne degli e-scooters (variabile TOT_DEST), insieme ai relativi test di significatività e collinearità. Nella *Tabella 11* sono presenti il coefficiente di determinazione R^2 e l'errore standard della stima. La *Tabella 12* mostra ulteriori test per verificare la presenza di collinearità.

Nella *Tabella 10*, i valori dei coefficienti che non rispettano i limiti di accettazione sono evidenziati in rosso. Analizzando i coefficienti beta, si può notare che le variabili Tot_Cat_L (attività immobiliari) e P60 (Popolazione residente - totale di 15 anni e più appartenente alle forze di lavoro totale) presentano

valori negativi, contrariamente ai risultati ottenuti nella *Tabella 8*, che mostravano correlazioni positive per queste variabili nei confronti della variabile dipendente TOT_DEST. Inoltre, sono evidenziati in rosso anche due valori dell'indice VIF (fattore di inflazione della varianza) considerati problematici. Un valore di VIF superiore a cinque indica la presenza di collinearità. Essi sono attribuiti alle variabili P60 e P18 (Popolazione residente - età 20 - 24 anni), da cui è plausibile aspettarsi questo genere di problematiche. Infatti, entrambe le variabili sociodemografiche descrivono caratteristiche della popolazione legate all'età prese dal medesimo campione e per come sono descritte è evidente che il gruppo di individui appartenenti alla variabile P18 ricade interamente all'interno della P60.

Nella *Tabella 12*, vengono mostrati i valori degli autovalori che dovrebbero essere distanti dal valore 0 il più possibile, e l'indice dei contenuti, considerato problematico per valori superiori al 15. Si nota come a partire dalla dimensione 7 del modello, i valori evidenziati sono prossimi o superano quelli critici appena spiegati e sono indicatori di una forte correlazione tra le variabili.

Nel proseguire con questo approccio, sono stati sviluppati ulteriori modelli di regressione lineare utilizzando la metodologia stepwise al fine di scremare gradualmente le variabili indipendenti che presentavano problemi di segno dei coefficienti o collinearità. Attraverso questo processo, è stato raggiunto un modello finale soddisfacente, il quale verrà presentato nel paragrafo 6.4.3. Durante la selezione delle variabili, si è posta particolare attenzione alla qualità e all'affidabilità del modello, al fine di ottenere risultati coerenti e significativi per l'analisi.

Tabella 10: modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.

Coefficienti^a							
Variabile	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati	t	Sign.	Statistiche di collinearità	
	B	Errore standard	Beta			Tolleranza	VIF
(Costante)	185,436	94,350		1,965	,052		
Tot_Cat_I	3,764	,487	,572	7,733	<,001	,450	2,224
P47	1,117	,162	,672	6,895	<,001	,259	3,858
Tot_Cat_L	-4,591	1,021	-,359	-4,498	<,001	,387	2,587
Tot_Cat_P	,607	,171	,185	3,543	<,001	,899	1,112
P18	4,872	1,569	,861	3,105	,002	,032	31,236
P60	-,779	,171	-1,417	-4,555	<,001	,025	39,292
Tot_Cat_S	7,452	2,655	,291	2,807	,006	,229	4,372

a. Variabile dipendente: TOT_DEST

Tabella 11: coefficiente di determinazione ed errore standard della stima del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.

Riepilogo del modello^j			
R	R-quadrato	R-quadrato adattato	Errore std. della stima
,834 ⁱ	,695	,678	523,549

i. Predittori: (costante), Tot_Cat_I, P47, Tot_Cat_L, Tot_Cat_P, P18, P60, Tot_Cat_S

j. Variabile dipendente: TOT_DEST

Tabella 12: diagnostiche di collinearità del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.

Diagnostiche di collinearità^a		
Dimensione	Autovalore	Indice contenuti
1	6,089	1,000
2	,784	2,788
3	,593	3,203
4	,218	5,284
5	,178	5,844
6	,080	8,708
7	,053	10,704
8	,004	36,933

a. Variabile dipendente: TOT_DEST

6.4.2. Analisi dell'approccio sviluppato per il percorso B

Il secondo approccio adottato consiste nell'iniziare con due modelli separati, entrambi basati sulla variabile dipendente TOT_DEST (totale consegne e-scooters), che successivamente convergono nella formazione di un modello unico. Nel primo modello, le variabili indipendenti di input includono tutte le variabili sociodemografiche elencate nel paragrafo 6.2, mentre nel secondo modello sono considerate tutte le variabili delle attività economiche, anch'esse presentate nel paragrafo 6.2.

L'obiettivo di questo approccio è esaminare separatamente l'effetto delle variabili sociodemografiche e delle variabili delle attività economiche sulla variabile dipendente. Successivamente, le variabili rilevanti dai due modelli vengono combinate per creare un modello unico che tenga conto di entrambi gli aspetti.

Questo approccio permette di valutare l'impatto specifico delle variabili sociodemografiche e delle variabili delle attività economiche sulle consegne degli e-scooters. Attraverso l'unione dei due modelli, si mira a ottenere un quadro completo e integrato dei fattori che influenzano le consegne degli e-

scooters, consentendo di identificare le variabili più significative per la predizione del totale delle consegne.

In *Tabella 13* vengono riportati i valori dei coefficienti associati alle diverse variabili sociodemografiche che descrivono la variazione delle consegne degli e-scooters e i relativi test di significatività e collinearità derivanti dall'ultimo modello sviluppato per le variabili sociodemografiche. Nella *Tabella 14* sono presenti il coefficiente di determinazione R^2 e l'errore standard della stima. La *Tabella 15* mostra ulteriori test per verificare la presenza di collinearità.

Si può notare che i coefficienti beta associati alla variabile P18 (Popolazione residente - età 20 - 24 anni) presentano un segno negativo, che è in contrasto con le aspettative e anche con i segni delle correlazioni osservate nella *Tabella 8*. Tuttavia, per quanto riguarda la significatività statistica e le misure di collinearità, i risultati sono all'interno dei limiti accettabili.

Tra tutti i modelli considerati per le variabili sociodemografiche, questo risulta essere il migliore in termini di capacità descrittiva dei coefficienti. Tuttavia, la presenza di segni negativi nei coefficienti beta indica che ci sono fattori che influenzano la relazione quando sono presenti più variabili sociodemografiche come predittori. Alla luce di queste considerazioni, si decide di includere solo la variabile P47 (Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento) come variabile sociodemografica da andare ad inserire nel modello di unione finale.

Tabella 13: modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.

Coefficienti^a							
Variabile	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati	t	Sign.	Statistiche di collinearità	
	B	Errore standard	Beta			Tolleranza	VIF
(Costante)	383,731	111,775		3,433	<,001		
P47	1,282	,143	,787	8,933	<,001	,564	1,772
P18	-1,893	,496	-,336	-3,814	<,001	,564	1,772

a. Variabile dipendente: TOT_DEST

Tabella 14: coefficiente di determinazione ed errore standard della stima del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.

Riepilogo del modello^c			
R	R-quadrato	R-quadrato adattato	Errore std. della stima
,619 ^b	,383	,374	731,590

b. Predittori: (costante), P47, P18

c. Variabile dipendente: TOT_DEST

Tabella 15: diagnostiche di collinearità del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.

Diagnostiche di collinearità^a		
Dimensione	Autovalore	Indice contenuti
1	2,673	1,000
2	,212	3,551
3	,115	4,832

a. Variabile dipendente: TOT_DEST

Tabella 16: test di significatività del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST tramite analisi della varianza (ANOVA – test F)

ANOVA^a					
	Somma dei quadrati	gl	Media quadratica	F	Sign.
Regressione	46822478,444	2	23411239,222	43,741	<,001 ^c
Residuo	75466538,494	141	535223,677		
Totale	122289016,938	143			

a. Variabile dipendente: TOT_DEST

c. Predittori: (costante), P47, P18

In *Tabella 17* vengono riportati i valori dei coefficienti associati alle diverse variabili sociodemografiche che descrivono la variazione delle consegne degli e-scooters e i relativi test di significatività e collinearità derivanti dall'ultimo modello finale sviluppato per le variabili delle attività economiche. Nella *Tabella 18* sono presenti il coefficiente di determinazione R^2 e l'errore standard della stima. La *Tabella 19* mostra ulteriori test per verificare la presenza di collinearità.

Le variabili indipendenti finali selezionate tramite la metodologia stepwise sono: Tot_Cat_I (attività dei servizi di alloggio e di ristorazione), Tot_Cat_P (istruzione) e Tot_Cat_S (altre attività di servizi). I coefficienti beta associati a queste variabili sono coerenti con le aspettative, e in particolare, si osserva che Tot_Cat_I ha un impatto maggiore rispetto alle altre due variabili. Non sono stati riscontrati problemi di significatività o di collinearità per queste variabili.

Di conseguenza, insieme alla variabile sociodemografica P47, le tre variabili menzionate saranno utilizzate per creare il modello finale di unione.

Tabella 17: modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.

Coefficienti^a							
Variabile	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati	t	Sign.	Statistiche di collinearità	
	B	Errore standard	Beta			Tolleranza	VIF
(Costante)	197,677	103,578		1,908	,059		
Tot_Cat_I	3,452	,466	,525	7,407	<,001	,704	1,420
Tot_Cat_P	,789	,198	,241	3,979	<,001	,965	1,036
Tot_Cat_S	5,219	1,814	,204	2,877	,005	,704	1,421

a. Variabile dipendente: TOT_DEST

Tabella 18: coefficiente di determinazione ed errore standard della stima del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.

Riepilogo del modello^d			
R	R-quadrato	R-quadrato adattato	Errore std. della stima
,740 ^c	,547	,537	627,468

c. Predittori: (costante), Tot_Cat_I, Tot_Cat_P, Tot_Cat_S

d. Variabile dipendente: TOT_DEST

Tabella 19: diagnostiche di collinearità del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.

Diagnostiche di collinearità^a		
Dimensione	Autovalore	Indice contenuti
1	2,994	1,000
2	,557	2,319
3	,312	3,096
4	,137	4,668

a. Variabile dipendente: TOT_DEST

Tabella 20: test di significatività del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST tramite analisi della varianza (ANOVA – test F)

ANOVA ^a					
	Somma dei quadrati	gl	Media quadratica	F	Sign.
Regressione	60951064,146	3	20317021,382	51,603	<,001 ^d
Residuo	50395579,763	128	393715,467		
Totale	111346643,909	131			

a. Variabile dipendente: TOT_DEST

d. Predittori: (costante), Tot_Cat_I, Tot_Cat_P, Tot_Cat_S

6.4.3. Modello finale

In questo paragrafo viene presentato il modello finale, che rappresenta il punto di arrivo sia del Percorso A che del Percorso B discussi nei paragrafi 6.4.1 e 6.4.2. Come spiegato all’inizio di questo capitolo le due vie seguite convergono ad una stessa soluzione il che rappresenta un ottimo risultato ai fini della nostra analisi.

In *Tabella 21* vengono riportati i valori dei coefficienti associati alle diverse variabili sociodemografiche che descrivono la variazione delle consegne degli e-scooters e i relativi test di significatività e collinearità derivanti dal modello finale. Nella *Tabella 22* sono presenti il coefficiente di determinazione R² e l'errore standard della stima. La *Tabella 23* mostra ulteriori test per verificare la presenza di collinearità. In *Tabella 24* infine vengono riportati la somma dei quadrati, la media quadratica e la significatività complessiva del modello.

Come si può osservare in *Tabella 21* il modello finale è composto oltre che dalla variabile dipendente TOT_DEST (totale consegne degli e-scooters) da tre variabili indipendenti (una sociodemografica e due delle attività economiche). Quelle selezionate sono: P47 (Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento), Tot_Cat_I (attività dei servizi di alloggio e di ristorazione) e Tot_Cat_P (istruzione).

Le prime due variabili corrispondono anche a quelle che dall’analisi di correlazione svolta al capitolo 5.2 sulla zonizzazione ISTMO presentavano i coefficienti di correlazione di Pearson migliori. La terza invece presentava un coefficiente decisamente inferiore.

Partendo dai coefficienti beta possiamo osservare che per tutte le variabili essi risultano positivi e sono coerenti con ciò che ci si aspettava dalle correlazioni analizzate. Si può notare dunque che la variabile che incide maggiormente sulle consegne degli e-scooters risulta essere quella legata alle attività dei

servizi di alloggio e di ristorazione. Anche le statistiche di collinearità risultano molto buone e non creano problemi sia per quanto riguarda la tolleranza che il coefficiente VIF.

Dall'analisi della varianza in *Tabella 24* si può verificare che la significatività globale del modello è ampiamente verificata; quindi, si può dire che il gruppo di variabili indipendenti predice la variabile dipendente in modo affidabile.

In *Tabella 25* e nella *Figura 33* sono riportate le statistiche descrittive dei residui e la loro distribuzione di frequenza rappresentata tramite un istogramma. Esso evidenzia che la distribuzione dei residui segue approssimativamente una distribuzione normale, con l'eccezione di un eccesso nel range compreso tra 0 e -0.5. Tuttavia, complessivamente, si può ritenere soddisfacente il fatto che la media dei residui è praticamente uguale a zero. Questo indica che il modello di regressione lineare è in grado di spiegare adeguatamente la variazione dei dati, poiché i residui, che rappresentano la discrepanza tra i valori osservati e quelli previsti dal modello, non mostrano un bias sistemico significativo.

Dopo aver visto le considerazioni più statistiche andiamo ad osservare dal punto di vista pratico i risultati ottenuti da questo modello.

Partendo dalla variabile P47, che rappresenta la popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento, diplomi universitari e diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento, si possono identificare diversi fattori che possono collegare questa variabile all'uso dei monopattini elettrici. Alcuni di questi possono essere:

- **Accesso alle informazioni:** le persone con un grado di istruzione più elevato possono essere più abili nel ricercare e accedere alle informazioni sull'utilizzo degli e-scooters;
- **Adattamento alla tecnologia:** i monopattini elettrici sono dispositivi che richiedono una certa abilità nell'utilizzo della tecnologia. Solitamente le persone con un livello di istruzione più elevato sono in grado di apprendere e adattarsi all'uso di nuove tecnologie più velocemente;
- **Conoscenza dei vantaggi:** le persone con una migliore istruzione potrebbero essere più consapevoli dei vantaggi ambientali e della sostenibilità dei monopattini elettrici rispetto ai mezzi di trasporto tradizionali. Inoltre, in città molto affollate come Torino, il monopattino elettrico risulta un metodo veloce che permette di superare agilmente il traffico intenso.

Per quanto riguarda la variabile Tot_Cat_P, essa rappresenta la distribuzione degli addetti nel campo dell'istruzione. Si può ipotizzare che il legame tra questa variabile e l'utilizzo dei monopattini elettrici sia principalmente influenzato dalla presenza di istituti scolastici e universitari. Infatti, l'aumento del numero di addetti all'istruzione può indicare la presenza di un gran numero di studenti, i quali

rappresentano un potenziale target per l'utilizzo dei monopattini elettrici. I seguenti motivi possono spiegare perché gli studenti potrebbero beneficiare di questo mezzo di trasporto:

- Modalità di trasporto conveniente: gli studenti, soprattutto quelli che frequentano scuole o università situate in zone urbane, possono trovare i monopattini elettrici un mezzo di trasporto conveniente per gli spostamenti quotidiani. Questi mezzi possono rappresentare una scelta pratica per raggiungere le lezioni, i campus universitari o altre destinazioni all'interno della città, evitando il traffico e riducendo i tempi di percorrenza.
- Agilità e versatilità: i monopattini elettrici offrono un'esperienza di trasporto agile e flessibile, consentendo agli studenti di evitare il traffico e di raggiungere facilmente destinazioni specifiche, come aule, biblioteche o attività extracurricolari all'interno dei campus universitari. La facilità di parcheggio e l'accessibilità rendono i monopattini elettrici un'opzione comoda per gli studenti.
- Alternativa al trasporto pubblico: gli studenti potrebbero preferire l'utilizzo dei monopattini elettrici rispetto al trasporto pubblico, soprattutto se si trovano in aree in cui il sistema di trasporto pubblico non è efficiente o non copre completamente le loro esigenze di spostamento. I monopattini elettrici offrono loro una maggiore flessibilità e autonomia negli spostamenti.

In sintesi, la presenza di un elevato numero di addetti all'istruzione può essere indicativa della presenza di istituzioni scolastiche e universitarie, creando un potenziale legame tra l'uso dei monopattini elettrici e la comunità studentesca.

La variabile Tot_Cat_I, che rappresenta gli addetti ai servizi di alloggio e ristorazione, è quella che presenta la correlazione positiva più significativa tra le tre variabili selezionate. Sebbene l'associazione tra l'uso dei monopattini elettrici e questo settore economico potrebbe non essere immediata, è plausibile supporre che la presenza di un elevato numero di addetti a tali servizi sia indicativa della presenza di numerose strutture di alloggio e ristorazione. In media, si può ipotizzare che queste attività commerciali siano concentrate in zone o punti specifici delle città, in cui sono presenti importanti attrazioni o poli di interesse.

Inoltre, ci sono una serie di vantaggi che i potenziali clienti di queste strutture possono ottenere utilizzando i monopattini elettrici sharing:

- Accessibilità: l'utilizzo dei monopattini elettrici sharing può migliorare l'accessibilità agli alberghi e ai ristoranti, consentendo ai clienti di raggiungere facilmente le loro destinazioni. Questo è particolarmente vantaggioso per strutture situate in zone affollate o con limitate opzioni di parcheggio, poiché i monopattini elettrici offrono un modo rapido e conveniente per spostarsi;

- Connessioni e convenienza: gli alberghi e i ristoranti spesso si trovano in posizioni centrali o in zone di interesse turistico, dove sono concentrati numerosi luoghi di attrazione. La presenza di monopattini elettrici sharing nelle vicinanze degli alberghi e dei ristoranti rende più comodo per i visitatori utilizzare tali mezzi di trasporto per spostarsi rapidamente tra diverse attrazioni e luoghi di ristoro;
- Domanda turistica: gli alberghi attirano i turisti, e la presenza di una vasta selezione di opzioni di ristorazione può stimolare l'afflusso di visitatori. Ciò può aumentare la richiesta di modalità di trasporto alternative come i monopattini elettrici sharing, che offrono un'opzione pratica e conveniente per esplorare la città durante il soggiorno.

In sintesi, la presenza di alberghi e ristoranti può influenzare l'uso dei monopattini elettrici sharing in termini di accessibilità, connessioni e convenienza, nonché grazie alla domanda turistica generata da queste strutture.

Tabella 21: modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.

Coefficienti ^a							
Modello	Coefficienti non standardizzati		Coefficienti standardizzati	t	Sign.	Statistiche di collinearità	
	B	Errore standard	Beta			Tolleranza	VIF
(Costante)	74,841	98,259		,762	,448		
Tot_Cat_I	3,636	,395	,550	9,207	<,001	,876	1,142
P47	,474	,102	,286	4,654	<,001	,829	1,206
Tot_Cat_P	,622	,192	,189	3,232	,002	,917	1,090

a. Variabile dipendente: TOT_DEST

Tabella 22: coefficiente di determinazione ed errore standard della stima del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.

Riepilogo del modello ^d			
R	R-quadrato	R-quadrato adattato	Errore std. della stima
,769 ^c	,591	,582	596,874

c. Predittori: (costante), Tot_Cat_I, P47, Tot_Cat_P

d. Variabile dipendente: TOT_DEST

Tabella 23: diagnostiche di collinearità del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.

Diagnostiche di collinearità^a		
Dimensione	Autovalore	Indice contenuti
1	2,973	1,000
2	,527	2,374
3	,343	2,944
4	,156	4,363

a. Variabile dipendente: TOT_DEST

Tabella 24: test di significatività del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST tramite analisi della varianza (ANOVA – test F)

ANOVA^a					
	Somma dei quadrati	gl	Media quadratica	F	Sign.
Regressione	67502862,921	3	22500954,307	63,159	<,001 ^d
Residuo	46669848,560	131	356258,386		
Totale	114172711,48	134			

a. Variabile dipendente: TOT_DEST

d. Predittori: (costante), Tot_Cat_I, P47, Tot_Cat_P

Tabella 25: statistiche dei residui del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST

Statistiche dei residui^a					
	Minimo	Massimo	Media	Deviazione std.	N
Valore previsto	213,07	4916,66	1073,63	709,755	135
Residuo	-1433,279	3180,129	,000	590,155	135
Valore previsto std.	-1,212	5,415	,000	1,000	135
Residuo standard	-2,401	5,328	,000	,989	135

a. Variabile dipendente: TOT_DEST

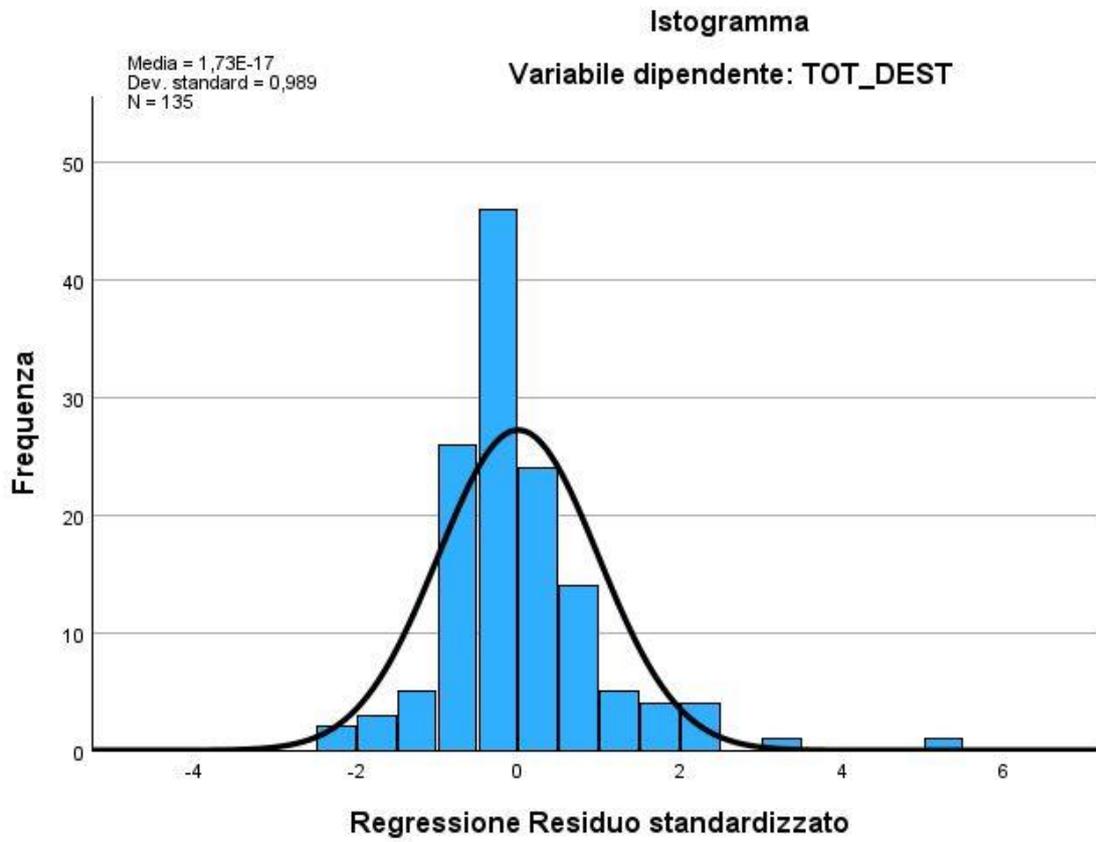


Figura 33: distribuzione della frequenza dei residui standardizzati del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST

7. SCENARI DI EVOLUZIONE DEL SERVIZIO

In questo capitolo si andranno a valutare dei possibili scenari di evoluzione del servizio procedendo ad applicare il modello finale sviluppato nel capitolo 6. In questo caso lo scenario consiste nell'ipotesi di ampliare l'area operativa sulle zone che sono state precedentemente escluse dall'analisi. Questa applicazione risulta utile sia per osservare come si comporta il modello in un caso reale, sia per verificare se vi sono eventuali aree con un alto potenziale di spostamenti generati che non sono coperte dal servizio di monopattini elettrici in condivisione. Si sottolinea che gli scenari andremo a studiare sono riferiti alla situazione delle aree operative presente durante il periodo di raccolta dati, quindi Marzo – Aprile 2022. Le possibili aree di espansione considerate saranno solo quelle che rientrano nei confini dei comuni considerati nell'analisi: Torino e Collegno. Infatti, se l'ampliamento dovesse andare ad intaccare anche le amministrazioni di altri comuni limitrofi vi sarebbero una serie di fattori burocratici ulteriori da prendere in considerazione. In conclusione, si considera l'ipotesi di ampliamento esclusivamente sui territori comunali su cui già insistono le aree operative dei servizi. Inoltre, per avere un maggior dettaglio dell'area, si utilizzerà la zonizzazione per sezioni di censimento che presenta un grado di suddivisione del territorio maggiore.

7.1. PROCESSO DI SCELTA DELLE POTENZIALI ZONE DI ESPANSIONE

Per andare a selezionare le potenziali aree di espansione si è partiti dalle zone che in precedenza sono state escluse da questa analisi osservabili in *Figura 34*. Il primo passo è stato quello di applicare il modello finale, visto al paragrafo 6.4.3., a tutte le potenziali zone di espansione. In questo modo si sono ottenuti gli spostamenti in termini di arrivi che ognuna sarebbe in grado di generare. Il modello viene applicato secondo la seguente equazione:

$$TOT_DEST = 74,841 + 3,636 * Tot_Cat_I + 0,622 * Tot_Cat_P + 0,474 * P47$$

Dove:

- *TOT_DEST* rappresenta la variabile dipendente destinazione degli spostamenti in monopattino elettrico annuali;
- *Tot_Cat_I* rappresenta la variabile indipendente relativa al numero di addetti alle attività di alloggio e ristorazione (*Tot_Cat_I*);

- *Tot_Cat_P* rappresenta la variabile dipendente relativa al numero di addetti all'istruzione (*Tot_Cat_P*).
- *P47* rappresenta la variabile dipendente relativa alla Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento (*P47*);

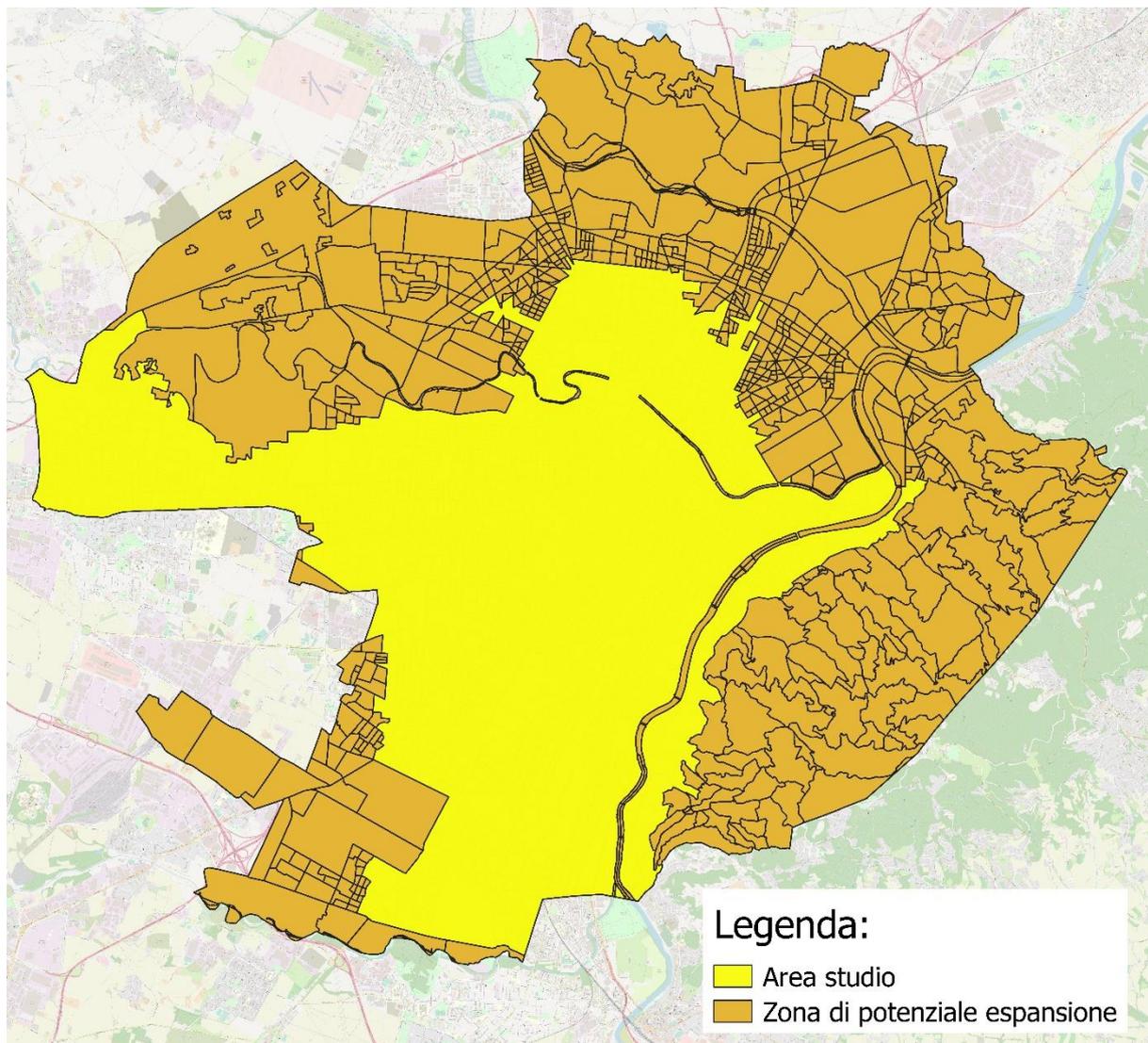


Figura 34: visualizzazione dell'area studio in giallo e delle potenziali zone di espansione in ocra

Una volta applicato il modello ad ogni zona di potenziale espansione si è notata la presenza di zone per cui tutte le variabili indipendenti che rientrano nel modello erano pari a zero oppure con dato mancante. Quindi per non dare peso a questi casi in cui il risultato sarebbe dipeso esclusivamente dalla costante del modello si è deciso di escluderle da questo processo. In *Figura 35* è possibile visualizzare la mappa che rappresenta gli spostamenti assoluti, suddivisi per fasce, con colorazione che varia dal bianco al rosso in funzione del totale. In giallo è rappresentata l'area di studio già analizzata in questo elaborato mentre in grigio sono evidenziate proprio le zone escluse dal processo.

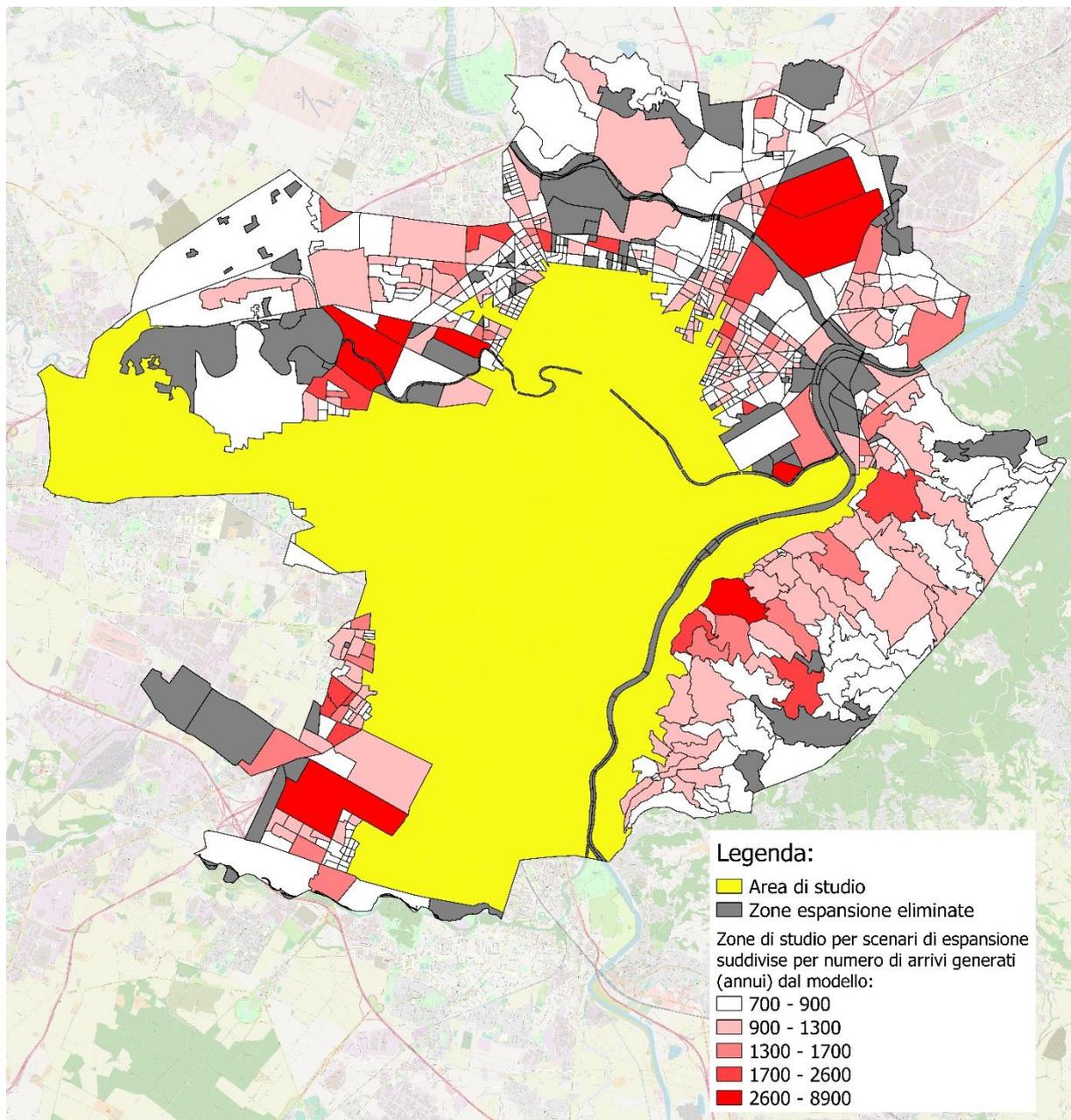


Figura 35: visualizzazione zone potenziali di espansione suddivise in fasce in funzione degli spostamenti prodotti, dell'area studio del progetto in giallo e in grigio le zone escluse da questa fase di analisi

Il passo successivo è stato quello di calcolare gli spostamenti relativi alla superficie di ogni zona. Sono stati presi i valori assoluti calcolati in precedenza e suddivisi per l'area in chilometri quadrati per non trovarsi a lavorare con concentrazioni espresse in numeri decimali molto piccoli. In *Figura 36* è possibile osservare la medesima mappa vista in *Figura 35*, ma con al posto dei valori assoluti quelli relativi suddivisi in fasce dalle zone con concentrazione minore in bianco a quelle con concentrazione maggiore in rosso più intenso.

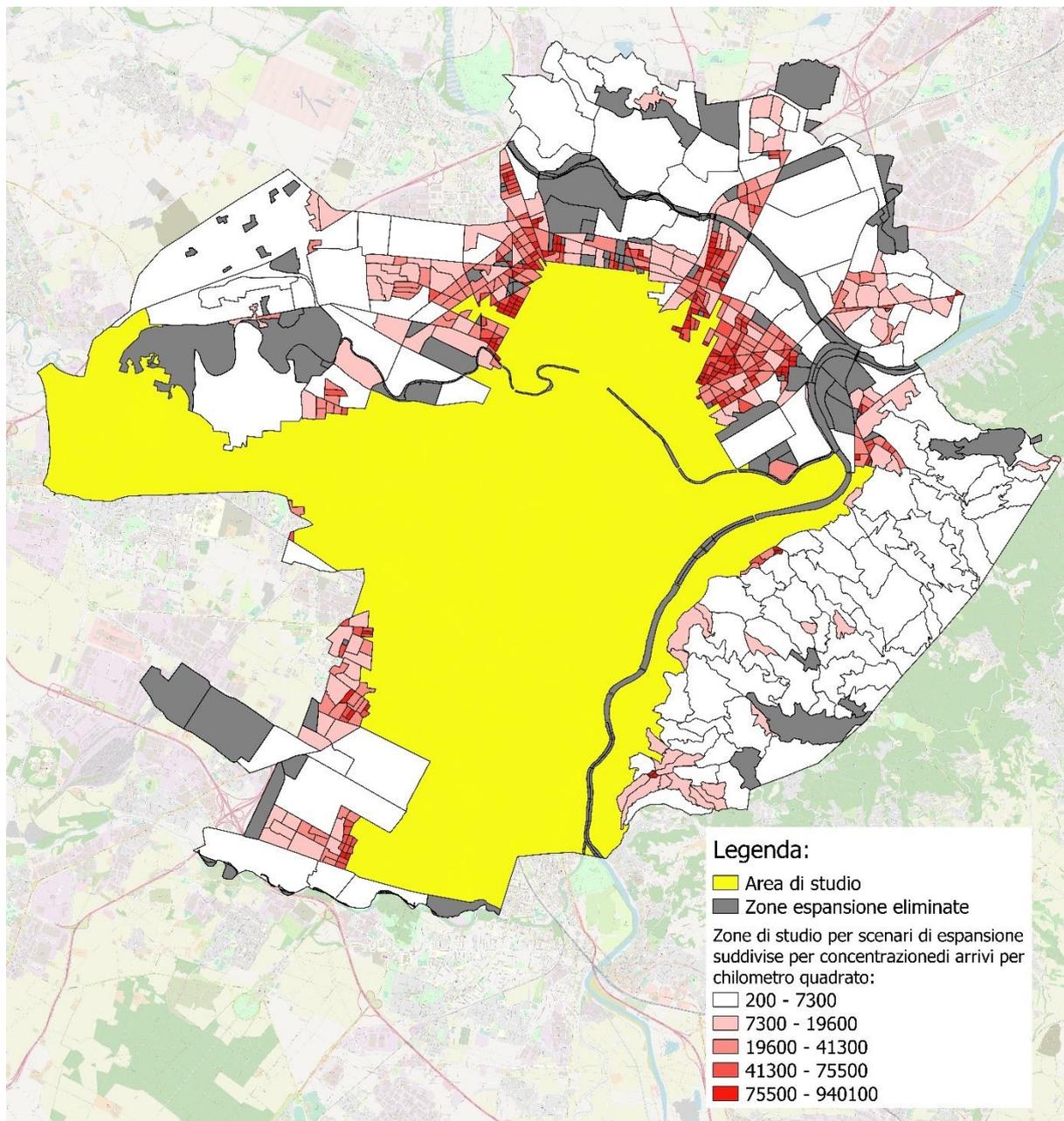


Figura 36: visualizzazione zone potenziali di espansione suddivise in fasce in funzione degli spostamenti relativi alla superficie, dell'area studio del progetto in giallo e in verde le zone escluse da questa fase di analisi

Dopo aver ottenuto questi due risultati, è possibile procedere con la selezione delle possibili zone di espansione. A tal proposito, è necessario stabilire alcuni criteri di selezione basati sul territorio e sul corretto funzionamento del servizio. Il primo criterio riguarda la conformazione morfologica del terreno. Come menzionato nel capitolo 4, i monopattini elettrici non possono essere utilizzati su pendenze troppo ripide per lunghi periodi. Questi mezzi sono dotati di motori elettrici efficienti in pianura, ma non sono adatti per affrontare salite superiori al 10-11° di pendenza. Pertanto, tutte le zone a est del fiume Po che si estendono sulla collina di Torino non saranno considerate come potenziali zone di espansione. La seconda condizione da rispettare è che le zone selezionate devono essere costituite da un insieme contiguo di sezioni di censimento che compongono la nostra zonizzazione. Non sarebbe sensato selezionare un gran numero di sezioni disconnesse tra loro, poiché ciò non

avrebbe un grande impatto percepito dai clienti, che probabilmente non noterebbero nemmeno l'ampliamento dell'area operativa esistente. Inoltre, le zone selezionate devono garantire una continuità territoriale con la stessa.

A questo punto definiti i principali vincoli di selezione si è pensato che la discriminante maggiore per la selezione delle zone dovesse essere la concentrazione cioè gli spostamenti relativi alla superficie. Si è giunti a questa conclusione osservando l'enorme disparità di area presente tra sezioni di censimento estremamente piccole e altre molto estese. Questo può generare una percezione falsata dei valori assoluti, in quanto connessi a superfici da servire molto diverse. Per spiegare meglio questo si osserva un esempio esplicativo riportato in *Figura 37*. Si possono osservare che sono stati evidenziati due gruppi di sezioni di censimento. I risultati relativi agli spostamenti generati e alla superficie dei due gruppi sono riportati in *Tabella 26*.

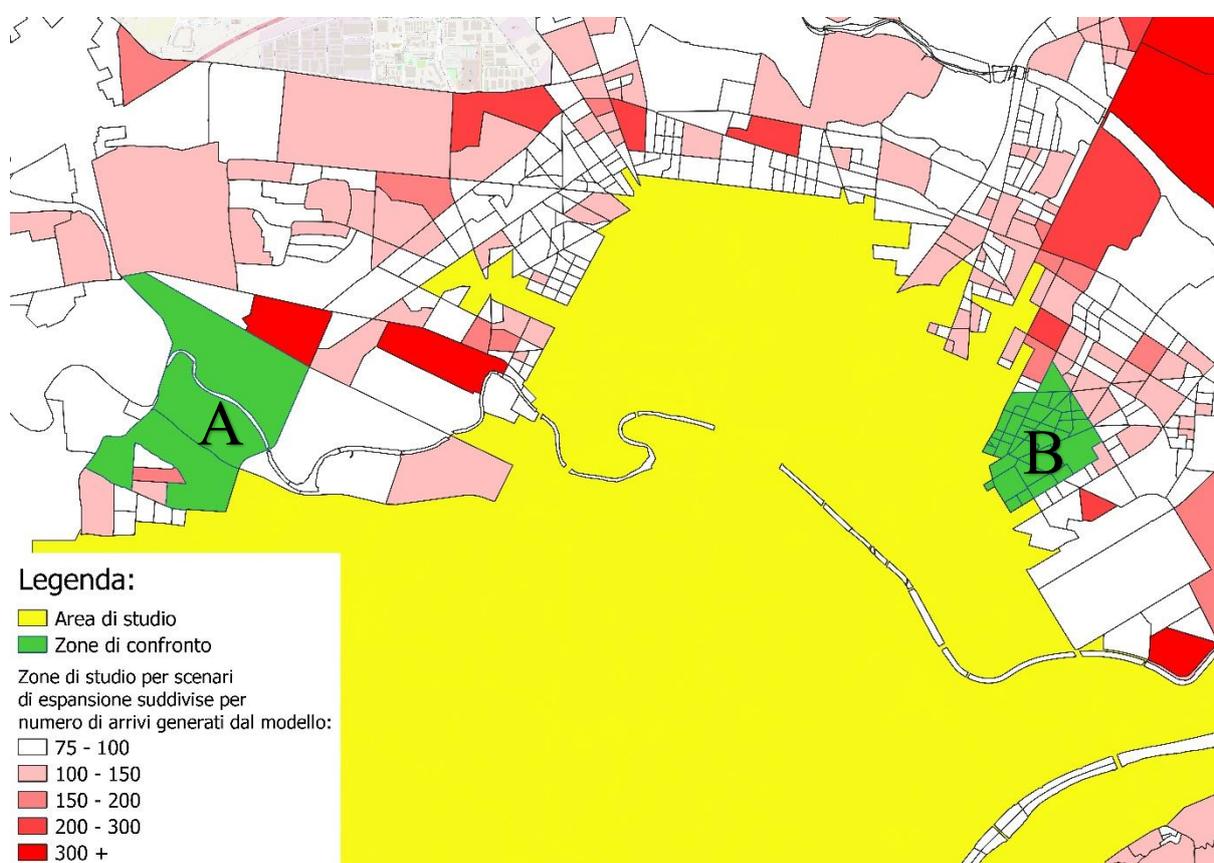


Figura 37: visualizzazione del confronto tra zone con superficie e valori generati di spostamenti diversi (evidenziate in verde)

Tabella 26: risultati spostamenti generati (TOT_DEST) e superficie totale in chilometri quadrati delle due zone di esempio

	TOT_DEST (anno)	Area (km²)
Gruppo A	7934	1.301098
Gruppo B	30929	0.531778

Risulta evidente quindi come le proporzioni tra spostamenti generati e superficie coperta siano nettamente a favore del gruppo B. Infatti, nonostante questo sia composto da un numero nettamente maggiore di sezioni, il fatto che esse presentino una superficie molto piccola fa sì che a conti fatti sia più conveniente massimizzare il numero di spostamenti sulla superficie piuttosto che considerare i valori assoluti sulle singole zone. È inoltre logico pensare che i costi da parte degli operatori sia per ricevere i permessi di utilizzo delle aree, sia per gestirle operativamente crescano al crescere della superficie; quindi, a parità di produttività sarà preferibile avere la minor superficie da coprire.

7.2. DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DI ESPANSIONE SCELTI

Di seguito si andranno a presentare gli scenari di evoluzione del servizio identificati in tre zone distinte che verranno identificate come Zona di espansione A, Zona di espansione B e Zona di espansione C. In *Figura 38* è possibile osservare le tre zone distinte per colore, due situate a nord dell'area di studio della tesi e una a sud – ovest di essa.

In *Tabella 27* vengono riportati i risultati complessivi relativi alle tre potenziali zone di espansione selezionate. Si può osservare l'area totale espressa in chilometri quadrati, il totale degli spostamenti potenzialmente prodotti in un anno di tutte le sezioni che compongono ciascuna zona secondo l'applicazione del modello e infine il totale degli spostamenti prodotti rapportato all'area totale. La zona che potenzialmente può portare la maggior quantità di spostamenti annuali prodotti risulta la Zona di espansione B, che presenta più del doppio di spostamenti rispetto alla Zona di espansione A e più di una volta e mezza gli spostamenti della Zona di espansione C.

Tabella 27: risultati area, spostamenti prodotti e concentrazione

	Area (km ²)	Spostamenti prodotti TOT_DEST (anno)	Spostamenti relativi alla superficie (TOT_DEST/Area)
Zona_espansione_A	1.55	35110	22632
Zona_espansione_B	2.10	98420	46781
Zona_espansione_C	1.36	60060	44129

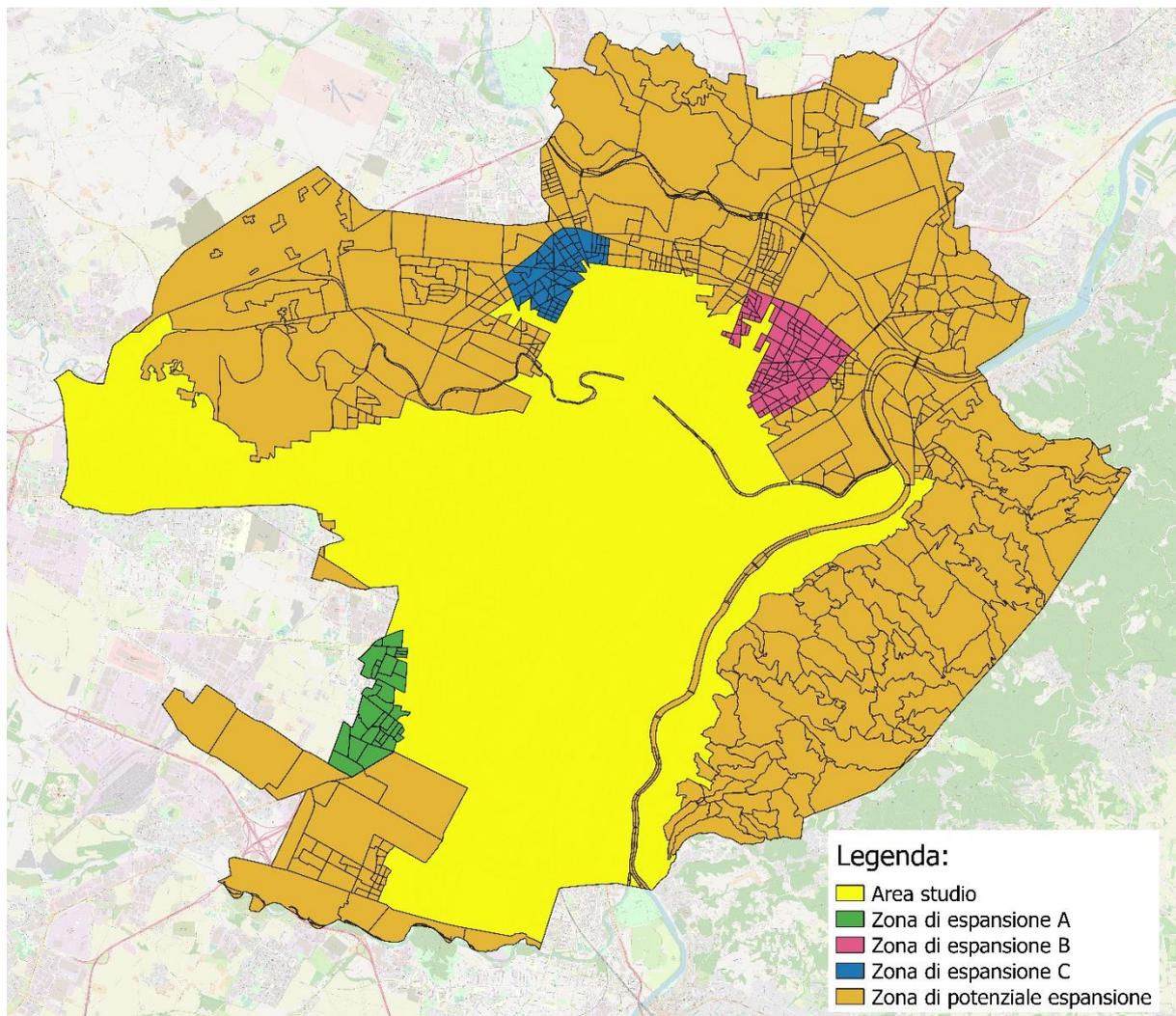


Figura 38: mappa rappresentante le tre zone di espansione scelte

La Zona di espansione A è un'area prevalentemente residenziale situata nel quartiere di Mirafiori Nord. Caratterizzata dalla presenza di numerose scuole, parchi pubblici e centri di attività sportive, al suo interno non sono presenti grandi centri commerciali o attività economiche che occupino una vasta superficie. Si tratta di una zona periferica, ai limiti con l'area urbana e distante dal centro città, che confina con un'area principalmente rurale a ovest. A sud è delimitata da corso Orbassano, quasi ai limiti della tangenziale di Torino, mentre a nord ed est confina con altre zone residenziali del quartiere di Mirafiori. È servita principalmente da strade secondarie di quartiere che potrebbero essere adatte al traffico dei monopattini elettrici, poiché sono prive di traffico intenso.

La Zona di espansione B è un'area prevalentemente residenziale situata tra i quartieri di Barriera di Milano, Regio Parco e Rebaudengo. Si trova molto più vicina al centro città rispetto alla precedente; infatti, pur essendo una zona periferica, è caratterizzata da una maggiore densità del costruito rispetto alla Zona di espansione A. Anche in questo caso, la zona è caratterizzata dalla presenza di numerose scuole di tutti i gradi. A nord è delimitata da corso Grosseto e via Sandro Botticelli, a est da via Bologna, mentre a sud e ovest confina con altre zone del quartiere di Barriera di Milano. Essendo

un'area posizionata in prossimità dei principali corridoi che dirigono il traffico verso nord a Torino, in particolare verso l'autostrada Torino-Milano, sono presenti numerosi corsi e viali ad alto traffico che richiedono la presenza di piste ciclabili per garantire una viabilità sicura per i monopattini elettrici.

La Zona di espansione C è un'area residenziale in cui al suo interno si innesta la parte finale di una grande zona industriale limitrofa. Si trova tra i quartieri di Barriera di Lanzo, Madonna di Campagna e Lucento. In questo caso siamo di fronte a una zona molto variegata nell'uso del suolo. Si alternano aree residenziali ad industrie e anche a zone commerciali di vendita di beni. Vi è presenza di scuole e parchi. A nord è delimitata da via Andrea Sansovino e via Paolo Veronese, ad ovest da strada Altessano e a sud ed est da zone del quartiere di Madonna di Campagna. Come per la Zona di espansione B anche in questo caso l'area è attraversata da importanti arterie stradali per la città di Torino quali Corso Grosseto, Corso Toscana e Corso Lombardia altamente trafficate. Anche in questo caso occorre una buona pianificazione per quanto riguarda il potenziamento di piste ciclabili.

I risultati in *Tabella 27* evidenziano come l'espansione verso la zona Nord di Torino è la scelta che potrebbe dare l'apporto migliore in termini di utilizzo del servizio. Infatti, entrambi gli scenari di espansione che riguardano il caso della zona B e della zona C presentano sia in fatto di spostamenti assoluti che relativi alla superficie valori superiori alla zona A situata nella parte sud di Torino.

8. CONCLUSIONI

In quest'ultimo capitolo si riportano i risultati maggiormente significativi ottenuti dal seguente elaborato cercando di evidenziarne le lacune e i possibili sviluppi per studi futuri. Il fulcro centrale della tesi è quello di comprendere come gli spostamenti tramite i servizi di monopattini elettrici in condivisione vengano influenzati dall'uso del suolo. Per rispondere a questa domanda sono state utilizzate sia l'analisi di correlazione che lo studio di modelli di regressione lineare su una serie di variabili sociodemografiche e di attività economiche riferite a singole porzioni del tessuto urbano, insieme ai dati operativi dei servizi.

La prima evidenza che emerge durante la trattazione dell'elaborato è l'importanza della scelta del tipo di zonizzazione da adottare. In questo studio la zonizzazione che è risultata più adatta è quella derivante dal progetto ISTMO. Essa possiede un livello di zonizzazione che mantiene la rappresentatività delle variabili e risulta compatibile con la quantità di dati a disposizione.

Passando ai risultati dell'analisi di correlazione e dei modelli di regressione lineare si è stabilito che la variabile delle attività economiche legata agli addetti delle attività di alloggio e ristorazione (variabile Tot_Cat_I nel nostro dataset) è quella che presenta un grado di correlazione maggiore con gli spostamenti in monopattino elettrico. Questo risultato trova riscontri solamente in pochi dei lavori di letteratura internazionale analizzati (Huo J. Et al., 2021 (Huo et al., 2021); Christoforou Z. et al., 2023[8]; Yang H. et al., 2022 [22]). Le aree con un alto numero di addetti alla ristorazione e agli alloggi presentano anche un alto numero di spostamenti generati.

Il grado di istruzione è la seconda maggiore discriminante nell'utilizzo dei monopattini elettrici. I risultati dimostrano che tra le variabili sociodemografiche quella che rappresenta la popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento (variabile P47 nel nostro dataset) influenza positivamente l'utilizzo dei monopattini elettrici. Questa evidenza trova riscontro parzialmente nello studio di Yang H. et al., 2022 [22], dove vengono prese in considerazione le persone in possesso di laurea triennale.

Ai fini della determinazione del modello di regressione lineare, solamente tre variabili si sono dimostrate utilizzabili senza creare problemi di collinearità e problematiche relative alla significatività o alla correttezza dei segni dei coefficienti beta. Queste variabili selezionate sono gli addetti delle attività di alloggio e ristorazione, la popolazione residente con titoli superiori al diploma e gli addetti all'istruzione. Considerata la semplicità del modello ci si può ritenere soddisfatti di tale risultato anche se un numero così limitato di variabili non presenta la giusta varietà per andare a considerare quanti

più aspetti passano influenzare effettivamente l'utilizzo dei monopattini elettrici. In questo studio però ci si è volutamente focalizzati solo su alcuni aspetti specifici del problema e non si sono presi in considerazione molti fattori e variabili che invece sono stati analizzati in altri studi.

I risultati ottenuti, simulando possibili scenari di espansione delle aree operative, dimostrano una maggiore potenziale domanda nella zona Nord del comune di Torino. Questo dato risulta essere prezioso per i fornitori dei servizi, in quanto permette loro di capire in quale direzione espandere le proprie aree operative per rispondere alle esigenze degli utenti. D'altro canto, anche per le amministrazioni, conoscere il comportamento di questi servizi di micromobilità è fondamentale. Ciò consente di favorire una corretta mobilità sul territorio e di garantire la sicurezza di coloro che fanno uso di questi mezzi, sempre più diffusi nelle città di grandi dimensioni. La raccolta di dati e l'analisi delle tendenze di utilizzo consentiranno alle autorità di prendere decisioni più consapevoli riguardo alla pianificazione e alla regolamentazione del servizio, promuovendo così un sistema di trasporto urbano più efficiente e sicuro.

Per gli studi futuri e lo sviluppo di modelli predittivi più accurati, si consiglia di considerare una maggiore varietà di variabili e di affrontare il maggior numero possibile di aspetti. Una grossa limitazione di questo studio è stata la mancata considerazione della distribuzione temporale degli spostamenti. Questo fattore è sicuramente importante in quanto può portare a molte considerazioni legate al tipo di utenza che utilizza i mezzi in determinate ore del giorno o periodi dell'anno. Pertanto, per una comprensione più completa dei modelli di utilizzo, sarebbe opportuno includere l'analisi delle fluttuazioni orarie e la loro relazione con le caratteristiche sociodemografiche degli utenti. Inoltre, è consigliabile considerare anche altre variabili rilevanti come le condizioni meteorologiche, gli eventi speciali o le restrizioni del traffico, al fine di ottenere modelli predittivi più accurati e rappresentativi della realtà.

INDICE DELLE FIGURE

<i>Figura 1: immagine di un monopattino elettrico ritratto sotto la Mole Antonelliana simbolo di Torino</i>	11
<i>Figura 2: grafico che mostra la variazione delle flotte di monopattini presenti sul territorio italiano, tratto dal 6° rapporto nazionale sulla sharing mobility</i>	12
<i>Figura 3: rappresentazione dei punti di Origine e Destinazione su software QGis</i>	33
<i>Figura 4: confini comunali di Torino e Collegno e aree operative Helbiz e Dott</i>	38
<i>Figura 5: mappa sezioni censuarie Istat di Torino e Collegno</i>	39
<i>Figura 6: ulteriori sezioni censuarie considerate al di fuori delle aree operative conosciute, zona Nord-Est di Torino</i>	40
<i>Figura 7: ulteriori sezioni censuarie considerate al di fuori delle aree operative conosciute, zona Nord-Ovest di Torino</i>	41
<i>Figura 8: ulteriori sezioni censuarie considerate al di fuori delle aree operative conosciute, zona Sud-Ovest di Torino</i>	41
<i>Figura 9: ulteriori sezioni censuarie considerate al di fuori delle aree operative conosciute, zona Sud-Est di Torino</i>	42
<i>Figura 10: confronto tra aree censuarie iniziali e aree censuarie mantenute dopo la scrematura</i>	43
<i>Figura 11: estrapolato dalla tabella del database Attività Economiche</i>	47
<i>Figura 12: mappa rappresentante l'area di studio suddivisa secondo il livello di aggregazione basato sulle Sezioni di Censimento dell'Istat ed evidenziate in giallo le sezioni in cui sono presenti dati rimossi</i>	51
<i>Figura 13: mappa rappresentante l'area di studio suddivisa secondo il livello di aggregazione basato sulle Sezioni di Censimento dell'Istat ed evidenziate in giallo le sezioni in cui sono presenti dati rimossi, zoom sulla zona centrale</i>	52
<i>Figura 14: mappa rappresentante l'area di studio suddivisa secondo il livello di aggregazione basato sulle Aree di Censimento dell'Istat</i>	53
<i>Figura 15: mappa di confronto tra le 261 zone iniziali derivanti dal progetto ISTMO e le 144 zone mantenute</i>	54
<i>Figura 16: mappa rappresentante l'area di studio suddivisa secondo il livello di aggregazione basato sulla zonizzazione ISTMO</i>	55
<i>Figura 17: rappresentazione su mappa tramite istogrammi dei valori relativi delle variabili TOT_DEST, TOT_ORIG e Tot_Cat_I</i>	64

<i>Figura 18: rappresentazione su mappa tramite istogrammi dei valori relativi delle variabili TOT_DEST, TOT_ORIG e P47</i>	<i>64</i>
<i>Figura 19: rappresentazione tramite grafici a dispersione del rapporto tra le variabili TOT_DEST, TOT_ORIG e Tot_Cat_I.....</i>	<i>67</i>
<i>Figura 20: mappa rappresentante le zone con valori che si discostano dalla retta di regressione tra la variabile Tot_Cat_I e le variabili TOT_ORIG e TOT_DEST</i>	<i>67</i>
<i>Figura 21: rappresentazione tramite grafici a dispersione del rapporto tra le variabili TOT_DEST, TOT_ORIG e P47.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 22:mappa rappresentante le zone con valori che si discostano dalla retta di regressione tra la variabile P47 e le variabili TOT_ORIG e TOT_DEST</i>	<i>68</i>
<i>Figura 23: rappresentazione su mappa tramite istogrammi dei valori relativi delle variabili TOT_DEST e Tot_Cat_I.....</i>	<i>74</i>
<i>Figura 24: zoom su zona centrale della rappresentazione su mappa tramite istogrammi dei valori relativi delle variabili TOT_DEST e Tot_Cat_I.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 25: rappresentazione su mappa tramite istogrammi dei valori relativi delle variabili TOT_DEST e P47.....</i>	<i>75</i>
<i>Figura 26: zoom su zona centrale della rappresentazione su mappa tramite istogrammi dei valori relativi delle variabili TOT_DEST e P47.....</i>	<i>76</i>
<i>Figura 27: rappresentazione tramite grafici a dispersione del rapporto tra le variabili TOT_DEST e Tot_Cat_I</i>	<i>78</i>
<i>Figura 28: mappa rappresentante le zone con valori che si discostano dalla retta di regressione tra la variabile Tot_Cat_I e la variabile TOT_DEST</i>	<i>79</i>
<i>Figura 29: rappresentazione tramite grafici a dispersione del rapporto tra le variabili TOT_DEST e P47</i>	<i>79</i>
<i>Figura 30: mappa rappresentante le zone con valori che si discostano dalla retta di regressione tra la variabile Tot_Cat_I e la variabile TOT_DEST.....</i>	<i>80</i>
<i>Figura 31: rappresentazione tramite grafici a dispersione del rapporto tra le variabili TOT_DEST e Tot_Cat_P</i>	<i>85</i>
<i>Figura 32: rappresentazione tramite grafici a dispersione del rapporto tra le variabili TOT_DEST e P47</i>	<i>85</i>
<i>Figura 33: distribuzione della frequenza dei residui standardizzati del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.....</i>	<i>103</i>

INDICE DELLE TABELLE

<i>Tabella 1: tabella descrittiva del dataset relativo agli e-scooters</i>	32
<i>Tabella 2: tabella descrittiva del database sulle attività economiche SCE 2011</i>	35
<i>Tabella 3: tabella riassuntiva delle variabili sociodemografiche selezionate dal dataset Popolazione e Abitazioni</i>	45
<i>Tabella 4: tabella riepilogativa degli outliers eliminati dalle variabili delle attività economiche</i>	47
<i>Tabella 5: tabella riassuntiva delle variabili selezionate relative al dataset Attività Economiche con breve descrizione e nomenclatura relativa utilizzata nell'analisi.</i>	49
<i>Tabella 6: matrice delle correlazioni lineari di tutte le variabili selezionate per il livello di aggregazione delle Aree di Censimento con il TOT_ORIG</i>	60
<i>Tabella 7: matrice delle correlazioni lineari di tutte le variabili selezionate per il livello di aggregazione delle Aree di Censimento con il TOT_DEST</i>	61
<i>Tabella 8: matrice delle correlazioni lineari di tutte le variabili selezionate per il livello di aggregazione ISTMO con il TOT_DEST</i>	72
<i>Tabella 9: matrice delle correlazioni lineari di tutte le variabili selezionate per il livello di aggregazione delle Sezioni di Censimento con il TOT_DEST</i>	83
<i>Tabella 10: modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.</i>	93
<i>Tabella 11: coefficiente di determinazione ed errore standard della stima del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.</i>	93
<i>Tabella 12: diagnostiche di collinearità del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.</i>	94
<i>Tabella 13: modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.</i>	95
<i>Tabella 14: coefficiente di determinazione ed errore standard della stima del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.</i>	96
<i>Tabella 15: diagnostiche di collinearità del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.</i>	96
<i>Tabella 16: test di significatività del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST tramite analisi della varianza (ANOVA – test F)</i>	96
<i>Tabella 17: modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.</i>	97
<i>Tabella 18: coefficiente di determinazione ed errore standard della stima del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.</i>	97
<i>Tabella 19: diagnostiche di collinearità del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.</i>	97

<i>Tabella 20: test di significatività del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST tramite analisi della varianza (ANOVA – test F)</i>	98
<i>Tabella 21: modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.</i>	101
<i>Tabella 22: coefficiente di determinazione ed errore standard della stima del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.</i>	101
<i>Tabella 23: diagnostiche di collinearità del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST.</i>	102
<i>Tabella 24: test di significatività del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST tramite analisi della varianza (ANOVA – test F)</i>	102
<i>Tabella 25: statistiche dei residui del modello di regressione lineare della variabile TOT_DEST ...</i>	102

BIBLIOGRAFIA

1. Antonella Balistreri, & Direzione Centrale delle Rilevazioni Censuarie e Registri Statistici (DCCR). (n.d.). *Atti-CIS_Fascicolo_5*.
2. Azienda Torinese Mobilità (ATM), Centro Studi sui Sistemi di Trasporto (CSST), & MIZAR Automazione. (n.d.). *PROGETTO ISTMO Torino, 3 Aprile 2000 43/GP*.
3. Baek, K., Lee, H., Chung, J. H., & Kim, J. (2021). Electric scooter sharing: How do people value it as a last-mile transportation mode? *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 90. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102642>
4. 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, 264–272. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2020.04.005>
5. Caspi, O., Smart, M. J., & Noland, R. B. (2020). Spatial associations of dockless shared e-scooter usage. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 86. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102396>
6. Chicco, A., & Diana, M. (2022). Understanding micro-mobility usage patterns: A preliminary comparison between dockless bike sharing and e-scooters in the city of Turin (Italy). *Transportation Research Procedia*, 62, 459–466. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2022.02.057>
7. Christoforou, Z., Gioldasis, C., de Bortoli, A., & Seidowsky, R. (2021). Who is using e-scooters and how? Evidence from Paris. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 92. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.102708>
8. Christoforou, Z., Psarrou Kalakoni, A. M., & Farhi, N. (2023). Neighborhood characteristics encouraging micromobility: An observational study for tourists and local users. *Travel Behaviour and Society*, 32. <https://doi.org/10.1016/j.tbs.2023.02.002>
9. Fazio, M., Giuffrida, N., Le Pira, M., Inturri, G., & Ignaccolo, M. (2021). Planning suitable transport networks for e-scooters to foster micromobility spreading. *Sustainability (Switzerland)*, 13(20). <https://doi.org/10.3390/su132011422>
10. Huo, J., Yang, H., Li, C., Zheng, R., Yang, L., & Wen, Y. (2021). Influence of the built environment on E-scooter sharing ridership: A tale of five cities. *Journal of Transport Geography*, 93. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103084>

11. Istat. (n.d.). *Descrizione-dati-Pubblicazione-2016.03.09*.
12. Istat. (2009). *Classificazione delle attività economiche Ateco 2007 : derivata dalla Nace Rev. 2*. Istat.
13. Istat. (2017). *Basi territoriali e variabili censuarie*.
<https://www.istat.it/it/archivio/104317>
14. Istat. (2022, March 30). *CLASSIFICAZIONE DELLE ATTIVITÀ ECONOMICHE ATECO*. <https://www.istat.it/it/archivio/17888>
15. Laa, B., & Leth, U. (2020). Survey of E-scooter users in Vienna: Who they are and how they ride. *Journal of Transport Geography*, 89.
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102874>
16. Liu, M., Mathew, J. K., Horton, D., & Bullock, D. M. (2020). Analysis of Recreational and Last Mile E-Scooter Utilization in Different Land Use Regions. *IEEE Intelligent Vehicles Symposium, Proceedings*, 1378–1385.
<https://doi.org/10.1109/IV47402.2020.9304650>
17. McKenzie, G. (2019). Spatiotemporal comparative analysis of scooter-share and bike-share usage patterns in Washington, D.C. *Journal of Transport Geography*, 78, 19–28.
<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2019.05.007>
18. Mehzabin Tuli, F., Mitra, S., & Crews, M. B. (2021). Factors influencing the usage of shared E-scooters in Chicago. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 154, 164–185. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2021.10.008>
19. Mobilitydata. (n.d.). *GBFS: A Common Language for Shared Mobility*. Retrieved 22 April 2023, from GBFS: A Common Language for Shared Mobility
20. Osservatorio Nazionale SHARING MOBILITY. (2022). *6° Rapporto Nazionale sharing-mobility*.
21. Wikipedia. (n.d.). *Ufficio del censimento degli Stati Uniti d'America*. Retrieved 27 April 2023,
https://it.wikipedia.org/wiki/Ufficio_del_censimento_degli_Stati_Uniti_d%27America
22. Yang, H., Zheng, R., Li, X., Huo, J., Yang, L., & Zhu, T. (2022). Nonlinear and threshold effects of the built environment on e-scooter sharing ridership. *Journal of Transport Geography*, 104. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2022.103453>

ALLEGATI

ALLEGATO 1: Tabella delle variabili sociodemografiche estrapolate dal dataset Popolazione e Abitazioni con evidenziate in giallo quelle utilizzate ai fini delle analisi di correlazione e regressione

NOME_CAMPO	DEFINIZIONE
CODREG	Codice numerico che identifica univocamente la regione nell'ambito del territorio nazionale
REGIONE	Denominazione della regione
CODPRO	Codice numerico che identifica univocamente la provincia nell'ambito del territorio nazionale
PROVINCIA	Denominazione della provincia
CODCOM	Codice numerico che identifica univocamente il comune nell'ambito del territorio provinciale
COMUNE	Denominazione del comune
PROCOM	Codice numerico che identifica univocamente il comune nell'ambito del territorio nazionale. Il valore è ottenuto dalla concatenazione del campo CODPRO con il campo CODCOM a tre digit
SEZ2011	Codice numerico che identifica univocamente la sezione di censimento 2011 nell'ambito del territorio nazionale. Il valore è ottenuto dalla concatenazione del campo PROCOM con il campo NSEZ a 7 digit
NSEZ	Numero che identifica univocamente la sezione di censimento 2011 nell'ambito del territorio comunale. Con riferimento alle zone in contestazione, nel caso ci siano degli individui residenti nel comune a cui la sezione non è assegnata, viene indicata una sezione fittizia con codice 9999999 o 9999998 con gli individui residenti. Le sezioni di censimento con codice 8888881, 8888882, etc. (fino a 8888889) sono sezioni fittizie, utilizzate per collocare le persone "senza tetto" iscritte in anagrafe a un indirizzo convenzionale stabilito dal Comune. In queste sezioni vengono collocati anche eventuali senza tetto iscritti in anagrafe presso associazioni o strutture di accoglienza. Fanno eccezione le persone senza tetto censite a Roma Capitale che, se iscritte in anagrafe presso associazioni o strutture di accoglienza, in accordo con l'Ufficio Comunale di Censimento, sono state collocate nelle sezioni di pertinenza delle stesse associazioni. I codici 7777777, presenti nel file relativo ai dati del censimento 2011 della Regione Abruzzo, individuano sezioni fittizie presenti nei comuni colpiti dagli eventi sismici dell'aprile 2009. Queste sezioni sono state utilizzate per collocare le famiglie che alla data del censimento erano temporaneamente domiciliate in un comune diverso da quello di iscrizione anagrafica, come stabilito dall'Istat con apposita circolare (circolare n. 7 del 20 luglio 2011, prot. n. 5839), secondo quanto previsto dal Piano Generale di Censimento
ACE	Numero che identifica univocamente l'area di censimento nell'ambito del territorio comunale
CODLOC	Codice numerico che identifica la località 2011 nell'ambito del territorio

	comunale. Il codice è composto da 5 cifre (Es. 10001). Il primo posto è riservato alla tipologia di località (vedere la descrizione del campo TIPOLOC nel file di diffusione per località)
CODASC	Codice numerico che identifica univocamente l'area subcomunale, ove presente, nell'ambito del territorio comunale
P1	Popolazione residente - totale
P2	Popolazione residente - maschi
P3	Popolazione residente - femmine
P4	Popolazione residente - celibi/nubili
P5	Popolazione residente - coniugati/e (+ separati/e di fatto)
P6	Popolazione residente - separati/e legalmente
P7	Popolazione residente - vedovi/e
P8	Popolazione residente - divorziati/e
P9	Popolazione residente - maschi celibi
P10	Popolazione residente - maschi coniugati o separati di fatto
P11	Popolazione residente - maschi separati legalmente
P12	Popolazione residente - maschi vedovi
P13	Popolazione residente - maschi divorziati
P14	Popolazione residente - età < 5 anni
P15	Popolazione residente - età 5 - 9 anni
P16	Popolazione residente - età 10 - 14 anni
P17	Popolazione residente - età 15 - 19 anni
P18	Popolazione residente - età 20 - 24 anni
P19	Popolazione residente - età 25 - 29 anni
P20	Popolazione residente - età 30 - 34 anni
P21	Popolazione residente - età 35 - 39 anni
P22	Popolazione residente - età 40 - 44 anni
P23	Popolazione residente - età 45 - 49 anni
P24	Popolazione residente - età 50 - 54 anni
P25	Popolazione residente - età 55 - 59 anni
P26	Popolazione residente - età 60 - 64 anni
P27	Popolazione residente - età 65 - 69 anni
P28	Popolazione residente - età 70 - 74 anni
P29	Popolazione residente - età > 74 anni
P30	Popolazione residente - maschi - età < 5 anni
P31	Popolazione residente - maschi - età 5 - 9 anni
P32	Popolazione residente - maschi - età 10 - 14 anni
P33	Popolazione residente - maschi - età 15 - 19 anni
P34	Popolazione residente - maschi - età 20 - 24 anni
P35	Popolazione residente - maschi - età 25 - 29 anni
P36	Popolazione residente - maschi - età 30 - 34 anni
P37	Popolazione residente - maschi - età 35 - 39 anni
P38	Popolazione residente - maschi - età 40 - 44 anni
P39	Popolazione residente - maschi - età 45 - 49 anni
P40	Popolazione residente - maschi - età 50 - 54 anni
P41	Popolazione residente - maschi - età 55 - 59 anni
P42	Popolazione residente - maschi - età 60 - 64 anni

P43	Popolazione residente - maschi - età 65 - 69 anni
P44	Popolazione residente - maschi - età 70 - 74 anni
P45	Popolazione residente - maschi - età > 74 anni
P46	Popolazione residente - totale di 6 anni e più
P47	Popolazione residente con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento
P48	Popolazione residente con diploma di scuola secondaria superiore (maturità + qualifica)
P49	Popolazione residente con media inferiore
P50	Popolazione residente con licenza elementare
P51	Popolazione residente - alfabeti
P52	Popolazione residente - analfabeti
P53	Popolazione residente - maschi di 6 anni e più
P54	Popolazione residente - maschi con laurea vecchio e nuovo ordinamento + diplomi universitari + diplomi terziari di tipo non universitario vecchio e nuovo ordinamento
P55	Popolazione residente - maschi con diploma di scuola secondaria superiore (maturità + qualifica)
P56	Popolazione residente - maschi con media inferiore
P57	Popolazione residente - maschi con licenza elementare
P58	Popolazione residente - maschi alfabeti
P59	Popolazione residente - maschi analfabeti
P60	Popolazione residente - totale di 15 anni e più appartenente alle forze di lavoro totale
P61	Popolazione residente - totale di 15 anni e più occupata (FL)
P62	Popolazione residente - totale di 15 anni e più disoccupata in cerca nuova occupazione
P64	Popolazione residente - maschi di 15 anni e più appartenente alle forze di lavoro
P65	Popolazione residente - maschi di 15 anni e più occupata (FL)
P66	Popolazione residente - maschi di 15 anni e più disoccupata in cerca nuova occupazione
P128	Popolazione residente - totale di 15 anni e più non appartenente alle forze di lavoro (NFL)
P129	Popolazione residente - maschi di 15 anni e più non appartenente alle forze di lavoro (NFL)
P130	Popolazione residente - totale di 15 anni e più casalinghi/e
P131	Popolazione residente - totale di 15 anni e più studenti
P132	Popolazione residente - totale maschi di 15 anni e più studenti
P135	Popolazione residente - totale di 15 anni e più in altra condizione
P136	Popolazione residente - totale maschi di 15 anni e più in altra condizione
P137	Popolazione residente che si sposta giornalmente nel comune di dimora abituale
P138	Popolazione residente che si sposta giornalmente fuori del comune di dimora abituale
P139	Popolazione residente - totale di 15 anni e più percettori di reddito da lavoro o capitale
P140	Popolazione residente - totale maschi di 15 anni e più percettori di reddito da lavoro o capitale
ST1	Stranieri e apolidi residenti in Italia - totale
ST2	Stranieri e apolidi residenti in Italia - maschi

ST3	Stranieri e apolidi residenti in Italia - età 0 - 29 anni
ST4	Stranieri e apolidi residenti in Italia - età 30 - 54 anni
ST5	Stranieri e apolidi residenti in Italia - età > 54 anni
ST6	Stranieri e apolidi residenti in Italia - maschi - età 0 - 29 anni
ST7	Stranieri e apolidi residenti in Italia - maschi - età 30 - 54 anni
ST8	Stranieri e apolidi residenti in Italia - maschi - età > 54 anni
ST9	Stranieri residenti in Italia - Europa
ST10	Stranieri residenti in Italia - Africa
ST11	Stranieri residenti in Italia - America
ST12	Stranieri residenti in Italia - Asia
ST13	Stranieri residenti in Italia - Oceania
ST14	Apolidi residenti in Italia
ST15	Stranieri residenti in Italia - totale
A2	Abitazioni occupate da almeno una persona residente
A3	Abitazioni vuote e abitazioni occupate solo da persone non residenti
A5	Altri tipi di alloggio occupati
A6	Abitazioni vuote
A7	Abitazioni occupate solo da persone non residenti
A44	Superficie delle abitazioni occupate da almeno una persona residente
A46	Famiglie in alloggi in affitto
A47	Famiglie in alloggi di proprietà
A48	Famiglie che occupano l'alloggio ad altro titolo
PF1	Famiglie residenti - totale
PF2	Famiglie residenti - totale componenti
PF3	Famiglie residenti - 1 componente
PF4	Famiglie residenti - 2 componenti
PF5	Famiglie residenti - 3 componenti
PF6	Famiglie residenti - 4 componenti
PF7	Famiglie residenti - 5 componenti
PF8	Famiglie residenti - 6 e oltre componenti
PF9	Componenti delle famiglie residenti di 6 e oltre componenti
E1	Edifici e complessi di edifici - totale
E2	Edifici e complessi di edifici utilizzati
E3	Edifici ad uso residenziale
E4	Edifici e complessi di edifici (utilizzati) ad uso produttivo, commerciale, direzionale/terziario, turistico/ricettivo, servizi, altro
E5	Edifici ad uso residenziale in muratura portante
E6	Edifici ad uso residenziale in calcestruzzo armato
E7	Edifici ad uso residenziale in altro materiale (acciaio, legno, ecc.)
E8	Edifici ad uso residenziale costruiti prima del 1919
E9	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1919 al 1945
E10	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1946 al 1960
E11	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1961 al 1970
E12	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1971 al 1980
E13	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1981 al 1990
E14	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 1991 al 2000

E15	Edifici ad uso residenziale costruiti dal 2001 al 2005
E16	Edifici ad uso residenziale costruiti dopo il 2005
E17	Edifici ad uso residenziale con un piano
E18	Edifici ad uso residenziale con 2 piani
E19	Edifici ad uso residenziale con 3 piani
E20	Edifici ad uso residenziale con 4 piani o più
E21	Edifici ad uso residenziale con un interno
E22	Edifici ad uso residenziale con 2 interni
E23	Edifici ad uso residenziale da 3 a 4 interni
E24	Edifici ad uso residenziale da 5 a 8 interni
E25	Edifici ad uso residenziale da 9 a 15 interni
E26	Edifici ad uso residenziale con 16 interni o più
E27	Totale interni in edifici ad uso residenziale
E28	Edifici ad uso residenziale con stato di conservazione ottimo
E29	Edifici ad uso residenziale con stato di conservazione buono
E30	Edifici ad uso residenziale con stato di conservazione mediocre
E31	Edifici ad uso residenziale con stato di conservazione pessimo

ALLEGATO 2: Tabella delle attività economiche suddivise secondo la classificazione Ateco e utilizzate come variabili per l'analisi svolta

Ateco 2007	
B: estrazione di minerali da cave e miniere	
05: estrazione di carbone (esclusa torba)	
051: estrazione di antracite	
06: estrazione di petrolio greggio e di gas naturale	
061: estrazione di petrolio greggio	
062: estrazione di gas naturale	
07: estrazione di minerali metalliferi	
072: estrazione di minerali metalliferi non ferrosi	
08: altre attività di estrazione di minerali da cave e miniere	
081: estrazione di pietra, sabbia e argilla	
089: estrazione di minerali da cave e miniere nca	
09: attività dei servizi di supporto all'estrazione	
091: attività di supporto all'estrazione di petrolio e di gas naturale	
099: attività di supporto per l'estrazione da cave e miniere di altri minerali	
C: attività manifatturiere	
10: industrie alimentari	
101: lavorazione e conservazione di carne e produzione di prodotti a base di carne	
102: lavorazione e conservazione di pesce, crostacei e molluschi	
103: lavorazione e conservazione di frutta e ortaggi	
104: produzione di oli e grassi vegetali e animali	

105: industria lattiero-casearia
106: lavorazione delle granaglie, produzione di amidi e di prodotti amidacei
107: produzione di prodotti da forno e farinacei
108: produzione di altri prodotti alimentari
109: produzione di prodotti per l'alimentazione degli animali
11: industria delle bevande
110: industria delle bevande
12: industria del tabacco
120: industria del tabacco
13: industrie tessili
131: preparazione e filatura di fibre tessili
132: tessitura
133: finissaggio dei tessili
139: altre industrie tessili
14: confezione di articoli di abbigliamento, confezione di articoli in pelle e pelliccia
141: confezione di articoli di abbigliamento, escluso abbigliamento in pelliccia
142: confezione di articoli in pelliccia
143: fabbricazione di articoli di maglieria
15: fabbricazione di articoli in pelle e simili
151: preparazione e concia del cuoio, fabbricazione di articoli da viaggio, borse, pelletteria e selleria, preparazione e tintura di pellicce
152: fabbricazione di calzature
16: industria del legno e dei prodotti in legno e sughero (esclusi i mobili), fabbricazione di articoli in paglia e materiali da intreccio
161: taglio e piallatura del legno
162: fabbricazione di prodotti in legno, sughero, paglia e materiali da intreccio
17: fabbricazione di carta e di prodotti di carta
171: fabbricazione di pasta-carta, carta e cartone
172: fabbricazione di articoli di carta e cartone
18: stampa e riproduzione di supporti registrati
181: stampa e servizi connessi alla stampa
182: riproduzione di supporti registrati
19: fabbricazione di coke e prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio
191: fabbricazione di prodotti di cokeria
192: fabbricazione di prodotti derivanti dalla raffinazione del petrolio
20: fabbricazione di prodotti chimici
201: fabbricazione di prodotti chimici di base, di fertilizzanti e composti azotati, di materie plastiche e gomma sintetica in forme primarie
202: fabbricazione di agrofarmaci e di altri prodotti chimici per l'agricoltura
203: fabbricazione di pitture, vernici e smalti, inchiostri da stampa e adesivi sintetici
204: fabbricazione di saponi e detergenti, di prodotti per la pulizia e la lucidatura, di profumi e cosmetici
205: fabbricazione di altri prodotti chimici
206: fabbricazione di fibre sintetiche e artificiali
21: fabbricazione di prodotti farmaceutici di base e di preparati farmaceutici
211: fabbricazione di prodotti farmaceutici di base
212: fabbricazione di medicinali e preparati farmaceutici

22: fabbricazione di articoli in gomma e materie plastiche
221: fabbricazione di articoli in gomma
222: fabbricazione di articoli in materie plastiche
23: fabbricazione di altri prodotti della lavorazione di minerali non metalliferi
231: fabbricazione di vetro e di prodotti in vetro
232: fabbricazione di prodotti refrattari
233: fabbricazione di materiali da costruzione in terracotta
234: fabbricazione di altri prodotti in porcellana e in ceramica
235: produzione di cemento, calce e gesso
236: fabbricazione di prodotti in calcestruzzo, cemento e gesso
237: taglio, modellatura e finitura di pietre
239: fabbricazione di prodotti abrasivi e di prodotti in minerali non metalliferi nca
24: metallurgia
241: siderurgia
242: fabbricazione di tubi, condotti, profilati cavi e relativi accessori in acciaio esclusi quelli in acciaio colato
243: fabbricazione di altri prodotti della prima trasformazione dell'acciaio
244: produzione di metalli di base preziosi e altri metalli non ferrosi, trattamento dei combustibili nucleari
245: fonderie
25: fabbricazione di prodotti in metallo (esclusi macchinari e attrezzature)
251: fabbricazione di elementi da costruzione in metallo
252: fabbricazione di cisterne, serbatoi, radiatori e contenitori in metallo
253: fabbricazione di generatori di vapore, esclusi i contenitori in metallo per caldaie per il riscaldamento centrale ad acqua calda
254: fabbricazione di armi e munizioni
255: fucinatura, imbutitura, stampaggio e profilatura dei metalli, metallurgia delle polveri
256: trattamento e rivestimento dei metalli, lavori di meccanica generale
257: fabbricazione di articoli di coltelleria, utensili e oggetti di ferramenta
259: fabbricazione di altri prodotti in metallo
26: fabbricazione di computer e prodotti di elettronica e ottica, apparecchi elettromedicali, apparecchi di misurazione e di orologi
261: fabbricazione di componenti elettronici e schede elettroniche
262: fabbricazione di computer e unità periferiche
263: fabbricazione di apparecchiature per le telecomunicazioni
264: fabbricazione di prodotti di elettronica di consumo audio e video
265: fabbricazione di strumenti e apparecchi di misurazione, prova e navigazione, orologi
266: fabbricazione di strumenti per irradiazione, apparecchiature elettromedicali ed elettroterapeutiche
267: fabbricazione di strumenti ottici e attrezzature fotografiche
268: fabbricazione di supporti magnetici ed ottici
27: fabbricazione di apparecchiature elettriche ed apparecchiature per uso domestico non elettriche
271: fabbricazione di motori, generatori e trasformatori elettrici e di apparecchiature per la distribuzione e il controllo dell'elettricità
272: fabbricazione di batterie di pile ed accumulatori elettrici
273: fabbricazione di cablaggi e apparecchiature di cablaggio
274: fabbricazione di apparecchiature per illuminazione
275: fabbricazione di apparecchi per uso domestico
279: fabbricazione di altre apparecchiature elettriche
28: fabbricazione di macchinari ed apparecchiature nca

281: fabbricazione di macchine di impiego generale
282: fabbricazione di altre macchine di impiego generale
283: fabbricazione di macchine per l'agricoltura e la silvicoltura
284: fabbricazione di macchine per la formatura dei metalli e di altre macchine utensili
289: fabbricazione di altre macchine per impieghi speciali
29: fabbricazione di autoveicoli, rimorchi e semirimorchi
291: fabbricazione di autoveicoli
292: fabbricazione di carrozzerie per autoveicoli, rimorchi e semirimorchi
293: fabbricazione di parti ed accessori per autoveicoli e loro motori
30: fabbricazione di altri mezzi di trasporto
301: costruzione di navi e imbarcazioni
302: costruzione di locomotive e di materiale rotabile ferro-tranviario
303: fabbricazione di aeromobili, di veicoli spaziali e dei relativi dispositivi
304: fabbricazione di veicoli militari da combattimento
309: fabbricazione di mezzi di trasporto nca
31: fabbricazione di mobili
310: fabbricazione di mobili
32: altre industrie manifatturiere
321: fabbricazione di gioielleria, bigiotteria e articoli connessi, lavorazione delle pietre preziose
322: fabbricazione di strumenti musicali
323: fabbricazione di articoli sportivi
324: fabbricazione di giochi e giocattoli
325: fabbricazione di strumenti e forniture mediche e dentistiche
329: industrie manifatturiere nca
33: riparazione, manutenzione ed installazione di macchine ed apparecchiature
331: riparazione e manutenzione di prodotti in metallo, macchine ed apparecchiature
332: installazione di macchine ed apparecchiature industriali
D: fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata
35: fornitura di energia elettrica, gas, vapore e aria condizionata
351: produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica
352: produzione di gas, distribuzione di combustibili gassosi mediante condotte
353: fornitura di vapore e aria condizionata
E: fornitura di acqua reti fognarie, attività di gestione dei rifiuti e risanamento
36: raccolta, trattamento e fornitura di acqua
360: raccolta, trattamento e fornitura di acqua
37: gestione delle reti fognarie
370: gestione delle reti fognarie
38: attività di raccolta, trattamento e smaltimento dei rifiuti recupero dei materiali
381: raccolta dei rifiuti
382: trattamento e smaltimento dei rifiuti
383: recupero dei materiali
39: attività di risanamento e altri servizi di gestione dei rifiuti
390: attività di risanamento e altri servizi di gestione dei rifiuti
F: costruzioni

41: costruzione di edifici
411: sviluppo di progetti immobiliari
412: costruzione di edifici residenziali e non residenziali
42: ingegneria civile
421: costruzione di strade e ferrovie
422: costruzione di opere di pubblica utilità
429: costruzione di altre opere di ingegneria civile
43: lavori di costruzione specializzati
431: demolizione e preparazione del cantiere edile
432: installazione di impianti elettrici, idraulici ed altri lavori di costruzione e installazione
433: completamento e finitura di edifici
439: altri lavori specializzati di costruzione
G: commercio all'ingrosso e al dettaglio, riparazione di autoveicoli e motocicli
45: commercio all'ingrosso e al dettaglio e riparazione di autoveicoli e motocicli
451: commercio di autoveicoli
452: manutenzione e riparazione di autoveicoli
453: commercio di parti e accessori di autoveicoli
454: commercio, manutenzione e riparazione di motocicli e relative parti ed accessori
46: commercio all'ingrosso (escluso quello di autoveicoli e di motocicli)
461: intermediari del commercio
462: commercio all'ingrosso di materie prime agricole e di animali vivi
463: commercio all'ingrosso di prodotti alimentari, bevande e prodotti del tabacco
464: commercio all'ingrosso di beni di consumo finale
465: commercio all'ingrosso di apparecchiature ict
466: commercio all'ingrosso di altri macchinari, attrezzature e forniture
467: commercio all'ingrosso specializzato di altri prodotti
469: commercio all'ingrosso non specializzato
47: commercio al dettaglio (escluso quello di autoveicoli e di motocicli)
471: commercio al dettaglio in esercizi non specializzati
472: commercio al dettaglio di prodotti alimentari, bevande e tabacco in esercizi specializzati
473: commercio al dettaglio di carburante per autotrazione in esercizi specializzati
474: commercio al dettaglio di apparecchiature informatiche e per le telecomunicazioni (ict) in esercizi specializzati
475: commercio al dettaglio di altri prodotti per uso domestico in esercizi specializzati
476: commercio al dettaglio di articoli culturali e ricreativi in esercizi specializzati
477: commercio al dettaglio di altri prodotti in esercizi specializzati
478: commercio al dettaglio ambulante
479: commercio al dettaglio al di fuori di negozi, banchi e mercati
H: trasporto e magazzinaggio
49: trasporto terrestre e trasporto mediante condotte
491: trasporto ferroviario di passeggeri (interurbano)
492: trasporto ferroviario di merci
493: altri trasporti terrestri di passeggeri
494: trasporto di merci su strada e servizi di trasloco
495: trasporto mediante condotte

50: trasporto marittimo e per vie d'acqua
501: trasporto marittimo e costiero di passeggeri
502: trasporto marittimo e costiero di merci
503: trasporto di passeggeri per vie d'acqua interne
504: trasporto di merci per vie d'acqua interne
51: trasporto aereo
511: trasporto aereo di passeggeri
512: trasporto aereo di merci e trasporto spaziale
52: magazzinaggio e attività di supporto ai trasporti
521: magazzinaggio e custodia
522: attività di supporto ai trasporti
53: servizi postali e attività di corriere
531: attività postali con obbligo di servizio universale
532: altre attività postali e di corriere
I: attività dei servizi di alloggio e di ristorazione
55: alloggio
551: alberghi e strutture simili
552: alloggi per vacanze e altre strutture per brevi soggiorni
553: aree di campeggio e aree attrezzate per camper e roulotte
559: altri alloggi
56: attività dei servizi di ristorazione
561: ristoranti e attività di ristorazione mobile
562: fornitura di pasti preparati (catering) e altri servizi di ristorazione
563: bar e altri esercizi simili senza cucina
J: servizi di informazione e comunicazione
58: attività editoriali
581: edizione di libri, periodici ed altre attività editoriali
582: edizione di software
59: attività di produzione cinematografica, di video e di programmi televisivi, di registrazioni musicali e sonore
591: attività di produzione cinematografica, di video e di programmi televisivi
592: attività di registrazione sonora e di editoria musicale
60: attività di programmazione e trasmissione
601: trasmissioni radiofoniche
602: attività di programmazione e trasmissioni televisive
61: telecomunicazioni
611: telecomunicazioni fisse
612: telecomunicazioni mobili
613: telecomunicazioni satellitari
619: altre attività di telecomunicazione
62: produzione di software, consulenza informatica e attività connesse
620: produzione di software, consulenza informatica e attività connesse
63: attività dei servizi d'informazione e altri servizi informatici
631: elaborazione dei dati, hosting e attività connesse, portali web
639: altre attività dei servizi d'informazione

K: attività finanziarie e assicurative
64: attività di servizi finanziari (escluse le assicurazioni e i fondi pensione)
641: intermediazione monetaria
642: attività delle società di partecipazione (holding)
643: società fiduciarie, fondi e altre società simili
649: altre attività di servizi finanziari (escluse le assicurazioni e i fondi pensione)
65: assicurazioni, riassicurazioni e fondi pensione (escluse le assicurazioni sociali obbligatorie)
651: assicurazioni
652: riassicurazioni
66: attività ausiliarie dei servizi finanziari e delle attività assicurative
661: attività ausiliarie dei servizi finanziari, (escluse le assicurazioni e i fondi pensione)
662: attività ausiliarie delle assicurazioni e dei fondi pensione
663: attività di gestione dei fondi
L: attività immobiliari
68: attività immobiliari
681: compravendita di beni immobili effettuata su beni propri
682: affitto e gestione di immobili di proprietà o in leasing
683: attività immobiliari per conto terzi
M: attività professionali, scientifiche e tecniche
69: attività legali e contabilità
691: attività degli studi legali
692: contabilità, controllo e revisione contabile, consulenza in materia fiscale e del lavoro
70: attività di direzione aziendale e di consulenza gestionale
701: attività di direzione aziendale
702: attività di consulenza gestionale
71: attività degli studi di architettura e d'ingegneria, collaudi ed analisi tecniche
711: attività degli studi di architettura, ingegneria ed altri studi tecnici
712: collaudi ed analisi tecniche
72: ricerca scientifica e sviluppo
721: ricerca e sviluppo sperimentale nel campo delle scienze naturali e dell'ingegneria
722: ricerca e sviluppo sperimentale nel campo delle scienze sociali e umanistiche
73: pubblicità e ricerche di mercato
731: pubblicità
732: ricerche di mercato e sondaggi di opinione
74: altre attività professionali, scientifiche e tecniche
741: attività di design specializzate
742: attività fotografiche
743: traduzione e interpretariato
749: altre attività professionali, scientifiche e tecniche nca
75: servizi veterinari
750: servizi veterinari
N: noleggio, agenzie di viaggio, servizi di supporto alle imprese
77: attività di noleggio e leasing operativo
771: noleggio di autoveicoli

772: noleggio di beni per uso personale e per la casa
773: noleggio di altre macchine, attrezzature e beni materiali
774: concessione dei diritti di sfruttamento di proprietà intellettuale e prodotti simili (escluse le opere protette dal copyright)
78: attività di ricerca, selezione, fornitura di personale
781: attività di agenzie di collocamento
782: attività delle agenzie di lavoro temporaneo (interinale)
783: altre attività di fornitura e gestione di risorse umane
79: attività dei servizi delle agenzie di viaggio, dei tour operator e servizi di prenotazione e attività connesse
791: attività delle agenzie di viaggio e dei tour operator
799: altri servizi di prenotazione e attività connesse
80: servizi di vigilanza e investigazione
801: servizi di vigilanza privata
802: servizi connessi ai sistemi di vigilanza
803: servizi investigativi privati
81: attività di servizi per edifici e paesaggio
811: servizi integrati di gestione agli edifici
812: attività di pulizia e disinfestazione
813: cura e manutenzione del paesaggio
82: attività di supporto per le funzioni d'ufficio e altri servizi di supporto alle imprese
821: attività di supporto per le funzioni d'ufficio
822: attività dei call center
823: organizzazione di convegni e fiere
829: servizi di supporto alle imprese nca
P: istruzione
85: istruzione
851: istruzione prescolastica
852: istruzione primaria
853: istruzione secondaria
854: istruzione post-secondaria universitaria e non universitaria
855: altri servizi di istruzione
856: attività di supporto all'istruzione
Q: sanità e assistenza sociale
86: assistenza sanitaria
861: servizi ospedalieri
862: servizi degli studi medici e odontoiatrici
869: altri servizi di assistenza sanitaria
87: servizi di assistenza sociale residenziale
871: strutture di assistenza infermieristica residenziale
872: strutture di assistenza residenziale per persone affette da ritardi mentali, disturbi mentali o che abusano di sostanze stupefacenti
873: strutture di assistenza residenziale per anziani e disabili
879: altre strutture di assistenza sociale residenziale
88: assistenza sociale non residenziale
881: assistenza sociale non residenziale per anziani e disabili
889: altre attività di assistenza sociale non residenziale

R: attività artistiche, sportive, di intrattenimento e divertimento
90: attività creative, artistiche e di intrattenimento
900: attività creative, artistiche e di intrattenimento
91: attività di biblioteche, archivi, musei ed altre attività culturali
910: attività di biblioteche, archivi, musei ed altre attività culturali
92: attività riguardanti le lotterie, le scommesse, le case da gioco
920: attività riguardanti le lotterie, le scommesse, le case da gioco
93: attività sportive, di intrattenimento e di divertimento
931: attività sportive
932: attività ricreative e di divertimento
<u>S: altre attività di servizi</u>
95: riparazione di computer e di beni per uso personale e per la casa
951: riparazione di computer e di apparecchiature per le comunicazioni
952: riparazione di beni per uso personale e per la casa
96: altre attività di servizi per la persona
960: altre attività di servizi per la persona