



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



Advances In Modeling, Health-monitoring,
Infrastructures, Geomatics, Geotechnics, Hazards, Engineering Structures, Transportation
(AIMHIGHEST)

Dipartimento di ingegneria
TRASPORTI-CEAR-03/B

Il progetto ottimale dei servizi “Demand Responsive Transport” all’interno di un sistema di trasporto integrato e in un contesto multi-utente

IL DOTTORE
MARTINA CITRANO

IL COORDINATORE
PROF. ING. PIERO COLAJANNI

IL TUTOR
PROF. ING. MARCO MIGLIORE

CICLO XXXVIII
ANNO CONSEGUIMENTO TITOLO 2025/2026

La presente ricerca è stata svolta nell'ambito del Progetto di ricerca PRIN 2017 dal titolo: “*WEAKI TRANSIT: WEAK-demand areas Innovative TRANsport Shared services for Italian Towns*”, codice cinica identificativo del progetto 20174ARRHT_001, CUP: UNIPA di cui è Responsabile Scientifico, per l'Ateneo di Palermo, il prof. Marco Migliore.



Sommario

Abstract.....	4
Introduzione.....	5
1. I sistemi DRT nella letteratura scientifica.....	11
2. IL DIMENSIONAMENTO DELLA FLOTTA E DEI PICK-UP E DROP-OFF DEI SERVIZI DRT.....	25
3. PALERMO: CARATTERISTICHE, RUOLI E CRITICITA' DEL TPL.....	38
3.1. ANALISI MOBILITA': TPL ESISTENTE.....	44
3.2. ANALISI OFFERTA: GTFS.....	50
3.2.1 INDAGINI IN CAMPO: OsmAnd.....	55
3.2.2 CONFRONTO TRA I DATI GTFS, RILEVAZIONI CON "OSMAND" E L'APPLICAZIONE "MUOVERSI A PALERMO".....	63
3.3. ANALISI DOMANDA: MATRICE PUMS.....	69
4. APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA ALL'AREA PERIFERICA DI PARTANNA MONDELLO.....	76
4.2. PROFILO TERRITORIALE E SOCIO-DEMOGRAFICO DELL'AREA DI STUDIO.....	76
4.3. ANALISI TPL ESISTENTE NELL'AREA DI STUDIO.....	80
4.4. ANALISI DELLA MOBILITÀ NEI QUARTIERI DI PARTANNA MONDELLO E TOMMASO NATALE TRAMITE LA MATRICE O/D PUMS 2023.....	84
4.5. COSTRUZIONE DEL GRAFO STRADALE.....	89
4.6. STIMA DEL MODELLO DI DOMANDA DEL MICROTRANSIT.....	92
4.7. VALIDAZIONE DELL'INDAGINE SULLA DOMANDA.....	97
4.8. COSTRUZIONE MATRICE O/D DEL SERVIZIO DI MICROTRANSIT.....	100
4.9. ASSEGNAZIONE DEL TRAFFICO.....	108
4.10. IDENTIFICAZIONE LINEE FISSE E DEVIAZIONI DI PERCORSO.....	114
4.11. DIMENSIONAMENTO DELLA FLOTTA.....	119
4.12. IDENTIFICAZIONE DEI PUDO.....	121
5. PRINCIPI DI EQUITÀ E ANALISI TARIFFARIA DEL SISTEMA DI MICROTRANSIT.....	126
5.2. IL RUOLO DELL'EQUITÀ NELLA COSTRUZIONE DI SISTEMI DI MOBILITÀ SOSTENIBILI E INCLUSIVI.....	127
5.3. ASPETTI GENERALI DELLA FUNZIONE OBIETTIVO.....	129
5.3.1. SODDISFAZIONE DEGLI UTENTI.....	131
5.3.2. VARIAZIONE DEGLI INCASSI.....	140
5.3.3. VARIAZIONE DEI COSTI OPERATIVI DI GESTIONE.....	141



5.3.4.	<i>VARIAZIONE DELLE ESTERNALITA' NEGATIVE</i>	142
5.3.5.	<i>INDIVIDUAZIONE DELLA COMBINAZIONE OTTIMALE DI TARIFFA</i> ...	144
6.	SPERIMENTAZIONE: MVMANT	146
6.3.	<i>IL SISTEMA DIGITALE DI PRENOTAZIONE E GESTIONE DEL SERVIZIO DRT: APPLICAZIONE MVMANT</i>	147
6.4.	<i>ANALISI TEMPORALE DELLE CORSE: ATTESA, PERCORRENZA E VERIFICA DELL'APPLICAZIONE</i>	150
6.5.	<i>INDAGINE SUL GRADIMENTO DEL SERVIZIO DRT TRAMITE UN QUESTIONARIO</i>	158
7.	CONCLUSIONI	162
	<i>LIMITI DELLO STUDIO E POSSIBILI SVILUPPI FUTURI</i>	169
	<i>APPENDICE A</i>	172
	<i>APPENDICE B</i>	175
	<i>APPENDICE C</i>	188
	<i>APPENDICE D</i>	209
	<i>APPENDICE E</i>	226
	BIBLIOGRAFIA	241
	SITOGRAFIA	251

Abstract

La crescente complessità dei sistemi di mobilità urbana e la persistente dipendenza dal mezzo privato nelle aree periferiche e a bassa densità evidenziano la necessità di soluzioni di trasporto pubblico più flessibili, integrate ed eque. In tali contesti, i servizi di *Demand Responsive Transport* (DRT) rappresentano una possibile risposta alle criticità del trasporto pubblico tradizionale, caratterizzato spesso da frequenze ridotte, scarsa affidabilità e limitata attrattività. La presente ricerca sviluppa un modello integrato per la progettazione e il dimensionamento di un servizio DRT inserito all'interno di un sistema di trasporto pubblico multimodale. Il contributo principale della tesi consiste nello sviluppo di una metodologia strutturata basata su strumenti GIS e su modellazione della domanda, che combina: (i) la stima e assegnazione di una matrice origine–destinazione specifica per il servizio DRT; (ii) l'individuazione di una struttura operativa semiflessibile, costituita da un percorso principale fisso e deviazioni attivabili su richiesta in tempo reale grazie anche al supporto di un app sviluppata *ad hoc*; (iii) la valutazione delle performance in termini di accessibilità territoriale, tempi di attesa e copertura della popolazione; (iv) la definizione di uno schema tariffario differenziato per classi di età, calibrato attraverso una funzione obiettivo multi-criterio orientata all'equilibrio tra sostenibilità economica ed equità sociale. L'applicazione della metodologia proposta è stata condotta in un'area suburbana della città di Palermo, selezionata come caso studio rappresentativo di contesti a domanda dispersa. La fase sperimentale ha consentito di testare operativamente il servizio progettato mediante l'utilizzo dell'app digitale per la gestione delle prenotazioni in *real-time*. Parallelamente, sono state anche raccolte informazioni sulla soddisfazione degli utenti e sulla disponibilità a pagare. I risultati dimostrano che l'assetto progettato migliora sensibilmente le condizioni di accesso al trasporto pubblico rispetto al servizio autobus convenzionale, garantendo un'elevata copertura territoriale e tempi di attesa contenuti. L'analisi comparativa tra tariffa ottimizzata e preferenze dichiarate dagli utenti evidenzia inoltre la coerenza del modello economico proposto. Nel complesso, la ricerca dimostra come l'integrazione tra modellazione della rete, validazione empirica, implementazione digitale e progettazione tariffaria *equity-oriented* consenta di strutturare i servizi DRT, integrati con il trasporto pubblico locale, capaci di operare in modo efficiente migliorando l'equilibrio tra sostenibilità economica, accessibilità territoriale ed equità sociale, adattabile anche ad altri contesti urbani e periurbani caratterizzati da analoghe criticità sistemiche.

Introduzione

Negli ultimi decenni, i sistemi di trasporto urbano sono stati interessati da un profondo processo di trasformazione, guidato dalla necessità di ridurre gli impatti ambientali, migliorare l'efficienza operativa e garantire un accesso equo alle opportunità urbane. In questo contesto, il concetto di mobilità sostenibile si è progressivamente affermato come paradigma di riferimento per la pianificazione dei trasporti, integrando obiettivi ambientali, economici e sociali (Banister and Hickman, 2021;).

Dal punto di vista trasportistico, la sostenibilità non si limita alla riduzione delle emissioni o al contenimento dei consumi energetici, ma include anche aspetti quali l'accessibilità ai servizi, la qualità dell'offerta di trasporto pubblico e la capacità del sistema di rispondere alle esigenze di popolazioni eterogenee. In particolare, la scelta modale degli utenti è fortemente influenzata dall'affidabilità, dalla frequenza, dai tempi di attesa e dalla copertura territoriale dei servizi di trasporto disponibili. In assenza di un'offerta pubblica adeguata, l'uso del veicolo privato tende a diventare la modalità dominante, con effetti negativi in termini di congestione, incidentalità e disuguaglianze sociali. Tali criticità risultano particolarmente accentuate nei contesti urbani periferici e suburbani, spesso caratterizzati da bassa densità insediativa, domanda di mobilità dispersa e ridotta attrattività per i servizi di trasporto pubblico tradizionali (Wang et al., 2025). In queste cosiddette aree a domanda debole, i sistemi basati su percorsi e orari fissi faticano a garantire livelli di servizio adeguati, determinando inefficienze operative e un rischio concreto di esclusione sociale per le fasce di popolazione più vulnerabili.

In questo quadro più specifico, la città di Palermo, capoluogo della Sicilia, è una città caratterizzata da complesse dinamiche urbane e sociali. Con una popolazione di circa 650.000 abitanti e un'area metropolitana che supera il milione di residenti, Palermo rappresenta uno dei principali centri urbani del Mezzogiorno italiano. La sua struttura urbana, frutto di uno sviluppo spesso disordinato e disomogeneo, si riflette anche sul sistema della mobilità, che presenta numerose criticità ma al tempo stesso interessanti potenzialità di trasformazione.

Il contesto palermitano si caratterizza per un'elevata dipendenza dal trasporto privato, una rete di trasporto pubblico locale non sempre efficiente e una carente integrazione modale e

tariffaria tra i diversi sistemi di spostamento. Le problematiche legate alla congestione del traffico, all'inquinamento atmosferico e all'accessibilità ai servizi rendono urgente l'adozione di strategie orientate verso una mobilità sostenibile, equa e inclusiva. In questo quadro, Palermo offre un terreno di studio stimolante per l'analisi e la sperimentazione di soluzioni innovative, come i servizi di trasporto flessibile, l'integrazione modale e le politiche di equità tariffaria. In linea con le criticità riscontrate nei contesti a domanda debole, le aree periferiche del centro urbano palermitano presentano spesso problematiche strutturali e sociali che si riflettono anche sul sistema di trasporto pubblico. In questi contesti, l'accessibilità ai servizi essenziali risulta limitata, specialmente per le fasce di popolazione più fragili, come anziani, persone con disabilità, giovani, donne e fasce a basso reddito (Núñez et al., 2022).

In molte periferie urbane, l'offerta di trasporto risulta inadeguata sia in termini di copertura spaziale che di frequenza, generando un rischio di esclusione sociale per chi non dispone di alternative di mobilità privata. Questo divario infrastrutturale e sociale incide negativamente sulla qualità della vita degli abitanti e alimenta forme di disuguaglianza nell'accesso a opportunità lavorative, educative e sanitarie.

In tale contesto si inserisce il presente lavoro di ricerca, sviluppato nell'ambito nel triennio del XXXVIII ciclo di dottorato in *"Advances In Modeling, Health-monitoring, Infrastructures, Geomatics, geotechnics, Hazards, Engineering Structures, Transportation (AIMHIGHEST)"*, che si focalizza sull'analisi delle modalità di integrazione dei servizi di *microtransit*, noti anche come DRT (*Demand Responsive Transport*), nel contesto urbano e periferico. L'obiettivo principale è il coordinamento tra i servizi DRT e il trasporto pubblico esistente, con particolare attenzione alla riduzione dell'uso del veicolo privato e, conseguentemente, alla diminuzione della congestione stradale e del tasso di incidentalità. Il *microtransit* è una forma di trasporto pubblico flessibile, solitamente operato con veicoli a bassa capacità (come minibus o van), che utilizza tecnologie digitali per offrire un servizio su richiesta, con percorsi e fermate variabili in base alla domanda degli utenti. Secondo Feigon e Murphy (2016), esso si basa sull'impiego di tecnologie digitali che permettono la prenotazione in tempo reale e la gestione dinamica dei veicoli a bassa capacità, offrendo un servizio adattabile alla domanda degli utenti. Questo approccio consente una maggiore efficienza nelle aree a bassa densità o in orari di scarsa affluenza, dove il trasporto pubblico

convenzionale risulta meno efficace. Alonso-González et al. (2020) approfondiscono ulteriormente il concetto, definendo il microtransit come un sistema condiviso, su piccola scala, che può operare con percorsi fissi o flessibili, adattandosi alla domanda variabile. Tale flessibilità lo rende particolarmente utile come complemento ai servizi esistenti, migliorando l'accessibilità e la copertura territoriale. Inoltre, potrebbero rappresentare un'alternativa sostenibile in grado di rispondere in modo efficiente ed economicamente vantaggioso ai bisogni dell'intera popolazione, contribuendo a promuovere l'inclusione sociale soprattutto in quei contesti in cui i tradizionali servizi su percorso e orario fisso mostrano scarsa efficienza (Papanikolaou et al., 2016). In queste circostanze, i mezzi convenzionali tendono, infatti, a circolare con carichi troppo ridotti, generando inefficienze economiche per il gestore, oppure eccessivamente affollati, compromettendo la qualità del servizio e il comfort dell'utenza.

A differenza dei sistemi tradizionali, i servizi a chiamata rispondono alla domanda in modo puntuale e dinamico, adattando itinerari e orari in tempi brevi, sulla base delle esigenze effettive e individuali degli utenti.

Il presente lavoro di ricerca si inserisce nell'ambito dell'ottimizzazione dei servizi di trasporto pubblico a chiamata semiflessibili, con particolare attenzione ad un approccio dinamico, che consente di adattare l'offerta di trasporto in tempo reale o quasi-reale, sulla base della domanda effettiva o prevista. Tale modalità risulta particolarmente promettente nei contesti urbani e periferici in cui i servizi di trasporto pubblico tradizionali, basati su orari e percorsi fissi, non riescono a garantire livelli adeguati di efficienza, regolarità e copertura territoriale.

Coerentemente con tale impostazione, il lavoro di ricerca è stato strutturato secondo un percorso metodologico articolato, che combina analisi dei dati, modellazione della domanda, progettazione dell'offerta e sperimentazione reale del servizio. Esso si è articolato in cinque fasi principali, successivamente ad un'attenta analisi della letteratura scientifica e alla descrizione della metodologia applicata in tale ricerca, esposte rispettivamente nel capitolo 1 e 2: la prima fase, trattata nel terzo capitolo, ha riguardato l'analisi del sistema della mobilità nella città di Palermo, con un focus specifico sul trasporto pubblico locale, al fine di individuarne le caratteristiche, i ruoli e le principali inefficienze. Tale analisi è stata condotta attraverso l'elaborazione dei dati GTFS (*General Transit Feed Specification*), che sono stati confrontati con le informazioni fornite dalla principale applicazione in uso sul

mercato locale, “*Muoversi a Palermo*”, al fine di valutare la coerenza e l’affidabilità delle informazioni in tempo reale fornite all’utenza, e della matrice origine/destinazione contenuta nel Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della Città Metropolitana di Palermo 2023 e messa a disposizione dall’amministrazione per le finalità della presente tesi. Il quarto capitolo ha visto un’analisi applicativa focalizzata su due quartieri periferici della città di Palermo, Partanna Mondello e Tommaso Natale, aree che presentano significative criticità dal punto di vista dell’accessibilità e della qualità del servizio di trasporto pubblico. Sono state analizzate le dinamiche di mobilità attraverso la matrice origine/destinazione (O/D) del PUMS, validato il modello di domanda adottato nel presente lavoro, costruito il grafo della rete e applicato l’algoritmo di assegnazione della domanda all’offerta. A seguito di tali attività, sono state individuate le fermate obbligatorie e opzionali, definite le linee fisse e le deviazioni di percorso, tramite un algoritmo definito ad hoc e dimensionata la flotta, ipotizzando un servizio operato da minibus da 22 posti.

Il quinto capitolo, invece, ha rappresentato il momento applicativo e sperimentale del percorso di ricerca, con la messa in esercizio del servizio di trasporto semiflessibile progettato per l’area di Partanna Mondello e Tommaso Natale, tramite uno studio pilota che ha visto il coinvolgimento degli studenti dell’università degli studi di Palermo. Tale sperimentazione è stata resa possibile grazie alla collaborazione con *Edisonweb*, azienda sviluppatrice di *MVMANT*, una piattaforma digitale per la prenotazione dinamica dei servizi di trasporto pubblico on demand. L’integrazione tra il modello di offerta elaborato e l’infrastruttura tecnologica fornita da *MVMANT* ha consentito la realizzazione di un servizio operativo, accessibile agli utenti attraverso un’applicazione mobile, in grado di gestire in tempo reale le richieste di viaggio e l’allocazione dinamica dei mezzi disponibili. La sperimentazione ha avuto una duplice finalità: da un lato, testare la tenuta operativa del modello in condizioni reali; dall’altro, raccogliere evidenze empiriche sull’esperienza degli utenti e sull’efficacia percepita del servizio. A tal fine, è stato progettato e somministrato un questionario, volto a rilevare diversi aspetti dell’esperienza d’uso: il livello di soddisfazione nei confronti del servizio complessivo e dell’interfaccia digitale, la disponibilità a pagare per un servizio di trasporto semiflessibile, e la valutazione dei tempi di attesa e di percorrenza.

Infine, la fase conclusiva, trattata nel sesto capitolo, si è focalizzata sull'analisi tariffaria e sulla definizione delle caratteristiche operative ottimali del servizio, con l'obiettivo di promuovere l'equità economica e l'accessibilità. Questa fase del lavoro ha avuto origine dalla consapevolezza che, affinché un servizio di mobilità possa dirsi realmente sostenibile, è necessario che esso sia non solo efficiente ed efficace, ma anche equo e accessibile per le varie fasce della popolazione. Lo sviluppo di questa riflessione è stato particolarmente arricchito dal periodo di ricerca svolto all'estero, presso l'Università di Zagabria, nel dipartimento di *Faculty of Transport and Traffic Sciences* tra ottobre e dicembre 2024. La collaborazione con il gruppo di ricerca croato ha rappresentato un'opportunità preziosa per confrontare approcci e metodologie, maturando una visione più ampia e integrata del concetto di equità nei sistemi di trasporto. Quest'analisi conclusiva, dunque, si è ispirata ai principi di equità sociale, tenendo conto delle esigenze delle fasce più vulnerabili della popolazione, come anziani e studenti, che, in assenza di un servizio pubblico efficace, rischiano forme gravi di esclusione sociale e territoriale.

In sintesi, l'elaborato propone un percorso metodologico e operativo per l'integrazione dei servizi DRT nel sistema di trasporto urbano e periferico, basato sull'analisi della domanda, sulla validazione empirica e sulla valutazione dell'impatto in termini di efficienza, equità e sostenibilità. Pur essendo applicato al caso studio della città di Palermo, il modello sviluppato presenta caratteristiche metodologiche tali da renderlo trasferibile ad altri contesti urbani e metropolitani caratterizzati da analoghe criticità sistemiche, quali elevati tassi di motorizzazione, disomogeneità territoriale nell'offerta di trasporto pubblico e scarsa accessibilità. La scelta di Palermo come caso studio non risponde dunque a una logica meramente locale, ma consente di analizzare un contesto emblematico delle dinamiche riscontrabili in molte realtà. In questo senso, l'approccio adottato — fondato sull'integrazione tra analisi dei dati GTFS, matrice O/D, modellazione della rete, sperimentazione reale e valutazione tariffaria orientata all'equità — costituisce un framework replicabile e adattabile, capace di supportare le amministrazioni locali nella progettazione di servizi semiflessibili calibrati sulle specificità territoriali. Il modello sviluppato e testato offre quindi non solo una soluzione operativa per il contesto palermitano, ma anche uno strumento decisionale generalizzabile, utile per guidare strategie di mobilità inclusiva in scenari urbani caratterizzati da domanda dispersa, vincoli economici e necessità di transizione verso sistemi di trasporto più sostenibili.



Per chiarezza concettuale, è opportuno distinguere i sistemi di trasporto flessibili da quelli semi-flessibili. Nella letteratura più recente i *Flexible Transport Services* (FTS) sono definiti come servizi in cui itinerari, fermate e orari vengono adattati in modo dinamico in risposta alle richieste degli utenti, senza un elemento fisso di percorso o di tempo. Questi servizi sono caratterizzati da elevata adattabilità alla domanda, flessibilità completa nella definizione del percorso e forte dipendenza da sistemi di prenotazione *real-time* (Mulley and Nelson, 2009). I servizi semi-flessibili, invece, combinano componenti di un'offerta strutturata con elementi di flessibilità gestionale: essi adottano un set di linee o percorsi fissi come base operativa, che possono ricevere deviazioni o modifiche attivate su richiesta, pur mantenendo un nucleo di struttura pianificata. Questo approccio ibrido permette di equilibrare l'efficienza derivante dalla prevedibilità dei percorsi fissi con l'adattabilità alle variazioni di domanda tipica dei servizi *Demand-Responsive Transport* (DRT) (Liu et al., 2026; Mishra et al., 2020). Pertanto, l'adozione di soluzioni di mobilità semiflessibile rappresenta un'opportunità concreta per rispondere in modo mirato ed efficiente ai bisogni di mobilità del territorio e dei suoi abitanti, garantendo maggiore equità nell'accesso al sistema di trasporto pubblico e promuovendo una mobilità più sostenibile e inclusiva.

1. I sistemi DRT nella letteratura scientifica

La questione ambientale rappresenta oggi una delle sfide più urgenti per le aree urbane, in particolare per le città mediterranee che, come Palermo, si trovano a fronteggiare una combinazione di criticità strutturali e pressioni demografiche che incidono inevitabilmente sulla mobilità urbana. Per tale motivo le politiche per la mobilità sostenibile possono essere ricondotte, secondo l'approccio proposto da Inturri et al. (2019), a tre leve fondamentali attraverso cui è possibile intervenire per ridurre gli impatti ambientali del sistema dei trasporti. In primo luogo, esse possono agire sulla quantità complessiva di mobilità generata, ovvero sul numero totale di chilometri percorsi dagli utenti, intervenendo sulla distribuzione spaziale delle attività o incentivando modalità alternative all'auto privata. In secondo luogo, possono incidere sul numero di veicoli necessari per soddisfare la domanda di spostamento, favorendo un maggiore tasso di occupazione dei mezzi e promuovendo soluzioni condivise rispetto all'uso individuale dell'automobile. Infine, un ulteriore ambito di intervento riguarda la quantità di energia consumata per unità di distanza percorsa, attraverso l'introduzione di tecnologie più efficienti e meno impattanti dal punto di vista ambientale. In tale prospettiva, i servizi di trasporto flessibile possono contribuire in particolare alla seconda leva individuata, riducendo il numero di veicoli privati in circolazione attraverso soluzioni condivise e adattive alla domanda, e favorendo al contempo un miglioramento dell'accessibilità per specifiche fasce di popolazione. Ciò si traduce in una duplice ricaduta positiva: da un lato, un incremento dell'equità nell'accesso ai servizi urbani; dall'altro, una riduzione delle esternalità negative associate al traffico, quali congestione, emissioni inquinanti e impatti sulla salute.

Inoltre, il veloce e consolidato sviluppo delle tecnologie di telecomunicazione ed informatiche, quando bene orientato, consente e supporta la realizzazione di questi nuovi servizi flessibili (Car-sharing, taxi collettivo, DRT) per la gestione del trasporto collettivo (Ambrosino et al., 2004). In letteratura il DRT è stato definito come *“una forma intermedia di trasporto pubblico, a metà strada tra un servizio regolare con autobus di piccole dimensioni e pianale ribassato, e un servizio altamente personalizzato con percorsi variabili, tipico dei taxi”* (Brake et al., 2004). Il microtransit è dunque considerato un servizio ibrido che combina le caratteristiche del trasporto pubblico convenzionale con quelle dei servizi taxi. In linea con queste considerazioni, Ambrosino et al. (2004)

interpretano i sistemi DRT come un tentativo concreto di colmare il divario esistente tra le due principali modalità di trasporto oggi disponibili: da un lato, il trasporto individuale privato, rappresentato dall'automobile, che garantisce massima flessibilità e comfort; dall'altro, il trasporto collettivo tradizionale su linea fissa, che privilegia l'efficienza e la sostenibilità, ma con una minore capacità di adattamento alle esigenze individuali degli utenti. I servizi a domanda si pongono così come una soluzione intermedia capace di combinare, in maniera equilibrata, i punti di forza di entrambe le modalità. Offrono infatti una maggiore adattabilità alle esigenze dell'utente, simile a quella dell'auto privata, ma all'interno di una logica collettiva e condivisa, più efficiente dal punto di vista economico e ambientale. Questa posizione "di mezzo" ne rafforza il potenziale nel promuovere una mobilità più sostenibile e inclusiva, capace di attrarre anche quella fascia di utenza che tende a preferire l'uso del mezzo privato per la sua comodità (Fig. 1).

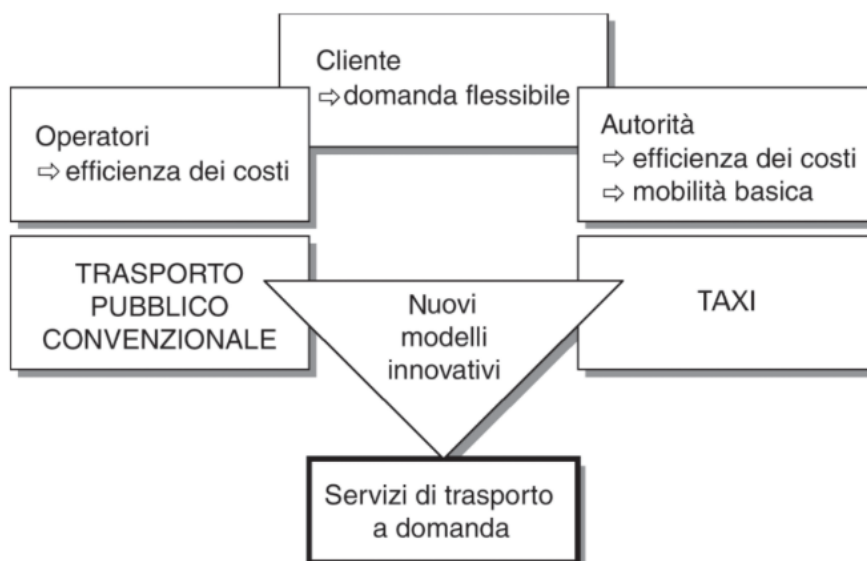


Figura 1-Schema di evoluzione dal TPL tradizionale e taxi ai sistemi DRT (Fonte: Ambrosino et al. 2004)

Il funzionamento dei servizi DRT si basa sull'impiego di sistemi di prenotazione che consentono all'utente di richiedere il viaggio in anticipo o in tempo reale. Tali sistemi possono assumere diverse forme, più o meno digitalizzate: si va dai canali tradizionali, come i call center, a soluzioni tecnologicamente più avanzate, tra cui siti web, applicazioni per smartphone e servizi via SMS. Tuttavia, la letteratura di settore evidenzia come l'adozione di strumenti digitali sia fortemente auspicabile, non solo per facilitare l'interazione con l'utente, ma anche per ottimizzare i costi di gestione del servizio. Secondo Gorev et al. (2020), infatti, l'automazione delle prenotazioni consente una gestione più efficiente delle

risorse, riducendo il carico operativo per gli operatori e migliorando la pianificazione in tempo reale, oltre a rendere il servizio più scalabile in caso di aumento della domanda.

Essendo un servizio a chiamata, i veicoli operano su strada esclusivamente in risposta alla domanda effettiva. La principale caratteristica del sistema consiste nella sua capacità di adattarsi dinamicamente alle richieste di spostamento, modificando sia il percorso sia, se necessario, la tabella di marcia (Wang et al., 2015). In generale, gli autori classificano un servizio di trasporto pubblico come DRT se:

- il servizio è disponibile al pubblico (cioè, non è limitato a particolari gruppi di utenti in base a criteri di età o disabilità);
- il servizio è fornito da veicoli stradali di bassa capacità come piccoli autobus, minibus o taxi;
- la tariffa viene addebitata per passeggero e non per veicolo;
- il servizio risponde alle variazioni della domanda modificando il percorso e/o l'orario, rendendolo particolarmente flessibile.

Tale flessibilità permette di ridurre significativamente la circolazione di veicoli vuoti, comportando un risparmio sia in termini di tempo che di emissioni inquinanti, con conseguenti benefici economici per il gestore del servizio (Viergutz e Schmidt, 2019) e per la collettività.

A tale contesto, lo studio di Vansteenwegen et al., (2022) propone una classificazione dei sistemi di trasporto pubblico a chiamata basata sul grado di adattabilità alla domanda, distinguendo tra due principali approcci: *ottimizzazione dinamica* e *ottimizzazione statica*. Nel primo caso, pur partendo da una pianificazione iniziale, il sistema è in grado di modificare percorsi e orari in risposta alla domanda effettiva, anche durante l'esercizio del servizio. Al contrario, l'ottimizzazione statica prevede una pianificazione definita interamente in fase preliminare e invariabile durante l'operatività; tuttavia, essa mantiene un certo grado di flessibilità rispetto ai servizi convenzionali, poiché la pianificazione può variare a ogni orizzonte temporale sulla base della domanda prevista o osservata. In particolare, la classificazione è stata descritta come di seguito riportato.

- **Ottimizzazione Dinamica**

In questo approccio, viene predisposta una pianificazione iniziale per l'intero orizzonte temporale, che può tuttavia essere modificata in base alla domanda reale

rilevata. L'ottimizzazione dinamica si suddivide a sua volta in due modalità operative:

- **Ottimizzazione Dinamica Online:** la pianificazione di base per ciascun servizio operante su una linea o in una determinata area può essere modificata anche durante l'esercizio del servizio, quindi mentre è già in corso.
 - **Ottimizzazione Dinamica Offline:** la pianificazione può essere modificata durante le operazioni, ma solo per i servizi che non sono ancora stati avviati.
-
- **Ottimizzazione Statica**

In questo caso, l'intero piano operativo viene definito prima dell'inizio dell'orizzonte temporale, e non subisce alcuna modifica durante la fase di esercizio. Tuttavia, a differenza dei servizi tradizionali a orario fisso, i servizi demand-responsive statici sono comunque flessibili su base giornaliera: la pianificazione può infatti variare tra un giorno e l'altro, in funzione della domanda prevista o storicamente osservata.

La distinzione tra ottimizzazione dinamica offline e ottimizzazione statica risiede principalmente nell'orizzonte temporale della decisione e nel momento in cui l'informazione sulla domanda viene incorporata nel piano operativo (Pillac et al., 2013). Nel caso dell'ottimizzazione dinamica offline, il piano può essere aggiornato durante l'orizzonte operativo sulla base delle richieste effettivamente pervenute, ma tali modifiche riguardano esclusivamente i servizi non ancora avviati. Il sistema adotta dunque una logica di aggiornamento intra-giornaliero, tipicamente secondo un approccio *rolling horizon*, che consente di incorporare informazione reale senza intervenire sui veicoli già in esercizio (Parragh et al., 2008). Al contrario, nell'ottimizzazione statica l'intero piano operativo viene definito prima dell'inizio dell'orizzonte temporale (ad esempio l'intera giornata di servizio) sulla base della domanda prevista o storicamente osservata, e non subisce modifiche durante l'esercizio. Eventuali adattamenti possono avvenire soltanto tra orizzonti distinti (ad esempio tra un giorno e l'altro), ma non all'interno dello stesso periodo operativo. La differenza, pertanto, non riguarda il grado assoluto di flessibilità, bensì il livello temporale di reattività del sistema rispetto all'informazione sulla domanda (Vansteenwegen et al., 2022).

Questa distinzione permette di comprendere come, a seconda delle tecnologie impiegate e delle modalità organizzative, i servizi DRT possano adattarsi in misura più o meno elevata alle esigenze degli utenti. In entrambi i casi, però, l'elemento chiave resta la flessibilità: il servizio non si fonda su percorsi e orari rigidi, ma si struttura proprio in funzione delle richieste provenienti dal territorio. In tale prospettiva il servizio di trasporto a chiamata può essere gestito sia da operatori pubblici che da privati, e si basa generalmente sull'impiego di veicoli di piccole o medie dimensioni, come van o minibus, in grado di garantire una maggiore agilità di manovra rispetto ai tradizionali autobus. Ciò consente di servire in modo più capillare e flessibile territori con infrastrutture stradali meno sviluppate o caratterizzati da una domanda di trasporto più variabile. Tuttavia, come evidenziano Mulley et al. (2011), l'implementazione dei servizi di trasporto flessibile risente ancora di diverse barriere: vincoli normativi, finanziamenti instabili e una limitata integrazione con il trasporto pubblico tradizionale. È quindi fondamentale creare un contesto favorevole all'implementazione, che consenta di sfruttarne appieno le potenzialità. In questo scenario, i sistemi di trasporto a chiamata rappresentano una risposta particolarmente efficace, grazie alla loro capacità di assumere configurazioni operative molto diversificate, adattandosi alle caratteristiche del territorio e alla domanda di mobilità. Tra i modelli più comuni si trovano quelli basati su percorsi fissi con possibilità di deviazione: in questi casi, i veicoli seguono un itinerario prestabilito ma possono effettuare brevi scostamenti per far salire o scendere i passeggeri in corrispondenza di fermate definite, che possono essere sia fisiche sia virtuali. Dopo la deviazione, il veicolo rientra sul tracciato principale, garantendo una certa regolarità di servizio pur offrendo una certa flessibilità. All'estremo opposto si collocano i servizi completamente flessibili *door-to-door*, in cui i passeggeri vengono prelevati e lasciati esattamente nel punto di origine e di destinazione desiderato. Tra questi due poli esistono molteplici configurazioni ibride, che combinano elementi di rigidità e di flessibilità: ad esempio, vi possono essere servizi in cui gli utenti vengono raccolti presso l'indirizzo indicato, ma trasportati fino a nodi prefissati della rete del trasporto pubblico collettivo, come fermate principali, stazioni o capolinea, dove possono proseguire il viaggio su mezzi di linea (Sörensen et al., 2021). In particolare, le modalità sono così elencate: Servizi del tipo shuttle bus su percorso fisso (Fig. 2), servizi con percorso base fisso ma con deviazioni a chiamata (Fig. 3), servizi a percorso variabile determinati dalla domanda (collegando punti predefiniti di *meeting point*) (Fig. 4 e 5), servizi *door-to-door* su aree definite (Fig. 6),

combinazione di più schemi di funzionamento (Fig.7). Di seguito si riportano le modalità operative con relativa tabella della simbologia (Ambrosino et al., 2004):

Tabella 1- Simbologia delle figure 2,3,4,5,6 e 7

Simbolo	Descrizione
■	Nodo fisso con prestabilito orario di passaggio e sempre servito
□	Nodo fisso con prestabilito orario di passaggio ma servito solo su richiesta
○	Nodo fisso servito esclusivamente su richiesta
🏠	Fermata posizionata ovunque nel territorio, indicata dall'indirizzo (nel caso di una casa) o dal nome del posto (per esempio un edificio importante)



Figura 2- Schema di percorso Shuttle bus

Il primo modello operativo, riportato in figura 2, si avvicina notevolmente alla logica di un servizio di linea convenzionale, in quanto si basa su un tracciato fisso con orari di transito predefiniti. La principale differenza risiede nella possibilità di integrare alcune fermate aggiuntive, attivate unicamente su richiesta dell'utenza. Tali fermate, distribuite lungo il percorso principale, vengono servite solo se prenotate in anticipo, garantendo una certa flessibilità senza rinunciare alla struttura regolare del servizio. Tuttavia, la reale applicabilità di questa configurazione risulta piuttosto contenuta, soprattutto in termini operativi. Poiché le fermate a chiamata vengono raggiunte solo successivamente al completamento del servizio lungo le fermate fisse, è necessario prevedere un margine temporale supplementare per consentire eventuali deviazioni. Questo vincolo può ridurre l'efficienza complessiva del servizio, rendendolo meno adatto a contesti dove la puntualità o la rapidità costituiscono fattori critici.

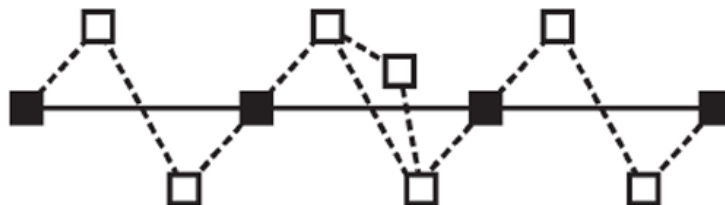


Figura 3-Schema di percorso fisso ma con possibilità di deviazioni

Nella configurazione della figura 3, il servizio segue un percorso principale fisso con una tabella di marcia prestabilita, ma integra anche una serie di nodi secondari, anch'essi programmati temporalmente, che vengono serviti esclusivamente in presenza di una prenotazione. Questi punti di raccolta opzionali sono posizionati strategicamente lungo un corridoio parallelo all'asse principale della linea, in modo da consentire al veicolo eventuali deviazioni contenute e poco impattanti in termini di tempo.

Grazie a questa disposizione spaziale, il mezzo può garantire un livello minimo di flessibilità senza compromettere significativamente la regolarità del servizio. Inoltre, per garantire trasparenza e favorire una pianificazione consapevole da parte dell'utenza, i passeggeri sono informati anticipatamente circa i possibili ritardi derivanti dall'attivazione delle deviazioni. Tale comunicazione preventiva consente di mantenere un buon equilibrio tra affidabilità e adattabilità del sistema, rendendolo adatto a contesti urbani o suburbani in cui si intenda introdurre un grado moderato di flessibilità senza alterare eccessivamente la struttura del servizio.



Figura 4-Schema di percorso variabile determinato in base alla domanda: fermate distribuite in area dispersa

Nella suddetta configurazione le fermate prefissate non si concentrano lungo un asse principale, ma sono distribuite su un'area geografica più ampia e dispersa. Di conseguenza, i tempi di percorrenza tra i diversi nodi risultano altamente variabili e fortemente dipendenti dalla localizzazione delle fermate richieste e dalla sequenza con cui esse vengono servite. In

assenza di vincoli temporali rigidi, come orari di transito prestabiliti, il funzionamento del servizio tende ad avvicinarsi a quello di un servizio taxi, caratterizzato da un'elevata flessibilità e da un'organizzazione fortemente centrata sulla singola richiesta dell'utente.

Tuttavia, per contenere i costi operativi e garantire un uso efficiente delle risorse, è spesso previsto almeno un nodo con orari di passaggio programmati. L'introduzione di questo vincolo rappresenta un elemento fondamentale per la sostenibilità economica del servizio: impedisce infatti che vengano accettate richieste completamente arbitrarie, limitando così la dispersione spaziale e temporale dei tragitti da effettuare.

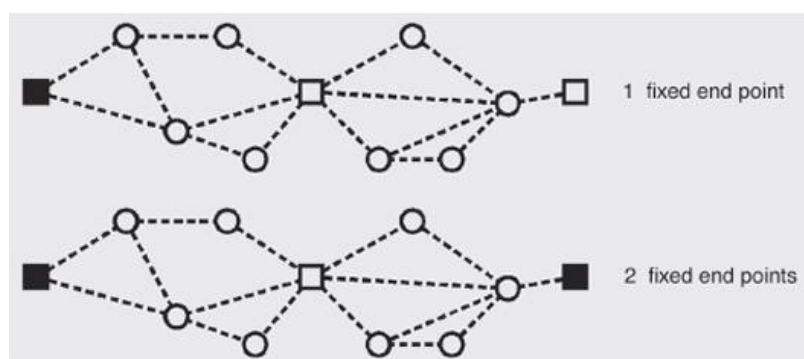


Figura 5-Schema di percorso variabile determinato in base alla domanda: fermate prestabilite lungo il corridoio

Lo schema della figura 5, invece, a differenza del precedente, rappresenta un modello ibrido in cui una serie di fermate fisse sono distribuite all'interno di un corridoio operativo, servito da percorsi flessibili. In questo contesto, coesistono diverse tipologie di nodi: da un lato vi sono fermate fisse attivate esclusivamente su richiesta, prive di un orario di transito prestabilito (rappresentate in figura con simboli circolari); dall'altro, si individuano nodi – sia fissi che su richiesta – associati a precisi orari di passaggio (raffigurati con simboli quadrati). Questi ultimi assumono un ruolo strategico all'interno del sistema, poiché possono coincidere con punti di interscambio verso altri servizi di trasporto collettivo, come capolinea di autobus o stazioni ferroviarie. Ciò consente di favorire l'integrazione intermodale, facilitando il coordinamento tra diverse modalità di trasporto e migliorando la continuità del viaggio per l'utente. Tuttavia, questo aumento della flessibilità si traduce in una minore rapidità complessiva del servizio, a causa delle deviazioni e delle fermate aggiuntive. Di conseguenza, risulta necessario bilanciare attentamente le esigenze di

flessibilità e quelle di efficienza, in funzione del contesto territoriale e della domanda di mobilità.



Figura 6-Schema door-to-door

La configurazione rappresentata in questa figura presenta notevoli analogie con lo schema illustrato in Figura 4, ma se ne differenzia per la natura dei punti serviti lungo la rete. In questo caso, infatti, le fermate del servizio non coincidono con nodi del trasporto pubblico tradizionale né con fermate standardizzate, bensì con edifici esistenti o indirizzi specifici, selezionati in base alle esigenze dell'utenza.

Tali punti di prelievo o rilascio possono corrispondere, ad esempio, a strutture con funzione sociale o sanitaria, come circoli per anziani, centri diurni o ambulatori, che richiedono particolari accorgimenti in fase di pianificazione del servizio. In questi contesti, è spesso necessario prevedere intervalli di tempo più ampi per le operazioni di salita e discesa, al fine di garantire condizioni di accessibilità e sicurezza adeguate, soprattutto per utenti con mobilità ridotta o esigenze specifiche.

Questa tipologia di configurazione evidenzia ulteriormente la capacità dei sistemi DRT di adattarsi a contesti d'uso mirati e a categorie di utenti con bisogni particolari, contribuendo così a rendere il sistema di trasporto più inclusivo e attento alla dimensione sociale della mobilità.

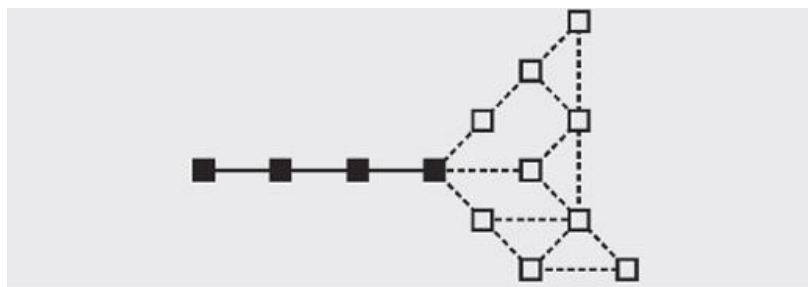


Figura 7-combinazione di più schemi di funzionamento

Un ulteriore livello di complessità e adattabilità nei sistemi DRT può essere raggiunto attraverso la combinazione di diversi modelli operativi all'interno della stessa rete. Come

illustrato in Figura 7, è infatti possibile integrare un servizio a percorso fisso, tipico dei contesti urbani ad alta densità, con un servizio completamente a chiamata distribuito su un'area più ampia, come quelle periferiche o suburbane.

Questa soluzione ibrida consente di rispondere in modo differenziato alle esigenze di mobilità dei diversi segmenti territoriali: da un lato, il percorso fisso garantisce regolarità, affidabilità e una maggiore capacità di trasporto nelle zone centrali della città, dove la domanda è più elevata e concentrata; dall'altro, l'area a chiamata offre maggiore flessibilità e copertura in contesti a domanda debole, grazie a itinerari variabili costruiti in tempo reale sulla base delle richieste effettive degli utenti.

Dall'analisi degli esempi precedentemente illustrati emerge con chiarezza come i sistemi DRT possano raggiungere livelli di flessibilità comparabili a quelli tipici dei servizi taxi, pur mantenendo un profilo economico decisamente più contenuto, sia per l'utenza sia per l'amministrazione pubblica. A differenza dei taxi tradizionali, infatti, i servizi a chiamata operano con logiche di condivisione del viaggio e di ottimizzazione dei percorsi, elementi che permettono di contenere i costi individuali grazie alla razionalizzazione delle risorse impiegate. Oltre all'aspetto economico, tali sistemi offrono ulteriori vantaggi, tra cui un incremento della sicurezza personale, grazie alla tracciabilità dei veicoli e alla possibilità di gestire il servizio mediante piattaforme digitali, e un significativo miglioramento dell'accessibilità, soprattutto per categorie di utenti vulnerabili o in contesti territoriali poco serviti (Jain et al., 2017).

Come già precedentemente descritto, i servizi di trasporto a chiamata possono offrire una valida alternativa alle problematiche legate alla mobilità nelle aree meno densamente popolate, come le periferie urbane, i piccoli centri e le zone rurali (Velaga et al., 2012). Questi territori, spesso caratterizzati da una domanda di trasporto frammentata e discontinua, non risultano facilmente servibili attraverso i modelli tradizionali del trasporto pubblico di linea. Laddove tali servizi siano comunque esistenti, essi si rivelano frequentemente poco sostenibili dal punto di vista economico per le amministrazioni locali, a causa dell'elevato rapporto tra costi di esercizio e numero di passeggeri trasportati. Le linee convenzionali, infatti, operano spesso con veicoli semi-vuoti e con una frequenza ridotta, compromettendo così l'affidabilità e l'attrattività del servizio per gli utenti (Calabrò et al., 2021). In questo scenario, i sistemi DRT, grazie alla loro flessibilità operativa e alla capacità di adattarsi in

tempo reale alla domanda effettiva, si presentano come una soluzione più efficiente, in grado di ottimizzare le risorse disponibili e migliorare l'accessibilità ai servizi essenziali anche nelle aree a domanda debole. Tali servizi, infatti, si dimostrano particolarmente efficaci nel garantire alle comunità locali un accesso agevolato a servizi essenziali, come quelli sanitari, educativi o sociali. In questo modo, i sistemi DRT non solo rispondono a esigenze di mobilità, ma contribuiscono anche in modo significativo al miglioramento del benessere collettivo, rafforzando l'inclusione sociale e riducendo il rischio di isolamento territoriale, soprattutto per le fasce più vulnerabili della popolazione (Nelson e Phonphitakchai, 2012). Tuttavia, sebbene i servizi di trasporto a chiamata siano spesso associati a contesti rurali o periferici, la loro applicazione può risultare altrettanto efficace anche in ambito urbano. In particolare, questi sistemi possono essere integrati all'interno di una rete multimodale più ampia, svolgendo un ruolo strategico come servizio di tipo *feeder*, ovvero come connessione tra le aree residenziali e le principali infrastrutture del trasporto pubblico di massa, come stazioni ferroviarie, fermate della metropolitana o linee di autobus ad alta capacità. Questa funzione di supporto consente di rispondere in modo efficiente alle esigenze di mobilità legate agli spostamenti di primo e ultimo miglio, che rappresentano spesso uno dei principali ostacoli all'utilizzo del trasporto pubblico tradizionale. Offrendo un'alternativa comoda, flessibile e coordinata con gli orari del trasporto collettivo, i servizi DRT possono quindi contribuire a ridurre la dipendenza dal mezzo privato, migliorando al tempo stesso l'accessibilità complessiva del sistema di trasporto urbano (Chandra et al., 2013; Gunay et al., 2016; König e Gripenkoven, 2020). A tale scopo Wang et al. (2023) si concentrano sull'“*adaptability analysis*” dei sistemi DRT ovvero, sul come valutare l'idoneità di un contesto urbano o rurale nell'adottare servizi a chiamata. L'approccio proposto consiste nella combinazione integrata di tre livelli di analisi: Macro-livello: riguarda gli aspetti istituzionali, tecnologici e normativi che influenzano l'implementazione del servizio (es. politiche pubbliche, incentivi, digitalizzazione); Meso-livello: si concentra sulle caratteristiche operative del servizio, come la struttura tariffaria, la dimensione della flotta, l'area servita e la domanda attesa, valutando la sostenibilità e l'efficienza attraverso modelli decisionali e Micro-livello: analizza il funzionamento dettagliato del sistema tramite simulazioni per studiare le interazioni tra utenti e veicoli in scenari realistici.

È importante sottolineare che, per gli utenti, il costo individuale di un servizio DRT può risultare superiore rispetto alla tariffa di un tradizionale servizio di autobus su percorso fisso

(Dytckov et al., 2022, Teal e Becker, 2011). Questo è dovuto alla maggiore personalizzazione del servizio e alla flessibilità operativa che caratterizza il modello a domanda. Tuttavia, dal punto di vista delle amministrazioni pubbliche, il bilancio complessivo risulta spesso più favorevole: i costi di esercizio di un servizio DRT, se ben progettato, tendono infatti a essere inferiori rispetto a quelli associati alla gestione di una rete convenzionale di trasporto pubblico in aree a bassa domanda. La possibilità di ottimizzare i percorsi, impiegare veicoli più piccoli e adattare la frequenza alle reali esigenze degli utenti consente di ridurre significativamente le risorse economiche necessarie, rendendo il sistema più sostenibile ed efficiente sul piano finanziario. A tal proposito, lo studio condotto da Tiwari et al. (2025) ha evidenziato come i costi complessivi di un sistema integrato possano diminuire tra il 9% e il 16% rispetto a uno scenario senza integrazione, con una riduzione delle tariffe compresa tra il 14% e il 31%. Tale approccio integrato ha facilitato lo spostamento di una quota significativa di utenti verso il trasporto pubblico tradizionale, migliorando l'efficienza complessiva del sistema, mentre coloro che hanno continuato a utilizzare il DRT hanno beneficiato di servizi più rapidi e affidabili. Dunque, il successo e la sostenibilità dei sistemi di trasporto a chiamata dipendono in larga misura dalla capacità di attivare sinergie efficaci tra i diversi attori coinvolti nel governo e nella gestione della mobilità. In particolare, risulta fondamentale una stretta collaborazione tra le amministrazioni comunali, i fornitori di tecnologia e servizi digitali, e gli operatori del trasporto pubblico tradizionale. Solo attraverso una pianificazione integrata e un coordinamento operativo tra questi soggetti è possibile garantire un servizio efficiente, coerente con le esigenze del territorio e realmente attrattivo per l'utenza (Mounce, Beecroft e Nelson, 2020, Campisi et al., 2023). Se da un lato la sostenibilità economica e la cooperazione tra attori istituzionali e operatori del trasporto pubblico rappresentano condizioni fondamentali per l'implementazione efficace dei servizi a domanda, dall'altro è essenziale considerare anche il punto di vista dell'utenza. Infatti, la riuscita di un sistema di trasporto flessibile dipende in larga misura dalla sua capacità di rispondere alle esigenze specifiche di determinati segmenti di popolazione. Diversi studi hanno evidenziato come alcuni gruppi di utenti siano particolarmente attratti dal DRT per le sue caratteristiche di accessibilità, adattabilità e comodità. Tra i principali fruitori dei servizi di trasporto a chiamata si evidenziano in particolare categorie di utenti che, per vari motivi, presentano una maggiore vulnerabilità in termini di accesso alla mobilità: si tratta soprattutto di donne,

anziani, persone prive di patente di guida o disabilità motorie. Numerosi studi hanno evidenziato come queste fasce della popolazione rappresentino una quota significativa dell'utenza dei sistemi DRT, sottolineando così il ruolo fondamentale che tali servizi possono svolgere in termini di equità e inclusione sociale. Ad esempio, gli studi condotti da Knierim et al., (2021) confermano che persone senza accesso all'auto, con disabilità motorie o anziane residenti in piccoli centri mostrano una maggiore propensione all'utilizzo del DRT, evidenziando come questi servizi possano rispondere efficacemente ai bisogni di mobilità nei contesti rurali più vulnerabili. Ulteriori studi, come quelli di Zhao et al. (2024), sottolineano il ruolo significativo che i servizi DRT possono avere nel soddisfare le esigenze di mobilità quotidiana di utenti vulnerabili, con particolare attenzione ai giovani e giovanissimi, soprattutto nelle aree rurali. In questo contesto, il DRT si configura come una modalità di trasporto complementare o alternativa, capace di migliorare l'accessibilità a destinazioni scolastiche e ricreative, di ridurre le disparità territoriali e di aumentare la percezione di sicurezza, in modo particolare tra le giovani donne, dato confermato anche da Rossolov et al., (2025). La propensione all'utilizzo futuro di tali servizi risulta più marcata tra i giovani provenienti da nuclei familiari numerosi o già abituati a utilizzare sistemi di trasporto pubblico o intermodale, evidenziando così il potenziale del DRT nel promuovere, fin dalla giovane età, abitudini di mobilità più sostenibili e consapevoli. Tali evidenze sono confermate anche da Caramuta et al. (2025), i quali hanno condotto uno studio nella città di Trieste, attraverso modelli logit basati su dati di preferenza dichiarata, valutando le potenzialità di un servizio DRT pensato per gli spostamenti serali e ricreativi degli studenti. I risultati hanno evidenziato una marcata propensione all'utilizzo del servizio da parte degli studenti residenti in aree semi-periferiche o suburbane, con una domanda particolarmente concentrata nei giorni di mercoledì, venerdì e sabato, e con destinazioni prevalenti nel centro cittadino. Sulla base di queste analisi, il servizio è stato successivamente progettato e attivato in quelle specifiche fasce orarie e territoriali, riscuotendo un'adesione significativa da parte della popolazione studentesca, che ha utilizzato il DRT principalmente nelle ore notturne per raggiungere i luoghi del tempo libero. Quindi, gli studi analizzati evidenziano come alcuni gruppi di utenti, in particolare studenti, giovani, donne, anziani e persone con limitato accesso all'auto, mostrino una maggiore propensione all'utilizzo dei servizi DRT, sottolineando così il ruolo strategico di tali soluzioni nella promozione dell'equità sociale e nell'offerta di un sistema di trasporto pubblico più inclusivo e accessibile per tutte le fasce della popolazione. Infatti, secondo quanto riportato da Abramović et al. (2018), l'analisi

della letteratura relativa ai sistemi tariffari nei contesti di trasporto pubblico integrato (IPTs) evidenzia come la pianificazione delle tariffe presenti ancora limiti significativi, richiedendo interventi mirati per renderla più efficace. Gli autori mettono in rilievo il ruolo strategico di un'impostazione tariffaria attenta agli aspetti sociali, capace di attenuare disuguaglianze e barriere alla mobilità, soprattutto per le categorie di utenti più fragili. La scelta delle tariffe può incidere profondamente sulle modalità di spostamento e sulle decisioni di viaggio, motivo per cui è necessario un approccio di pianificazione che concili il benessere degli utenti con la sostenibilità economica e gestionale del servizio. L'ulteriore studio di Šipuš et al. (2019) individua le principali criticità che compromettono l'equità nel trasporto passeggeri integrato, tra cui la disomogeneità dell'offerta tra aree urbane, periurbane e rurali, l'assenza di servizi integrati in molte zone periferiche e tariffe poco accessibili. Gli autori propongono quindi criteri di equità che correlano tali caratteristiche a un sistema tariffario equo, con l'obiettivo di differenziare le tariffe in base al livello di sviluppo delle aree, ridurre gli svantaggi di trasporto e dare maggiore attenzione alle aree in posizione meno favorevole. In linea con tali considerazioni, Gašparović (2016) sottolinea come l'adozione di un modello tariffario basato sull'equità possa costituire uno strumento concreto per prevenire l'esclusione dal sistema di trasporto, offrendo condizioni vantaggiose agli utenti in situazioni di svantaggio e contribuendo a costruire un servizio più inclusivo e bilanciato. In conclusione, i sistemi Demand Responsive Transport (DRT) rappresentano una soluzione di mobilità flessibile e adattabile, capace di rispondere efficacemente alle esigenze di diversi gruppi di utenti, in particolare quelli più vulnerabili come anziani, donne, giovani, persone con disabilità e persone senza patente. La varietà di modalità operative del DRT, dalla linea fissa con deviazioni fino ai servizi porta a porta, ne consente l'applicazione in contesti urbani e rurali con caratteristiche molto differenti, favorendo l'integrazione con altri sistemi di trasporto pubblico e contribuendo a migliorare l'accessibilità e la sicurezza. Parallelamente, emerge con forza la necessità di sviluppare sistemi tariffari equi e socialmente sensibili, che sappiano ridurre le disuguaglianze territoriali e sociali e promuovere l'inclusione, bilanciando le esigenze degli utenti con i costi di gestione. Solo attraverso un'attenta pianificazione, che consideri le peculiarità della domanda e le specificità territoriali, il DRT potrà realizzare appieno il suo potenziale come strumento efficace di mobilità sostenibile, accessibile e giusta per tutti.

2. IL DIMENSIONAMENTO DELLA FLOTTA E DEI PICK-UP E DROP-OFF DEI SERVIZI DRT

Le aree periferiche sono spesso caratterizzate da una limitata disponibilità di servizi di trasporto pubblico, con corse poco frequenti e fermate difficilmente accessibili. La scarsa densità del servizio e i lunghi tempi di percorrenza scoraggiano l'uso del trasporto collettivo, rendendo il veicolo privato la principale, e talvolta unica, alternativa di mobilità, in grado di garantire maggiore flessibilità negli spostamenti (Poltimäe et al., 2022). Poiché i tratti iniziali e finali di un percorso sono generalmente effettuati a piedi, la distanza necessaria per raggiungere una fermata rappresenta un elemento fondamentale nel determinare l'effettiva possibilità di utilizzo del servizio (Truden, C. et al., 2022). Tale distanza può, infatti, incidere in modo decisivo sulla scelta modale e sulla propensione degli utenti a servirsi del trasporto pubblico. Inoltre, come osservato da Meeder et al. (2017) e Sun et al. (1996), anche le condizioni dei percorsi pedonali, come ad esempio la pendenza, la presenza di ostacoli o la qualità del manto stradale, influenzano significativamente la reale accessibilità e, di conseguenza, l'uso effettivo dei mezzi pubblici. Secondo Litman (2008), l'offerta di servizi di trasporto può essere descritta attraverso tre dimensioni fondamentali:

- a) accessibilità ai punti di interscambio, ovvero la facilità con cui gli utenti possono raggiungere fermate e stazioni del trasporto pubblico;
- b) connettività della rete, intesa come il livello di integrazione tra i diversi nodi e la rapidità con cui è possibile spostarsi all'interno del sistema;
- c) qualità percepita del servizio, che comprende aspetti soggettivi come comfort, affidabilità, disponibilità e sicurezza delle infrastrutture e dei mezzi.

Sulla base di queste premesse e dall'analisi della letteratura scientifica, illustrata nel capitolo precedente, il presente capitolo illustra l'approccio adottato per la progettazione e la valutazione del servizio di microtransit. Il sistema di trasporto proposto si configura come un servizio di microtransit flessibile, concepito per integrare e potenziare l'offerta di trasporto pubblico locale nelle aree caratterizzate da una domanda dispersa e variabile nel tempo. Il servizio prevede l'attivazione di linee fisse, che rappresentano la struttura portante del sistema, alle quali si affiancano deviazioni di percorso attivabili esclusivamente a seguito di una prenotazione da parte dell'utente. L'idea progettuale prevede l'operatività prevalentemente nelle ore non di punta, concentrandosi quindi sugli spostamenti non sistematici, quali quelli legati al tempo libero, agli acquisti o ai servizi personali, che

risultano generalmente meno serviti dal trasporto pubblico tradizionale. Il dimensionamento della flotta, costituita da minibus da 22 posti, tiene conto non solo del volume complessivo di domanda previsto, ma anche degli effetti derivanti dall'attivazione delle deviazioni, le quali comportano inevitabilmente un prolungamento dei tempi di percorrenza e di attesa. Un elemento distintivo del sistema proposto è la presenza di un meccanismo di ottimizzazione in tempo reale (ottimizzazione dinamica online), già introdotto nel capitolo precedente. Questo approccio prevede che la pianificazione iniziale dei percorsi e delle assegnazioni dei mezzi deve essere aggiornata e modificata anche durante l'erogazione del servizio, sulla base delle richieste effettive pervenute e delle condizioni operative in corso. Tale caratteristica consente al sistema di adattarsi dinamicamente alle variazioni della domanda, migliorando l'efficienza e aumentando la qualità percepita del servizio da parte degli utenti.

Il presente capitolo si articola in una sequenza di fasi operative interconnesse. Le prime riguardano la definizione della rete di trasporto, la costruzione del grafo stradale e l'individuazione dei percorsi potenzialmente idonei al servizio. Successivamente, la domanda di mobilità è stimata attraverso un modello a quattro stadi (generazione, distribuzione, scelta modale e assegnazione), con particolare attenzione agli spostamenti non sistematici e alle caratteristiche socio-economiche degli utenti.

Le fasi successive includono l'ottimizzazione delle linee fisse e delle deviazioni di percorso mediante un algoritmo dedicato, il dimensionamento della flotta sulla base della domanda potenziale, e l'individuazione dei punti di *pick-up* e *drop-off* (PUDO) in funzione dei criteri di accessibilità, sicurezza e coerenza spaziale.

La metodologia integra, inoltre, l'analisi di una funzione obiettivo volta a determinare la combinazione ottimale di tariffe, bilanciando accessibilità economica, sostenibilità finanziaria e principi di equità tariffaria. Tale analisi consente di valutare la sensibilità della domanda al variare delle condizioni tariffarie e di individuare scenari di equilibrio tra efficienza del servizio e inclusività.

Infine, la ricerca prevede una fase sperimentale con l'obiettivo di verificare la coerenza e l'affidabilità del modello rispetto ai dati osservati e di analizzare le potenzialità del microtransit come soluzione complementare al trasporto pubblico convenzionale. Di seguito si riportano in dettaglio le varie fasi.

Il metodo seguito per lo sviluppo della ricerca si articola nelle diverse fasi illustrate in Figura 8 concepite per garantire un approccio sistematico e replicabile all'analisi e alla progettazione di un servizio di microtransit.

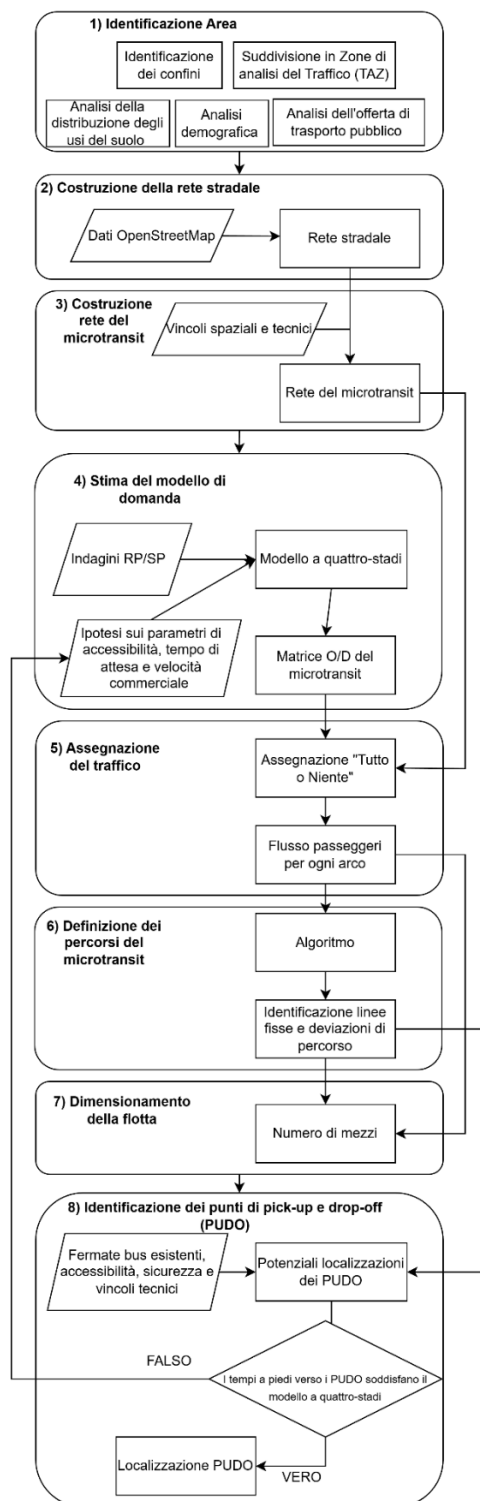


Figura 8-Quadro metodologico

Il processo è stato implementato attraverso l'utilizzo del software QGIS (versione 3.10), un Sistema Informativo Geografico (GIS) *open-source*, che ha consentito l'integrazione, la gestione e l'analisi dei dati spaziali, e dei relativi *plugin* dedicati alla modellazione dei trasporti. La prima fase consiste nell'identificazione dell'area e nella valutazione preliminare del suo potenziale in relazione all'implementazione di un servizio di microtransit. Tale fase prevede la delimitazione spaziale del contesto urbano analizzato e la sua suddivisione in *Traffic Analysis Zones* (TAZ), scelte come unità elementari per la rappresentazione della domanda e dell'offerta di trasporto. Per ciascuna zona si analizzano in dettaglio le caratteristiche socio-demografiche, la distribuzione delle funzioni urbane e la struttura dell'offerta di trasporto pubblico esistente, al fine di individuare eventuali criticità in termini di accessibilità, copertura e connettività della rete.

La seconda fase riguarda la costruzione della rete stradale all'interno dell'ambiente GIS, mediante l'utilizzo dei dati *open-source* provenienti da *OpenStreetMap*. Tale operazione consente di generare un grafo stradale dettagliato, comprensivo delle principali caratteristiche geometriche e funzionali della rete viaria (direzionalità, lunghezza, gerarchia stradale, vincoli di accesso, ecc.), necessario per le successive fasi di modellazione.

Successivamente, nella terza fase, a partire dalla rete stradale di base, viene definita la rete potenziale del servizio proposto. In questa fase si tiene conto sia dei vincoli tecnici (ad esempio la capacità della rete o la percorribilità di determinate strade da parte della tipologia di veicoli ipotizzati), sia dei vincoli spaziali, legati alla localizzazione dei generatori e attrattori di traffico e alla distribuzione territoriale della domanda.

Per la stima della domanda potenziale del servizio di microtransit si è fatto riferimento ad un modello a quattro stadi. L'analisi, come già precedentemente esposto, può essere focalizzata sugli spostamenti non sistematici, in quanto maggiormente compatibili con la natura flessibile del servizio, caratterizzata da una maggiore tolleranza rispetto a tempi di percorrenza e vincoli orari. Tale scelta metodologica risulta particolarmente adeguata a servizi operanti prevalentemente nelle ore di morbida e orientati a soddisfare esigenze di mobilità occasionale.

Il modello adottato si articola, quindi, nelle seguenti fasi: (i) generazione degli spostamenti, finalizzata alla stima del numero totale di viaggi prodotti da ciascuna zona; (ii) distribuzione degli spostamenti, volta a definire le relazioni origine/destinazione; (iii) scelta modale, per

la stima delle probabilità di utilizzo delle diverse alternative di trasporto; (iv) assegnazione del traffico, utile a individuare i percorsi più probabili sulla rete.

La fase di generazione (i) degli spostamenti consente di stimare il numero di viaggi non sistematici prodotti da ciascuna zona di traffico, sulla base della popolazione residente, articolata per gruppi socio-demografici, e mediante l'utilizzo di indici di mobilità. Tali indici possono essere derivati sia dai dati RP raccolti localmente sia da fonti statistiche di riferimento a scala più ampia, opportunamente integrate.

La distribuzione (ii) degli spostamenti può essere effettuata distinguendo differenti classi di utenti, ad esempio in funzione dell'età, e identificando le principali destinazioni dei viaggi non sistematici. In questo contesto, il microtransit può assumere il ruolo di servizio di adduzione verso poli urbani o nodi del trasporto pubblico. La stima della domanda (iii) può essere supportata dall'utilizzo di indagini sul campo, finalizzate alla comprensione dei comportamenti di mobilità degli utenti e della loro propensione all'utilizzo di un servizio DRT.

Infine, la fase di assegnazione del traffico (iv) ha l'obiettivo di tradurre la domanda stimata in flussi sulla rete di trasporto, consentendo di individuare i percorsi più probabili utilizzati dal servizio e di valutarne le prestazioni operative.

Un approccio comunemente adottato per stimare la domanda potenziale prevede l'integrazione di indagini di tipo *Revealed Preferences* (RP) e *Stated Preferences* (SP), che consente di combinare l'analisi dei comportamenti effettivamente osservati con la valutazione delle preferenze dichiarate in relazione a scenari ipotetici. Tale integrazione risulta particolarmente utile quando si analizzano servizi innovativi o non ancora pienamente implementati. Le indagini RP e SP possono essere somministrate contestualmente attraverso un questionario unificato, strutturato in più sezioni. Una prima sezione è generalmente dedicata alla raccolta delle principali caratteristiche socio-economiche degli intervistati, utili a rappresentare l'eterogeneità della popolazione e a introdurre variabili esplicative nei modelli di scelta. Una seconda sezione è orientata alla ricostruzione delle abitudini di mobilità effettive degli intervistati, raccogliendo informazioni sugli spostamenti recentemente effettuati in termini di origine, destinazione, modalità utilizzata e motivo del viaggio. Tali dati possono essere utilizzati sia per la stima degli indici di mobilità sia per distinguere tra spostamenti sistematici e non sistematici.

La sezione SP del questionario si basa su esperimenti di scelta discreta, nei quali agli intervistati vengono proposti diversi scenari ipotetici di viaggio e viene richiesto di selezionare la modalità di trasporto preferita tra un insieme di alternative. Gli scenari possono differire per i valori degli attributi di viaggio, quali tempi di percorrenza, tempi di attesa, tempi di accesso, costi monetari ed eventuali componenti aggiuntive legate all'uso del mezzo privato o all'integrazione modale.

Tali indagini possono essere condotte con diverse modalità di somministrazione; tra queste, le interviste “faccia a faccia” rappresentano una soluzione frequentemente utilizzata quando è necessario garantire una corretta comprensione delle caratteristiche del servizio ipotizzato.

I dati raccolti attraverso le indagini RP e SP risultano utili ai fini della calibrazione del modello di scelta modale, basato su formulazioni di tipo *logit*, che consente di stimare la probabilità di scelta delle diverse alternative di trasporto in funzione degli attributi di viaggio e delle caratteristiche socio-economiche degli utenti. Le probabilità così ottenute possono essere applicate agli spostamenti stimati nelle fasi di generazione e distribuzione, permettendo la costruzione della matrice origine/destinazione associata al servizio DRT.

A seguito della calibrazione, il modello è stato confrontato con una stima di domanda derivata da dati osservati, utilizzando come indicatore di accuratezza il *Root Mean Square Error* (RMSE). Tale indicatore, comunemente adottato in letteratura per valutare l'accuratezza predittiva dei modelli di domanda di trasporto (Yazıcıoğlu and Akgüngör, 2025; Zhong et al. 2023), ha permesso di valutare la coerenza e la solidità del modello stesso.

L'assegnazione costituisce la fase successiva del lavoro ed è volta a determinare come la domanda potenziale di microtransit si distribuisce spazialmente sulla rete di trasporto precedentemente costruita. Tale fase costituisce un passaggio cruciale del processo analitico, poiché consente di comprendere in che modo gli utenti, in funzione delle caratteristiche della rete e dei costi generalizzati di spostamento, tendano a selezionare i percorsi più convenienti tra le diverse alternative disponibili.

L'assegnazione si realizza attraverso una procedura di tipo *All or Nothing* (AoN) applicandola alla matrice Origine/Destinazione (O/D) giornaliera del servizio. In questa logica, l'intera domanda tra ciascuna coppia origine-destinazione verrebbe assegnata al percorso più breve, in termini di tempo di viaggio, individuato sulla rete. Sebbene tale approccio non consideri la congestione, esso risulta particolarmente adeguato nella fase

esplorativa del modello, in quanto consente di ottenere una prima rappresentazione della distribuzione potenziale dei flussi di traffico, utile per le successive valutazioni di efficienza e progettazione del servizio.

L'esito dell'assegnazione permette di identificare i collegamenti più utilizzati e di stimare i flussi potenziali di domanda associati a ciascun arco della rete, fornendo così le basi per la definizione dei percorsi fissi del servizio e per l'analisi delle deviazioni opzionali, che verranno approfondite nello step successivo.

Al fine di ottimizzare la rete del servizio di microtransit, si è fatto riferimento a un algoritmo progettato per l'identificazione delle linee fisse e delle deviazioni opzionali. In questa prospettiva, i percorsi del servizio di microtransit possono essere individuati a partire dall'analisi degli archi maggiormente caricati e delle principali direttrici di spostamento, integrando il servizio proposto con i nodi più rilevanti della rete di trasporto pubblico esistente. In questo contesto, le linee a percorso fisso possono essere concepite come elementi strutturanti del servizio, orientati a intercettare i principali flussi di spostamento e a garantire il collegamento con nodi del TPL. Parallelamente, l'introduzione di deviazioni di percorso consente di estendere la copertura del servizio a porzioni di territorio caratterizzate da una domanda più frammentata. L'individuazione dei percorsi può essere, quindi, supportata da una procedura algoritmica dedicata, concepita per selezionare in modo sistematico e replicabile le direttrici maggiormente coerenti con la distribuzione spaziale della domanda. A partire dai risultati dell'assegnazione al grafo, che hanno evidenziato gli archi maggiormente caricati e quelli caratterizzati da flussi intermedi, si è proceduto all'elaborazione ai percorsi di rete più idonei alla definizione delle linee fisse e delle relative deviazioni. Tale procedura permette di garantire un'elevata copertura territoriale, mantenendo al contempo livelli di servizio coerenti con la domanda potenziale di mobilità e con gli obiettivi di sostenibilità e inclusività del sistema di trasporto proposto.

A tal fine, l'algoritmo dedicato, è stato implementato seguendo una logica iterativa, si articola in una sequenza di fasi operative. Il processo seguito può essere così sintetizzato (Fig.9):

1. Assegnazione della matrice O/D al grafo: è stata eseguita un'assegnazione della matrice origine/destinazione alla rete stradale. Tale procedura ha consentito di calcolare, per ciascun arco del grafo, il valore di flusso risultante dal percorso minimo tra ogni coppia O/D, permettendo di ottenere una prima distribuzione spaziale della domanda di spostamento.

2. Definizione dei punti di interscambio principali (PUDOs): sono stati individuati due punti strategici, indicati come A e B, corrispondenti a nodi caratterizzati da un'elevata qualità del servizio di trasporto pubblico tradizionale. Questi due punti rappresentano poli attrattori e generatori di traffico e sono stati selezionati come estremi delle linee fisse, al fine di garantire l'integrazione del servizio DRT con la rete esistente e di consentire il trasferimento verso destinazioni esterne e più distanti.
3. Ricerca dei percorsi tra i nodi principali: l'algoritmo ha calcolato tutti i percorsi possibili tra i due PUDOs (A e B) entro una soglia di costo predefinita, corrispondente al tempo di viaggio massimo ammissibile. Questa operazione ha consentito di individuare l'insieme dei percorsi potenzialmente candidati a costituire la rete fissa del servizio.
4. Selezione del percorso con flusso massimo: tra i percorsi ottenuti, è stato selezionato quello con il flusso totale più elevato, identificato come la direttrice principale di spostamento tra i due nodi.
5. Verifica della soglia di flusso: il flusso del percorso selezionato è stato confrontato con una soglia di riferimento pari al 70% del flusso complessivo della rete. Qualora il flusso individuato non raggiungesse tale soglia, l'algoritmo prosegue alla fase successiva.
6. Iterazione e selezione di percorsi aggiuntivi: se il flusso non risultava sufficiente, l'algoritmo, mantenendo valido il primo percorso selezionato, ricercava un secondo percorso alternativo tra A e B, sempre entro la soglia di costo, che permette di incrementare il flusso complessivo, anche utilizzando parzialmente archi già appartenenti al percorso iniziale. Il processo iterativo prosegue finché non viene raggiunta la soglia di flusso definita.
7. Introduzione di un ulteriore nodo, se necessario: nel caso in cui la soglia di flusso non possa essere raggiunta con i percorsi tra A e B, viene introdotto un nuovo nodo PUDO, individuato in base al residuo potenziale di generazione o attrazione di viaggi, così da ampliare la copertura del servizio.

```

PROCEDURE ComputeFixedRoutes(G=(N,L), c, f, A, B,  $\delta$ ,  $\alpha$ , RankPUDOs)
# INPUT
# G=(N,L) : directed graph with nodes N and links L
# c[i,j] > 0 : travel cost on link (i,j)  $\in$  L
# f[i,j]  $\geq$  0 : flow assigned to link (i,j)
# A, B  $\in$  N : fixed PUDOs (e.g. transport hubs) with the highest attracted
# and generated demand
#  $\delta \geq 0$  : tolerance on path cost over the cost of the shortest path
#  $\alpha \in (0,1)$  : desired threshold of covered flow
# RankPUDOs : optional list of candidate PUDOs ordered by (attracted+generated) demand
#
# OUTPUT
# FixedLine = [P1, P2, ..., Pk] (ordered list of selected paths)

F  $\leftarrow$  SUM_{(i,j) $\in$ L} f[i,j] # total flow on the graph
FixedLine  $\leftarrow$  {}
CoveredLinks  $\leftarrow$  {} # set of covered links
UsedPUDOs  $\leftarrow$  {A, B}

WHILE TRUE:
# ---- (1) Shortest paths and cost thresholds ----
(Pshort_AB, cshort_AB)  $\leftarrow$  SHORTEST_PATH(G, c, A, B)
(Pshort_BA, cshort_BA)  $\leftarrow$  SHORTEST_PATH(G, c, B, A)
 $\theta_{AB} \leftarrow$  cshort_AB * (1 +  $\delta$ )
 $\theta_{BA} \leftarrow$  cshort_BA * (1 +  $\delta$ )

# ---- (2) Set of admissible paths (both directions) ----
P $\theta_{AB}$   $\leftarrow$  ENUM_ADMISSIBLE_PATHS(G, c, A, B,  $\theta_{AB}$ )
P $\theta_{BA}$   $\leftarrow$  ENUM_ADMISSIBLE_PATHS(G, c, B, A,  $\theta_{BA}$ )
P $\theta$   $\leftarrow$  (P $\theta_{AB}$   $\cup$  P $\theta_{BA}$ )

IF P $\theta$   $\neq$  {} THEN
# No A-B path within the cost threshold: try a new PUDO.
I  $\leftarrow$  NEXT_PUDO_WITH_MAX_RESIDUAL_DEMAND(RankPUDOs, UsedPUDOs, CoveredLinks, f)
IF I = NIL THEN BREAK
B  $\leftarrow$  I
UsedPUDOs  $\leftarrow$  UsedPUDOs  $\cup$  {I}
CONTINUE
END IF

# ---- (3) Flow on an admissible path ----
 $\Phi(P) =$  SUM_{(i,j) $\in$ LINKS(P)} f[i,j]

# ---- (4) First selected path ----
IF FixedLine is EMPTY THEN
P1  $\leftarrow$  ARGMAX_{P $\in$ P $\theta$ }  $\Phi(P)$ 
APPEND(FixedLine, P1)
CoveredLinks  $\leftarrow$  CoveredLinks  $\cup$  LINKS(P1)
 $\Phi_{cum} \leftarrow$  SUM_{(i,j) $\in$ CoveredLinks} f[i,j]
IF  $\Phi_{cum} \geq \alpha * F$  THEN BREAK
END IF

# ---- (5) Iterative augmentation ----
REPEAT
Candidates  $\leftarrow$  P $\theta$  \ FixedLine # set difference (paths not yet selected)
IF Candidates = {} THEN EXIT REPEAT

# Additional (marginal) flow of a path:
 $\Phi_{add}(P) =$  SUM_{(i,j) $\in$ (LINKS(P) \ CoveredLinks)} f[i,j]
Pnext  $\leftarrow$  ARGMAX_{P  $\in$  Candidates}  $\Phi_{add}(P)$ 

IF  $\Phi_{add}(Pnext) = 0$  THEN EXIT REPEAT

APPEND(FixedLine, Pnext)
CoveredLinks  $\leftarrow$  CoveredLinks  $\cup$  LINKS(Pnext)
 $\Phi_{cum} \leftarrow$  SUM_{(i,j) $\in$ CoveredLinks} f[i,j]
UNTIL  $\Phi_{cum} \geq \alpha * F$ 

# ---- (6) Stopping condition ----
IF  $\Phi_{cum} \geq \alpha * F$  THEN BREAK

# No further gain with current (A,B): pivot to another PUDO
I  $\leftarrow$  NEXT_PUDO_WITH_MAX_RESIDUAL_DEMAND(RankPUDOs, UsedPUDOs, CoveredLinks, f)
IF I = NIL THEN BREAK
B  $\leftarrow$  I
UsedPUDOs  $\leftarrow$  UsedPUDOs  $\cup$  {I}
END WHILE

# ---- (7) Final output ----
RETURN FixedLine
END PROCEDURE

FUNCTIONS:
#  $\Phi(P)$ : returns path flow
 $\Phi(P) =$  SUM_{(i,j) $\in$ LINKS(P)} f[i,j]

#  $\Phi_{add}(P)$ : returns additional (marginal) flow relative to CoveredLinks
 $\Phi_{add}(P) =$  SUM_{(i,j) $\in$ (LINKS(P) \ CoveredLinks)} f[i,j]

# LINKS(P): set of links composing path P

# Enumerate simple paths s-t with cost  $\leq \theta$ 
ENUM_ADMISSIBLE_PATHS(G, c, s, t,  $\theta$ )

# Pick next PUDO with maximum residual demand; if none exists return NIL
NEXT_PUDO_WITH_MAX_RESIDUAL_DEMAND(RankPUDOs, UsedPUDOs, CoveredLinks, f):
# RD(v) = SUM_{(i,j) $\in$ L : (i=v OR j=v) AND (i,j)  $\notin$  CoveredLinks} f[i,j]
FOR v IN RankPUDOs IN ORDER:
IF v  $\notin$  UsedPUDOs AND RD(v) > 0:
RETURN v
RETURN NIL

```

Figura 9-Algorithmo per l'identificazione delle linee fisse e delle deviazioni di percorso del servizio di microtransit

Una volta individuate le linee fisse e le relative deviazioni di percorso, è necessario procedere al dimensionamento della flotta al fine di garantire un livello di servizio in grado di rispondere in modo adeguato alla domanda di mobilità prevista. Il dimensionamento della flotta risulta strettamente connesso alla domanda potenziale da soddisfare, stimata in funzione dell'ipotesi tariffaria adottata, nonché alla frequenza di esercizio e alle caratteristiche dei percorsi definiti nelle fasi metodologiche precedenti. Tale passaggio assume un ruolo centrale nella progettazione del servizio di microtransit, in quanto incide direttamente sia sulla qualità del servizio offerto, in particolare in termini di tempi di attesa e affidabilità, sia sulla sostenibilità operativa ed economica del sistema nel suo complesso. Infine, l'ultimo step riguarda l'individuazione dei punti di *pick-up e drop-off* (PUDO), selezionati sulla base di criteri di accessibilità, sicurezza e compatibilità con la configurazione spaziale della rete. Nello specifico, dopo aver stabilito i criteri tecnico-funzionali e di sicurezza necessari per la scelta delle fermate, sono stati analizzati i nodi di fermata esistenti, integrandoli con nuove localizzazioni strategiche individuate tramite un'analisi di accessibilità pedonale. Per l'individuazione dei punti di *Pick-Up e Drop-Off* sono stati definiti alcuni criteri fondamentali per la loro localizzazione: la posizione, che deve consentire al veicolo di effettuare la fermata in sicurezza, senza ostacolare il normale flusso veicolare; la sicurezza durante l'attesa del veicolo da parte dell'utente; la facile ed immediata identificazione e la riconoscibilità della fermata e, infine, la distanza pedonale accettabile per il suo raggiungimento sia a partire delle residenze che dai punti di interesse presenti nell'area di studio, tutto questo sarà più esplicito nel paragrafo 4.12.

Questi punti così identificati rappresentano elementi strategici per la funzionalità complessiva del servizio, in quanto influenzano direttamente il tempo di accesso degli utenti e l'attrattività del sistema.

Una volta definiti i PUDO, viene verificato se la loro localizzazione rispetta le ipotesi formulate nella quarta fase relativamente ai tempi medi di percorrenza a piedi verso le fermate, utilizzate per stimare la domanda potenziale del microtransit. Se tali condizioni sono soddisfatte, i PUDO sono considerati validi e la procedura può essere considerata completa. In caso contrario, viene effettuata una ridefinizione delle ipotesi sui tempi di accesso pedonale e una ricalibrazione del modello di domanda, dopo la quale le fasi successive della metodologia vengono ripetute fino a garantire coerenza tra la domanda stimata e la configurazione dei punti di *pick-up e drop-off*.

A seguito del dimensionamento della flotta e dei PUDO è necessario valutare la combinazione ottimale dei costi del servizio. Per cui, lo step successivo ha visto l'analisi e l'applicazione di una funzione obiettivo. La funzione obiettivo rappresenta un elemento chiave del processo metodologico, in quanto consente di individuare la combinazione ottimale di variabili in grado di massimizzare l'efficacia complessiva del sistema di microtransit, bilanciando le esigenze dell'utenza, le condizioni economiche e le implicazioni sociali ed ambientali. In un'ottica di pianificazione integrata, la funzione obiettivo è stata formulata con lo scopo di valutare la combinazione ottimale di tariffe che consenta di garantire, al contempo, l'accessibilità del servizio, la sostenibilità economica e l'efficienza gestionale.

La costruzione di tale funzione, che sarà descritta in dettaglio nel capitolo 5 deve tenere conto di quattro dimensioni fondamentali: la soddisfazione degli utenti, i ricavi, i costi operativi e le esternalità negative.

La soddisfazione degli utenti rappresenta la componente sociale della funzione obiettivo e riflette il grado di accettabilità del servizio in termini di qualità percepita, accessibilità economica, affidabilità e tempi di viaggio. Essa costituisce un indicatore della capacità del sistema di rispondere alle esigenze di mobilità della popolazione promuovendo l'inclusione. I ricavi assumono un ruolo essenziale per la valutazione della sostenibilità economica. Essi sono stati stimati considerando i costi ipotizzati del DRT per le diverse combinazioni tariffarie e messi a confronto con gli scenari attualmente esistenti, attraverso i rispettivi costi di esercizio e livelli di domanda.

La stima integra, inoltre, la domanda futura combinata con il TPL esistente, derivante dal modello di scelta modale calibrato, al fine di valutare come il microtransit possa contribuire all'incremento della domanda complessiva di trasporto pubblico.

I costi operativi rappresentano l'insieme delle spese sostenute per garantire l'erogazione del servizio di microtransit e comprendono elementi quali il numero di veicoli impiegati, le ore giornaliere di funzionamento, la velocità commerciale media e le diverse combinazioni tariffarie considerate.

Infine, le esternalità comprendono gli effetti indiretti generati dal servizio di microtransit sul sistema urbano e sull'ambiente, quali la riduzione della congestione.

In sintesi, l'analisi della funzione obiettivo permette di individuare la combinazione tariffaria ottimale capace di bilanciare equamente soddisfazione degli utenti, sostenibilità economica

e impatti sociali, fornendo una base solida per la definizione di un sistema di trasporto flessibile, efficiente ed equo.

Una volta individuate le combinazioni ottimali di tariffe attraverso la funzione obiettivo, si può passare alla fase di sperimentazione pratica, necessaria per osservare come tali soluzioni si comportino concretamente in un contesto reale e per raccogliere feedback diretto dagli utenti. La fase sperimentale può prevedere il coinvolgimento di un campione di utenti che interagiscono con il servizio in qualità di utilizzatori simulati, effettuando prenotazioni in diverse fasce orarie e lungo le linee fisse e le deviazioni precedentemente progettate.

La sperimentazione può essere condotta mediante l'utilizzo di un'applicazione per smartphone basata su prenotazioni in tempo reale, sviluppata e operativa indipendentemente dal caso di studio analizzato, e adattata successivamente alle specifiche esigenze della sperimentazione. In un'ottica metodologica generale, la struttura del servizio (ad esempio l'adozione di linee fisse con possibilità di deviazioni di percorso) risulta fortemente influenzata dalle caratteristiche e dai vincoli tecnici dell'applicazione utilizzata, che possono incidere sulle modalità di rappresentazione della rete, sulla gestione delle fermate e sul ricalcolo dinamico dei percorsi. In particolare, alcune scelte progettuali relative alla localizzazione e alla spaziatura delle fermate possono essere determinate da requisiti minimi imposti dalla piattaforma tecnologica, necessari a garantire il corretto funzionamento degli algoritmi di instradamento e di aggiornamento delle informazioni in tempo reale. Tali vincoli, di natura puramente tecnica, devono essere tenuti in considerazione nella fase di progettazione del servizio, in quanto influenzano direttamente la configurazione delle linee e delle possibili deviazioni.

Tale approccio consente, quindi, di testare il comportamento del sistema in presenza di richieste variabili nel tempo e di analizzare la capacità del servizio di adattarsi alle esigenze degli utenti.

Durante la sperimentazione, gli utenti possono effettuare prenotazioni in tempo reale, selezionando origine e destinazione tra un insieme di fermate predefinite. L'applicazione fornisce informazioni aggiornate sui mezzi disponibili, visualizzando in modo dinamico le stime dei tempi di attesa alla fermata e dei tempi di percorrenza a bordo del veicolo, calcolate in funzione della posizione dei mezzi in servizio e delle prenotazioni attive. Tali informazioni possono variare nel tempo, riflettendo l'evoluzione delle condizioni operative del servizio. Parallelamente, il sistema consente ai conducenti di visualizzare in tempo reale

le richieste generate dagli utenti e di adeguare il percorso del veicolo in funzione delle prenotazioni ricevute, inclusa l'attivazione di eventuali deviazioni rispetto al percorso principale. L'aggiornamento dinamico delle informazioni operative permette di coordinare in modo efficiente le corse, riducendo i tempi di inattività e migliorando la capacità del servizio di rispondere alla domanda.

Un'analisi utile al termine di questa fase riguarda la raccolta di dati relativi alle prestazioni del servizio, quali tempi di attesa e tempi di percorrenza effettivi, da confrontare con i valori stimati dal sistema al momento della prenotazione.

In conclusione, il capitolo ha presentato la metodologia proposta per progettare e analizzare il servizio di microtransit con linee fisse e deviazioni di percorso, integrando modellazione della domanda, analisi della rete, definizione della funzione obiettivo e sperimentazione pratica. L'approccio illustrato ha fornito gli strumenti necessari per valutare l'efficacia del servizio, la soddisfazione degli utenti e la sostenibilità delle scelte operative, costituendo una base solida per eventuali applicazioni future in contesti urbani simili.

Al fine di verificare l'efficacia e la trasferibilità della metodologia proposta, essa è stata applicata a un caso studio reale individuato in un contesto periferico della città di Palermo, nello specifico nell'area di Tommaso Natale – Partanna Mondello. Si tratta di un ambito urbano caratterizzato elevata dipendenza dall'automobile privata e criticità in termini di accessibilità ai principali poli attrattori e nodi di interscambio.

3. PALERMO: CARATTERISTICHE, RUOLI E CRITICITA' DEL TPL

I processi di crescente complessità sociale ed economica, alimentati dall'intensificazione delle attività quotidiane e dalla moltiplicazione delle opportunità legate al tempo libero, al lavoro e ai consumi, generino una spinta costante all'aumento della domanda di mobilità (Wu et al., 2022). Le persone, infatti, sono sempre più incentivate a spostarsi per soddisfare le esigenze imposte da questo nuovo paradigma socio-economico (Hymel et al., 2010). Tale dinamica trova riscontro nella percezione quotidiana del traffico urbano: ingorghi, congestioni e flussi pendolari particolarmente intensi nelle ore di punta portano a ritenere che la domanda di trasporto eserciti una forte pressione sulle infrastrutture e sui servizi disponibili, tanto da far sembrare che sia soltanto la limitata capacità dell'offerta a contenere un'ulteriore crescita dei volumi di spostamento. Questa pressione crescente sulla mobilità urbana si riflette in maniera particolarmente evidente nei contesti in cui l'offerta di trasporto pubblico e di modalità alternative non riesce a competere in termini di accessibilità, capillarità ed efficienza con l'uso del mezzo privato. Palermo, infatti, nonostante la presenza di una rete di trasporto pubblico e il potenziale di mobilità alternativa, registra ancora tassi elevati di motorizzazione privata, con una diffusa preferenza per l'utilizzo dell'automobile privata anche per spostamenti brevi. Tale comportamento, frutto sia di fattori culturali che di inefficienze strutturali nel sistema di trasporto pubblico, ha un impatto diretto sulla qualità dell'aria, sulla congestione del traffico e sulla vivibilità degli spazi pubblici.

A conferma della necessità di introdurre soluzioni di mobilità più efficienti e sostenibili, i dati dell'Automobile Club d'Italia (ACI) evidenziano un trend in crescita del tasso di motorizzazione nella città di Palermo nel periodo compreso tra il 2000 e il 2024. Tale aumento riguarda sia le autovetture sia i motocicli, come mostra la Tabella 2.

Tabella 2-Consistenza parco veicolare città metropolitane italiane (Fonte: ACI)

ANNI	2000	2005	2010	2015	2019	2020	2022	2024
Bari	900.314	1.006.617	869.351	862.028	914.287	900.424	938.637	970.853
Bologna	703.429	752.609	774.187	795.893	838.073	828.411	849.242	873.621
Cagliari	479.661	536.126	435.266	441.824	361.184	355.703	372.870	384.453
Catania	771.191	887.096	1.008.220	1.043.295	1.119.531	1.097.344	1.163.173	1.198.717
Firenze	745.741	867.882	942.022	935.915	1.074.274	1.041.686	1.119.996	1.181.991
Genova	628.700	667.669	695.039	681.292	699.762	695.682	706.650	719.423

Messina	435.003	485.256	540.206	550.311	577.858	572.137	596.002	611.080
Milano	2.738.147	2.890.913	2.296.216	2.303.215	2.389.938	2.370.208	2.414.554	2.476.390
Napoli	2.034.156	2.166.453	2.321.363	2.245.639	2.387.778	2.348.205	2.455.425	2.539.516
Palermo	801.283	889.849	987.202	998.912	1.045.985	1.033.912	1.077.508	1.106.022
Reggio Calabria	355.810	397.279	443.794	446.432	468.764	462.349	486.437	503.391
Roma	3.031.857	3.383.112	3.677.042	3.490.652	3.541.077	3.499.349	3.589.259	3.750.007
Torino	1.707.625	1.754.997	1.805.225	1.854.729	1.909.044	1.917.835	1.880.440	2.069.781
Venezia	505.263	551.809	574.982	585.090	614.450	608.441	626.450	644.891
TOTALE	15.838.180	17.237.667	17.370.115	17.235.227	17.942.005	17.731.686	18.276.643	19.030.136
ITALIA	40.743.777	45.185.101	48.668.008	49.488.493	51.682.370	52.401.299	53.763.441	55.590.182
TOT/ITALIA (%)	38,9%	38,1%	35,7%	34,8%	34,7%	33,8%	34,0%	34,2%

Questo dato rappresenta un indicatore significativo dell'elevata dipendenza dal mezzo privato, che continua a caratterizzare il sistema di mobilità urbano. Tale situazione, in particolare nelle fasce orarie di maggiore mobilità, si traduce frequentemente in un'intensa congestione del traffico veicolare. Ne derivano conseguenze rilevanti sul piano ambientale e sociale: si registrano infatti elevati livelli di inquinamento atmosferico e acustico, tempi di percorrenza più lunghi, ritardi nei servizi e un incremento del rischio di incidenti stradali, compromettendo così la sicurezza e la qualità della vita urbana. Questo dato trova conferma anche nelle rilevazioni del Comune di Palermo, che ha documentato un costante incremento del tasso di motorizzazione nel corso dell'ultimo decennio. Tra il 2013 e il 2023, infatti, il numero di autovetture circolanti è aumentato sensibilmente, passando da 56,3 a 63 auto ogni 100 abitanti (Fig. 10). Una tendenza analoga si riscontra anche per i motocicli: nello stesso periodo, il numero di veicoli a due ruote è cresciuto del 7,6%, passando da 120.793 unità nel 2013 a 129.923 nel 2023 (Fig. 11). Se inseriti nel contesto nazionale, questi dati rispecchiano una tendenza più ampia: secondo le statistiche ACI, l'incremento del tasso di motorizzazione è un fenomeno generalizzato in Italia, con poche eccezioni, tra cui Cagliari e Milano, dove si registra una riduzione. Questo confronto evidenzia come le dinamiche di Palermo siano rappresentative di un problema urbano diffuso, rafforzando l'interesse per soluzioni innovative di trasporto che possano essere replicate o adattate ad altre città italiane con caratteristiche simili. Allo stesso tempo, l'analisi dei contesti in cui il tasso di motorizzazione è diminuito può offrire spunti preziosi per comprendere le politiche e le strategie di mobilità urbana efficaci nel contenimento dell'uso dei mezzi privati. In questo quadro, i servizi DRT, integrati in una rete di trasporto multimodale, appaiono come un'opzione concreta e flessibile per contrastare l'eccessivo ricorso ai veicoli individuali. Tali servizi, infatti, non solo offrono alternative più accessibili e sostenibili, ma permettono anche di rispondere alle

esigenze di mobilità di fasce di popolazione diverse, contribuendo a ridurre la congestione, migliorare l'efficienza dei tempi di viaggio e promuovere una mobilità urbana più equa e sicura. Confrontando Palermo con altre città italiane, è possibile capire non solo dove i servizi DRT possono essere replicati con successo, ma anche quali elementi locali, come il livello di motorizzazione o la struttura della rete urbana, ne condizionano l'efficacia.

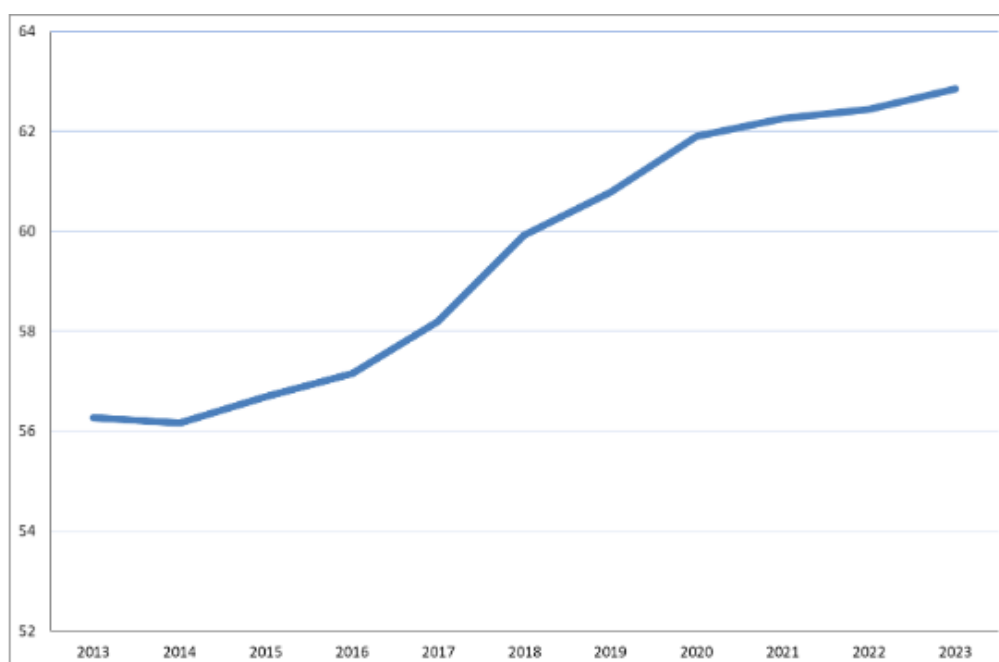


Figura 10-Tasso di motorizzazione (autovetture circolanti per 100 abitanti) a Palermo dal 2013 al 2023 (Fonte: Comune di Palermo)

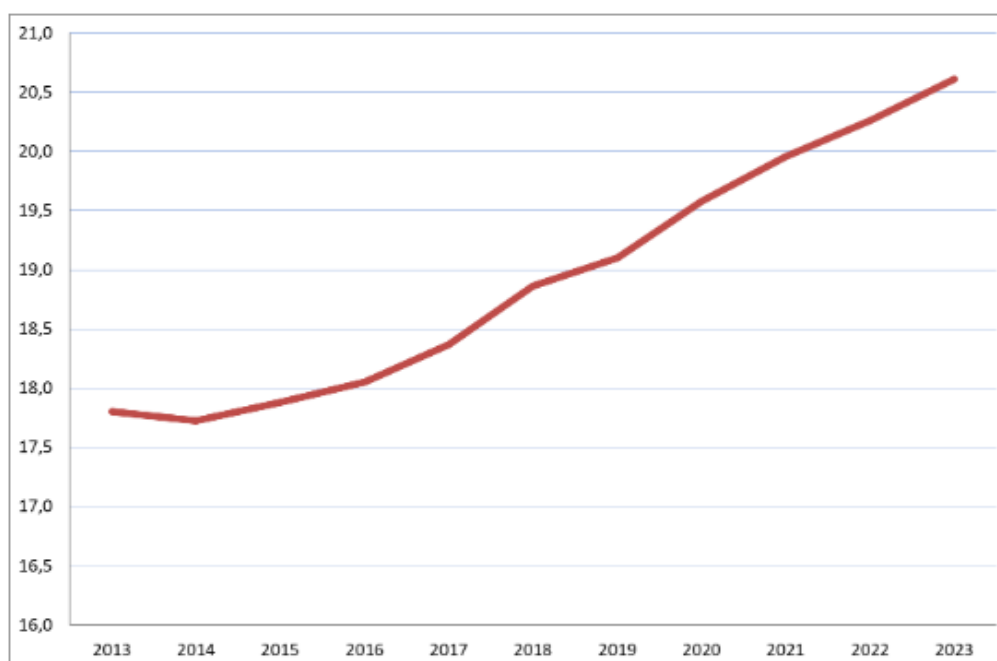


Figura 11-Tasso di motorizzazione (motocicli circolanti per 100 abitanti) a Palermo dal 2013 al 2023 (Fonte: Comune di Palermo)

L'incremento del tasso di motorizzazione registrato nella città di Palermo negli ultimi dieci anni si inserisce in un quadro più ampio, che riflette tendenze di mobilità diffuse a livello nazionale. L'ISTAT, attraverso le proprie indagini, monitora le abitudini di spostamento della popolazione italiana con particolare attenzione alla cosiddetta mobilità abituale, ovvero agli spostamenti effettuati regolarmente per motivi di lavoro o di studio. Per entrambe le categorie vengono analizzate le scelte modali degli utenti, consentendo di individuare non solo i mezzi di trasporto maggiormente utilizzati, ma anche di osservare come tali preferenze si siano modificate nel tempo. L'analisi dei dati relativi al periodo 2018-2021 (Fig. 12 e 13) evidenzia un quadro ben definito delle attuali tendenze di mobilità: da un lato, si conferma una marcata dipendenza dal mezzo privato, che continua a rappresentare la scelta predominante per gli spostamenti abituali; dall'altro, emergono cambiamenti nell'utilizzo del trasporto pubblico e di modalità alternative, come biciclette, car sharing o micromobilità. Queste variazioni sono legate a diversi fattori, tra cui il potenziamento o il degrado delle infrastrutture, il livello di efficienza e affidabilità dei servizi disponibili e l'evoluzione delle condizioni socio-economiche, che possono modificare le esigenze e le abitudini di spostamento della popolazione.

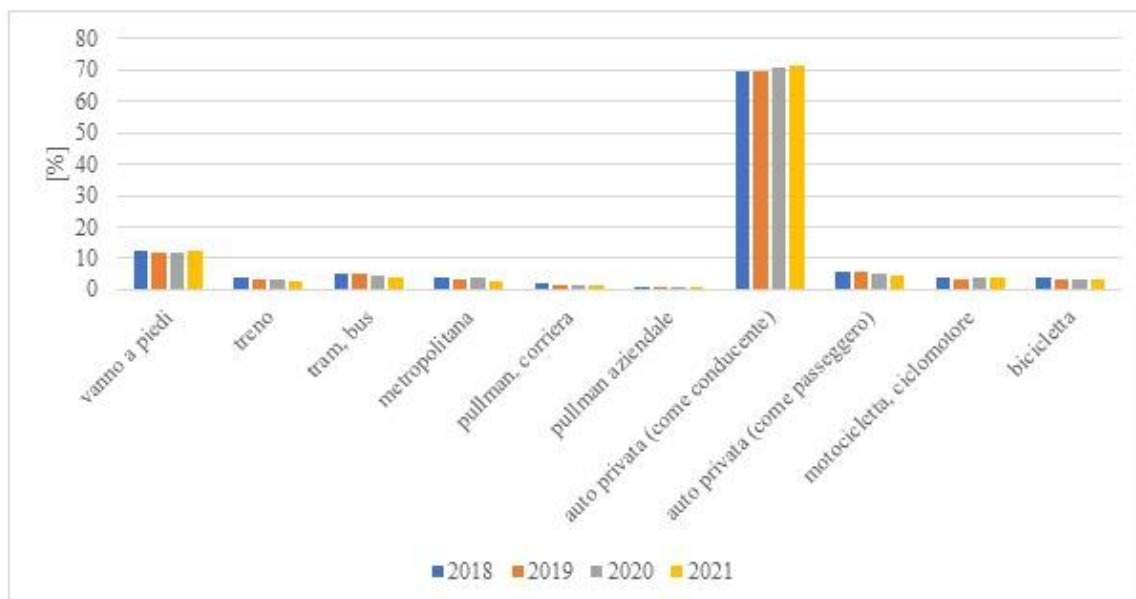


Figura 12-Split modale spostamenti per motivi di lavoro (Fonte:ISTAT)

Dal grafico, infatti, emerge con chiarezza la predominanza dell'auto privata come mezzo di spostamento per motivi di lavoro: nel 2021, circa il 70% dei lavoratori ha scelto questa modalità, evidenziando persino un lieve incremento rispetto agli anni precedenti. Tale crescita si è verificata a discapito dell'uso del trasporto pubblico, treni, autobus e tram, che continua a registrare quote di utenza significativamente ridotte. Si rileva, inoltre, che circa il 12% dei lavoratori percorre abitualmente a piedi il tragitto casa-lavoro.

Per quanto riguarda gli spostamenti legati a motivi di studio, gli studenti si recano prevalentemente presso il luogo di istruzione come passeggeri di un'automobile o a piedi, mentre una quota non trascurabile ricorre al trasporto pubblico (Fig. 13). Tale distribuzione modale è influenzata anche dal fatto che una parte consistente degli studenti non ha ancora raggiunto l'età minima per il conseguimento della patente di guida. Nel 2021 si osserva, tuttavia, un'inversione di tendenza nell'uso dell'auto come passeggero: dopo un calo costante registrato fino al 2020, questa modalità torna a crescere, probabilmente a seguito della pandemia di COVID-19, che ha ridotto l'attrattiva del trasporto pubblico, favorendo invece sia l'uso dell'auto privata sia gli spostamenti a piedi.

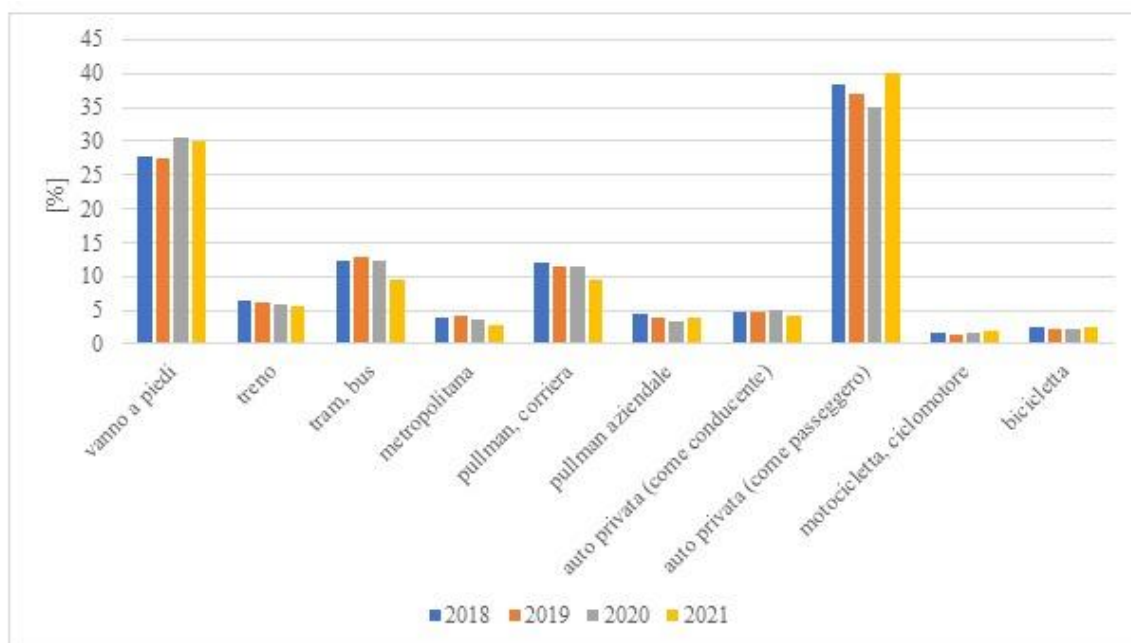


Figura 13-Split modale spostamenti per motivi di studio (Fonte:ISTAT)

Tale analisi conferma come l'aumento della motorizzazione non sia un fenomeno isolato, ma piuttosto il risultato di un insieme di dinamiche strutturali e comportamentali che incidono sulla domanda di mobilità. In conclusione, l'analisi dei dati sulla mobilità abituale, unita all'osservazione dell'aumento del tasso di motorizzazione a Palermo, mette in evidenza una persistente e marcata dipendenza dal mezzo privato, sia per motivi di lavoro che di studio. Nonostante l'esistenza di modalità alternative, come il trasporto pubblico o gli spostamenti a piedi, la loro incidenza rimane contenuta e spesso soggetta a oscillazioni dovute a fattori esterni, quali eventi eccezionali come la pandemia, o interni, come la qualità dell'offerta, l'efficienza delle infrastrutture e l'accessibilità economica dei servizi.

Tale quadro riflette un modello di mobilità fortemente sbilanciato, che contribuisce ad alimentare congestione, inquinamento e disuguaglianze nell'accesso ai servizi. La crescita costante della motorizzazione privata, unita alla ridotta competitività del trasporto pubblico tradizionale, evidenzia l'urgenza di ripensare le politiche di mobilità, orientandole verso soluzioni più sostenibili, integrate e inclusive. Ciò richiede interventi che incentivino un uso più equilibrato delle diverse modalità di spostamento, migliorando la qualità del servizio, riducendo le barriere economiche e garantendo un'offerta in grado di rispondere alle esigenze di tutte le fasce della popolazione.

3.1. ANALISI MOBILITA': TPL ESISTENTE

L'analisi della mobilità urbana rappresenta un passaggio fondamentale per comprendere le dinamiche di spostamento all'interno di un contesto metropolitano complesso come quello di Palermo. La città, per caratteristiche morfologiche, distribuzione della popolazione e struttura insediativa, presenta una domanda di mobilità articolata, che si confronta quotidianamente con un sistema di trasporto pubblico che, pur essendo presente, fatica a rispondere in modo efficace alle esigenze degli utenti.

Il trasporto pubblico locale (TPL) svolge un ruolo centrale nella costruzione di una mobilità più sostenibile, inclusiva ed efficiente, soprattutto in un contesto urbano dove la diffusione dell'auto privata continua a esercitare una forte pressione sulla qualità della vita, sulla sicurezza stradale e sull'ambiente. Sebbene Palermo disponga di una rete articolata in diverse modalità di trasporto, autobus urbani ed extraurbani, linee tranviarie e servizi ferroviari metropolitani e regionali, la fruizione del trasporto pubblico da parte dei cittadini resta limitata. Le criticità riscontrate nel sistema di TPL sono molteplici e interconnesse: si va dalla scarsa frequenza delle corse e dall'inaffidabilità dei tempi di attesa, alla limitata copertura territoriale in alcune aree periferiche e semi-periferiche, fino a una generale percezione negativa da parte dell'utenza in termini di comfort, puntualità e integrazione modale. Inoltre, la configurazione attuale del TPL palermitano è spesso il risultato di una pianificazione discontinua, caratterizzata da investimenti insufficienti, scarsa manutenzione delle infrastrutture e limitata attenzione all'integrazione modale e tariffaria. Analizzare lo stato del trasporto pubblico esistente permette quindi non solo di evidenziare le criticità strutturali e operative del sistema, ma anche di individuare le opportunità di intervento per renderlo più efficiente, inclusivo e attrattivo. Questa analisi costituisce un passaggio preliminare ma imprescindibile per la definizione di strategie in grado di riorientare i comportamenti di mobilità dei cittadini e promuovere una mobilità urbana più sostenibile nel medio-lungo periodo.

Il sistema di trasporto pubblico a Palermo si articola attraverso diverse modalità, che comprendono una rete su gomma (bus urbani e suburbani) e una rete tranviaria entrambe gestite da AMAT S.p.A., inoltre è presente un'infrastruttura ferroviaria urbana ed

extraurbana costituita dal passante ferroviario e dall'anello ferroviario, entrambi operati da Trenitalia.

Il sistema di trasporto pubblico su gomma nella città di Palermo è gestito da AMAT S.p.A., una società interamente partecipata dal Comune che opera come gestore in house del trasporto pubblico locale. La società non si occupa soltanto della gestione degli autobus urbani, ma anche di numerosi altri servizi, tra cui il tram, il bike sharing, il car sharing, la sosta tariffata, la segnaletica stradale e la gestione della ZTL (Zona a Traffico Limitata). La rete di autobus urbani copre un'estensione di circa 271 chilometri complessivi di percorsi e si articola in circa 58 linee attive che servono la città e le zone periferiche. Dal 2023 sono entrati in circolazione i primi autobus elettrici (modelli da 8 metri), con l'obiettivo di ridurre l'impatto ambientale del servizio. Il piano prevede l'acquisto complessivo di oltre 100 nuovi mezzi entro il 2026, finanziati in parte tramite fondi del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) (www.autobusweb.com). Dal punto di vista tecnologico, AMAT ha introdotto nel 2023 un sistema di tracciamento in tempo reale dei mezzi tramite GPS, integrato nell'applicazione "*Muoversi a Palermo*", che dovrebbe consentire ai cittadini di visualizzare orari, percorsi e posizione dei bus in tempo reale (<https://www.amat.pa.it>).

L'attuale configurazione del trasporto pubblico locale garantisce prestazioni soddisfacenti soprattutto nell'area del centro storico e nelle zone centrali della città, dove operano linee ad alta frequenza, come la 101, e si riscontrano sovrapposizioni di più linee che permettono tempi di attesa medi di circa 3 minuti. Al contrario, le aree periferiche risultano servite da collegamenti caratterizzati da frequenze medio-basse, con intervalli tra una corsa e l'altra che si aggirano intorno ai 25-30 minuti. Tali livelli di servizio, aggravati dalle criticità legate alla viabilità urbana, compromettono fortemente la competitività del trasporto pubblico rispetto all'utilizzo del mezzo privato, rendendolo poco attrattivo per gli utenti delle zone meno centrali. Contestualmente all'introduzione della ZTL nel centro storico di Palermo, sono state attivate tre navette gratuite che hanno la funzione di collegare il centro con i parcheggi scambiatori e rendere più accessibili gli spostamenti all'interno della ZTL. Si riporta di seguito nella Tabella 3 le 51 linee bus urbane su gomma nell'ora di punta di un giorno ferial medio; nella tabella viene riportato il numero medio di corse nell'ora di punta fra direzione di andata e di ritorno della linea e la lunghezza media nelle due direzioni (PUMS, 2024).

Tabella 3-linee bus urbane su gomma (Fonte: PUMS, 2024)

linea	n corse ora di punta	lunghezza media monodirezionale(km)
100	3.9	18.2
101	15.0	6.4
102	5.7	4.0
103	2.5	5.8
104	2.9	6.2
106	3.3	7.0
107	3.9	8.6
108	3.2	6.9
109	5.0	4.1
110	3.0	4.6
118	3.9	5.5
124	5.0	5.5
134	3.0	4.9
209	2.4	6.3
210	2.4	5.4
212	3.8	6.0
224	3.3	8.6
226	2.3	5.6
230	3.0	10.3
231	1.4	8.5
234	3.8	10.5
237	5.5	2.6
241	2.4	6.0
243	4.0	5.7
246	4.0	3.4
304	3.5	3.2
307	2.0	11.8
309	3.8	6.8
327	3.2	4.9
364	2.5	5.7
380	2.5	6.4
422	2.4	8.7
442	2.1	4.1

462	1.8	7.4
513	2.0	6.3
529	5.1	5.0
534	2.0	8.3
544	3.5	11.0
603	2.8	13.9
614	3.5	13.2
616	2.9	13.0
619	4.2	6.9
625	3.3	7.4
628	4.0	9.9
645	1.8	9.8
675	3.0	3.7
704	3.3	8.8
721	3.0	4.0
731	4.0	6.2
806	3.0	10.7
ARANC	4.3	3.4

La rete di trasporto TPL extraurbano, collega la città con le principali località dell'entroterra non servite dai mezzi su ferro. La maggior parte delle linee ha come capolinea la stazione di Palermo Centrale, la quale svolge quindi la funzione di hub intermodale tra il trasporto

pubblico ferroviario e quello extraurbano. In Tabella 4 sono riportate le direttrici extraurbane. La frequenza dell'ora di punta è sostanzialmente di un servizio l'ora, salvo quattro eccezioni: la linea 3 per Torretta, la linea 10 per Balestrate, la linea 18 per Trapani e la linea 20 per Caltanissetta.

Tabella 4-linee bus extraurbane su gomma (Fonte: PUMS, 2024)

Linea	Fermate	Frequenza oraria Ora di punta
1	Corleone, Marineo, Bolognetta, Palermo Centrale	1
2	San Giuseppe Jato, Palermo Parcheggio Basile	1
3	Torretta, Capaci, Isola delle Femmine, Palermo Piazzale John Lennon	2
4	Giardinello, Montelepre, Palermo Centrale	1
5	Misilmeri, Palermo Centrale	1
6	Marineo, Bolognetta, Palermo Centrale	1
7	Corleone, Marineo, Misilmeri, Palermo Centrale	1
8	Godrano, Cefala Diana, Villafrati, Bolognetta, Misilmeri, Palermo Centrale	1
9	Mezzojuso, Villafrati, Bolognetta, Palermo Centrale	1
10	Balestrate, Trappeto, Terrasini, Cinisi, Palermo Centrale	2
11	Partinico, Borgetto, Pioppo, Palermo Centrale	1
12	Ciminna, Baucina, Bolognetta, Palermo Centrale	1
13	Palazzo Adriano, Prizzi, Filaga	1
14	Caltavuturo, Scillato, Palermo Centrale	1
15	Blufi, Alimena, Palermo Centrale	1
16	Gangi, Geraci Siculo, Castelbuono, Cefalù, Termini Imerese, Palermo	1
17	Isnello, Collesano, Campofelice, Termini Imerese, Palermo	1
18	Trapani - Palermo	2
19	Trapani - Palermo Aeroporto	1
20	Caltanissetta - Palermo	2
21	Enna - Palermo	1

L'offerta attuale di trasporto ferroviario a servizio della città di Palermo è riportata in Figura 14. Essa si compone di due tratte radiali: una in direzione di Punta Raisi (Aeroporto "Falcone

e Borsellino”), l’altra per Termini Imerese. Ad esse si aggiunge un semi-anello che collega le stazioni di Notarbartolo e di Giachery.

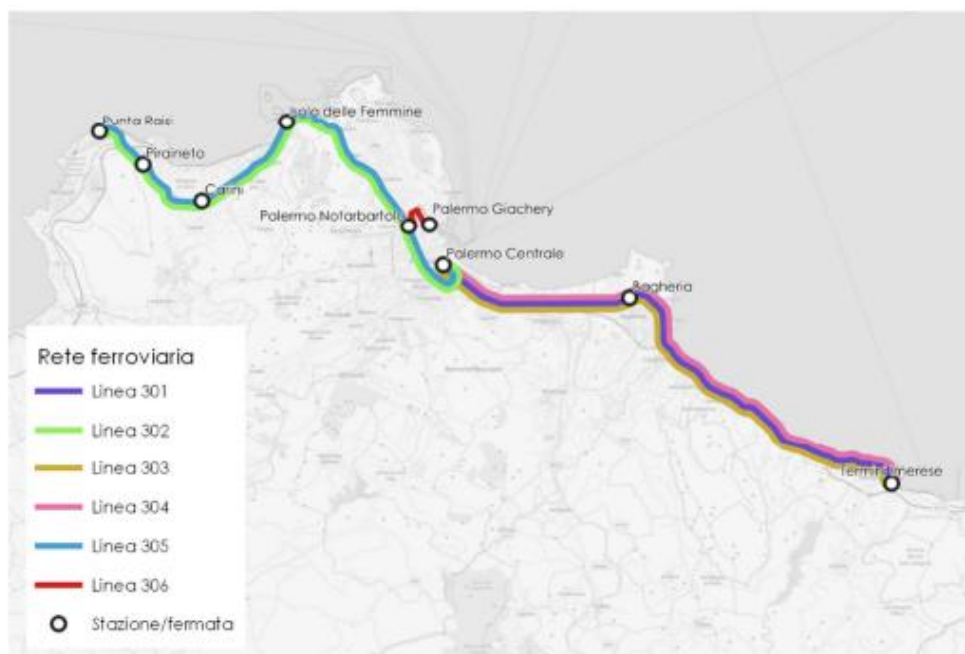


Figura 14- Rete ferroviaria a livello provinciale (Fonte: PUMS, 2024)

Linea	Stazione/fermata
301	Palermo Centrale, Termini Imerese
302	Palermo Centrale, Palermo Guadagna, Palermo Vespri, Palermo Palazzo Reale-Orleans, Palermo Lolli, Palermo Notarbartolo, Palermo Francia, Palermo S. Lorenzo, Carini, Punta Raisi
303	Palermo Centrale, Bagheria, Termini Imerese
304	Palermo Centrale, Palermo Brancaccio, Palermo Roccella, Ficarazzi, Bagheria, S. Flavia Solunto Ponticello, Casteldaccia, Altavilla Milicia, San Nicola Tonnara, Trabia, Termini Imerese
305	Palermo Centrale, Palermo Guadagna, Palermo Vespri, Palermo Palazzo Reale-Orleans, Palermo Lolli, Palermo Notarbartolo, Palermo Francia, Palermo S. Lorenzo, Palermo La Malfa, Palermo Cardillo, Palermo Tommaso Natale, Palermo Sferracavallo, Isola delle Femmine, Carini Torre Ciachea, Carini, Piraineto, Punta Raisi
306	Palermo Giachery, Palermo Fiera, Palermo Imperatore Federico, Palermo Notarbartolo

Figura 15- Legenda: Stazioni/fermate servite per linea ferroviaria nello stato attuale (Fonte:PUMS, 2024)

Il collegamento ferroviario con l’aeroporto Falcone-Borsellino è assicurato da due diverse tipologie di servizio: la Linea 302, classificata come espressa, effettua un numero limitato di fermate, mentre la Linea 305, di tipo regionale, prevede soste in tutte le stazioni lungo il tracciato. Entrambe le linee presentano una cadenza oraria nell’arco della giornata,

garantendo così un collegamento tra la stazione di Palermo Centrale e lo scalo aeroportuale, con due treni ogni ora.

In direzione Termini Imerese, l'offerta si articola in tre tipologie di servizio: due linee a carattere espresso, la Linea 301, che percorre la tratta senza fermate intermedie, e la Linea 303, che effettua una sola sosta a Bagheria, e una linea regionale, nuovamente la 305, che ferma in tutte le stazioni. Le prime due rientrano nella categoria dei servizi di lunga percorrenza a scala regionale, proseguendo verso destinazioni come Messina, Catania e Agrigento. In condizioni ordinarie, ciascuna tipologia assicura un passaggio all'ora, ad eccezione della Linea 305 che, nella fascia di punta del mattino e in direzione Palermo, raggiunge una frequenza di tre treni ogni ora. Infine, il tratto ferroviario del semi-anello centrale, originariamente utilizzato esclusivamente per il traffico merci connesso al Porto di Palermo, è attualmente servito da collegamenti passeggeri con frequenza bioraria in entrambe le direzioni. Oltre ai due capolinea, il servizio prevede fermate unicamente presso le stazioni di Imperatore Federico e Fiera (PUMS, 2024).

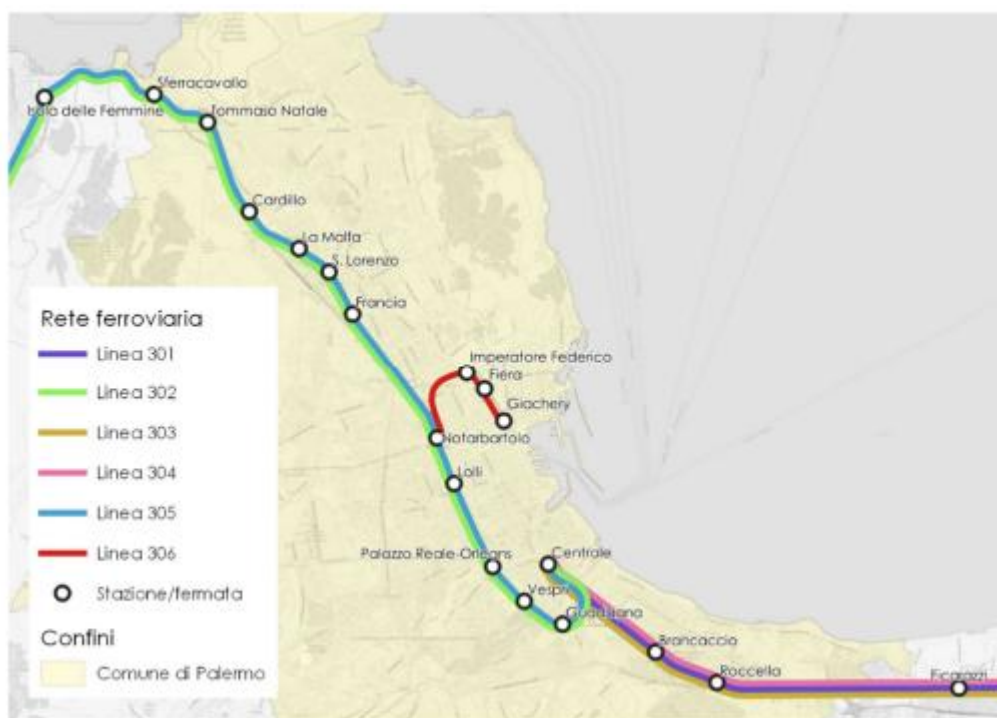


Figura 16-Rete ferroviaria a livello comunale (Fonte: PUMS, 2024)

La rete tramviaria di Palermo allo stato attuale è composta da quattro linee, riportate in Figura 17.

- la Linea 1, che collega la stazione Centrale con quella di Roccella attraversando il quartiere di Settecannoli;

- le Linee 2, 3 e 4 che si diramano dalla stazione di Notarbartolo rispettivamente verso Armerina/S. Paolo, CEP e Pollaci.

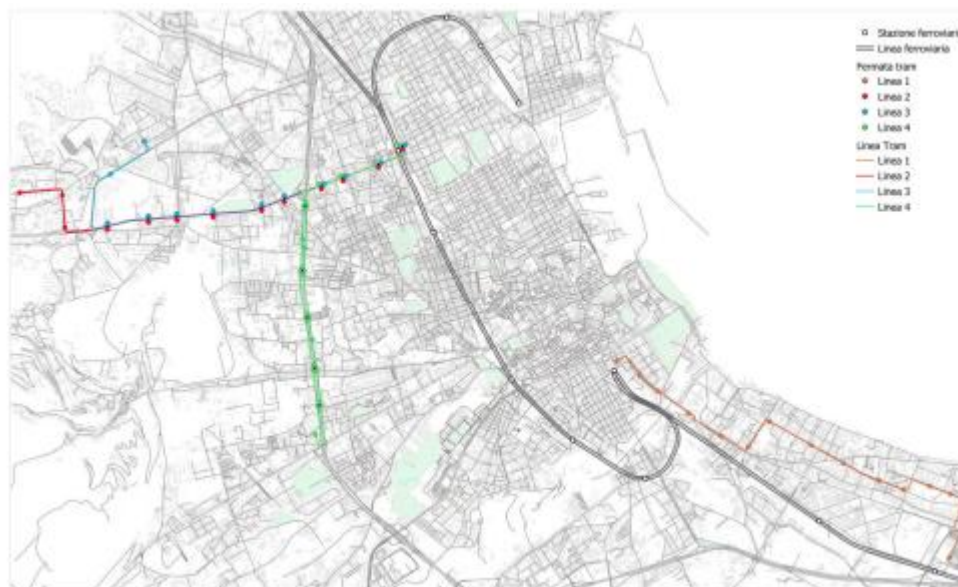


Figura 17-Rete Tramviaria attuale (Fonte: PUMS, 2024)

In sintesi, quanto riportato in questo paragrafo ha avuto l'obiettivo di delineare l'assetto attuale del trasporto pubblico locale sulla base delle informazioni contenute nel Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS) della città di Palermo, restituendo un quadro descrittivo dell'offerta formale di servizi e delle relative frequenze. Si tratta, dunque, di una fotografia del sistema così come pianificato a livello istituzionale, utile come base di riferimento. Tuttavia, al fine di superare i limiti intrinseci di una valutazione condotta esclusivamente su base documentale, nei paragrafi successivi si procederà ad un'analisi più puntuale e sistematica, realizzata mediante campagne di rilevazione diretta sul campo e successivamente confrontata con le applicazioni di monitoraggio del trasporto attualmente disponibili sul mercato. Per cui, l'analisi verrà arricchita da un approccio più approfondito, basato su indagini dirette e sul confronto, al fine di mettere in luce eventuali scostamenti tra la pianificazione e la realtà operativa del TPL palermitano.

3.2. ANALISI OFFERTA: GTFS

In questo paragrafo iniziamo un'analisi approfondita del trasporto pubblico su gomma mediante l'utilizzo dei dati GTFS (*General Transit Feed Specification*). I feed GTFS rappresentano uno standard aperto e consolidato per l'organizzazione delle informazioni sui

servizi di trasporto pubblico, comprendendo orari, percorsi e georeferenziazione delle fermate, e costituiscono lo strumento ideale per condurre analisi puntuali sui livelli di servizio effettivamente programmati. Grazie ai dataset GTFS pubblicati dall'AMAT e disponibili nel portale Open Data del Comune di Palermo è possibile ricostruire con precisione la rete operativa su strada. Questo consente di mappare non solo le linee in servizio e la loro estensione territoriale, ma anche di verificare la dislocazione delle fermate, la struttura delle corse e gli orari di partenza e transito.

Dal punto di vista tecnico, un feed GTFS è costituito da un archivio ZIP contenente una serie di file testuali in formato tabellare (CSV), ciascuno dei quali descrive un aspetto specifico del servizio. L'insieme di queste tabelle permette di ricostruire in modo dettagliato la struttura della rete, i programmi di esercizio e le regole tariffarie.

Le principali componenti del formato GTFS includono:

- **Routes (Percorsi):** definiscono le rotte di transito, con informazioni su nome, descrizione e identificatori univoci.
- **Trips (Viaggi):** descrivono le singole corse associate a una determinata linea o servizio, includendo ID del viaggio e collegamenti con il percorso.
- **Stops (Fermate):** riportano le fermate servite dal sistema, con nome, codice identificativo e coordinate geografiche (latitudine e longitudine).
- **Stop Times (Orari di fermata):** specificano l'orario di arrivo e partenza di ciascun mezzo in una determinata fermata, insieme all'ordine sequenziale delle soste.
- **Calendar (Calendario):** stabilisce i giorni della settimana e i periodi in cui ciascun servizio è operativo.
- **Calendar Dates (Date del calendario):** permettono di gestire eccezioni e variazioni al servizio regolare, come festività o modifiche straordinarie.
- **Fare Attributes (Attributi tariffari):** contengono le informazioni sulle tariffe, incluse regole di prezzo e modalità di trasferimento.
- **Fare Rules (Regole tariffarie):** descrivono i criteri di applicazione delle tariffe, considerando zone tariffarie, percorsi e condizioni di viaggio.
- **Shapes (Forme):** rappresentano il tracciato geografico delle linee mediante una sequenza ordinata di coordinate, utilizzate per visualizzare i percorsi su mappe digitali.

Tuttavia, per trasformare questi dati statici in strumenti effettivamente operativi di pianificazione e analisi, è necessario impiegarli all'interno di un sistema di routing avanzato. È qui che entra in gioco *OpenTripPlanner* (OTP) (Fig. 18), una piattaforma open source che consente di elaborare i feed GTFS insieme ai dati cartografici di *OpenStreetMap* (OSM) per generare un modello di rete navigabile. Durante la fase di "*graph building*", OTP analizza i file GTFS, estrae informazioni su percorsi, viaggi, orari e fermate, e li integra con la rete stradale dalle mappe OSM, costruendo una rappresentazione coerente e utilizzabile per il calcolo di itinerari multimodali.

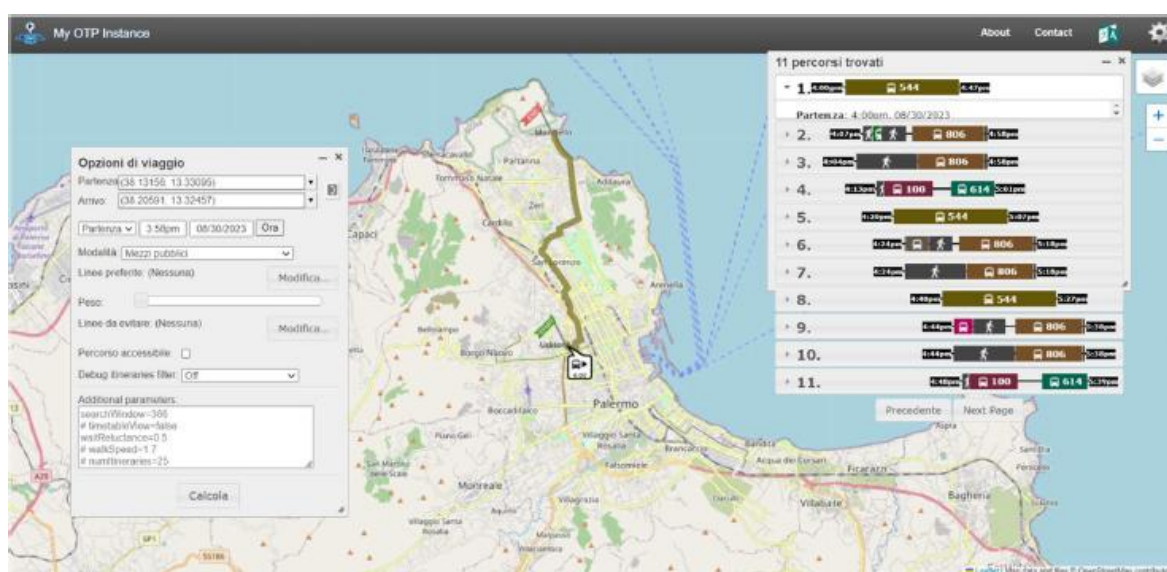


Figura 18-Interfaccia OpenTripPlanner (OTP)

I dati GTFS costituiscono la base per descrivere formalmente la rete del trasporto pubblico su gomma a Palermo; tuttavia, per garantire che questi dati riflettano fedelmente la realtà operativa, è necessario sottoporli a un processo di validazione. In questo contesto, OTP è stato impiegato come strumento di verifica al fine di testarne la coerenza, evidenziando eventuali anomalie, come errori nei percorsi, nelle fermate o nelle sequenze delle corse. Attraverso l'utilizzo di OTP è stato possibile effettuare un'analisi puntuale di ciascuna linea autobus attiva all'interno del territorio comunale di Palermo, considerando entrambe le direzioni di percorrenza. Questo ha consentito non solo di visualizzare il funzionamento della rete in termini operativi, ma anche di mettere in evidenza le criticità derivanti dal mancato aggiornamento costante dei dataset GTFS. Tali disallineamenti, infatti, possono generare incongruenze tra l'offerta programmata e quella effettivamente disponibile per

l'utenza, incidendo negativamente sulla pianificazione dei servizi e sull'affidabilità delle informazioni messe a disposizione dei passeggeri. Di seguito si riportano alcuni esempi:

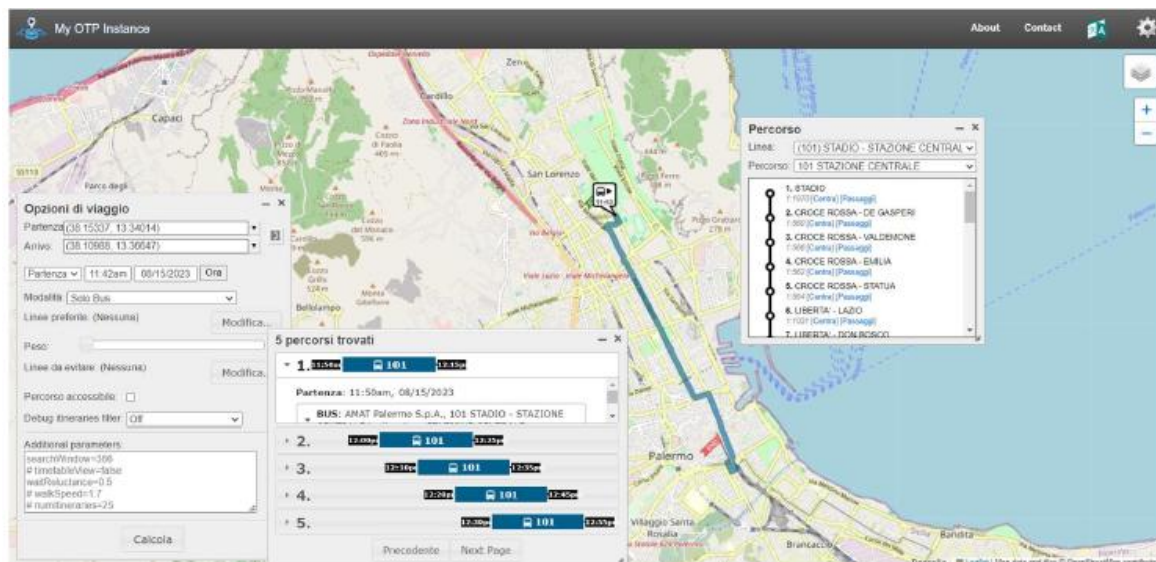


Figura 19-Linea 101 tramite OTP

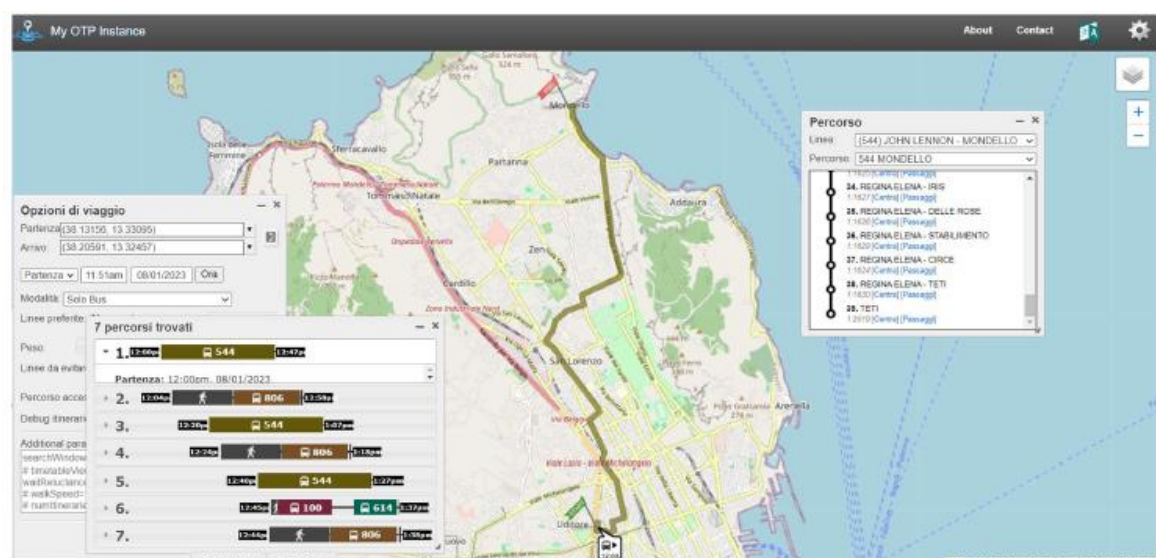


Figura 20-Linea 544 tramite OTP

A titolo esemplificativo, si riporta l'esempio su due delle linee più rappresentative del servizio urbano di Palermo: la linea 101, che collega l'area dello Stadio con la Stazione Centrale e rappresenta una delle dorsali principali della rete cittadina; e la linea 544, che unisce la piazza John Lennon con la borgata marinara di Mondello, caratterizzata da una forte domanda soprattutto stagionale. L'analisi ha permesso di evidenziare alcune anomalie strutturali nei dati GTFS che riguardano linee strategiche della rete urbana. Un primo

esempio riguarda la linea 101, una delle direttrici principali del trasporto pubblico palermitano, alla quale si aggiungono altre due linee di rilievo, la 102 e la 104. In particolare, è stata riscontrata un'incongruenza nel tracciato riportato nei dati, nella direzione verso la Stazione Centrale: il percorso indica, infatti, il transito lungo via Ruggiero Settimo, la quale risulta pedonalizzata sin dal 2008 e dunque non percorribile dai mezzi pubblici. Un'ulteriore criticità è stata individuata per la linea 544, in questo caso, così come per altre linee che servono il medesimo bacino di utenza, quali la 603, la 614 e la 616, emerge chiaramente la mancata registrazione delle variazioni stagionali di percorso. In particolare, durante il periodo estivo, il lungomare di Mondello viene regolarmente chiuso al traffico veicolare, comportando una deviazione obbligata delle linee di autobus che attraversano tale tratto.

Come precedentemente descritto, l'analisi dei files GTFS è stata estesa a tutte le linee di autobus operanti all'interno del tessuto urbano di Palermo, con l'obiettivo di valutare la completezza, l'accuratezza e l'aggiornamento delle informazioni disponibili. In alcuni casi isolati, i dati presenti nei files GTFS hanno mostrato una corrispondenza soddisfacente con la realtà, consentendo quindi di considerare le informazioni coerenti e affidabili. Tuttavia, in un numero significativo di linee sono emerse diverse tipologie di errori e incongruenze.

In particolare, è stato possibile osservare due principali criticità. La prima riguarda la rappresentazione dei percorsi: in diversi casi, i tracciati riportati nei file non corrispondono alle effettive percorrenze dei mezzi, mostrando deviazioni o attraversamenti di vie oggi non percorribili dai veicoli pubblici.

La seconda criticità riguarda l'aggiornamento delle fermate: in numerosi casi, alcune fermate risultano eliminate, altre aggiunte, e talvolta le informazioni sul posizionamento o sui nomi delle fermate non corrispondono alla realtà, generando un ulteriore elemento di incoerenza. Queste problematiche non sono isolate, ma si riscontrano in maniera diffusa, con combinazioni di percorsi errati e fermate non aggiornate che compromettono la coerenza complessiva dei dati. L'effetto complessivo è una ridotta affidabilità dei files GTFS come strumento di analisi della rete di trasporto pubblico, soprattutto se considerati come base per applicazioni di pianificazione, simulazione o per strumenti di mobilità digitale rivolti agli utenti. In aggiunta alle due linee illustrate nelle figure 19 e 20, l'analisi ha evidenziato ulteriori errori e incongruenze distribuiti su diverse linee della rete urbana. In particolare:

- Le linee 103, 106, 124, 134, 230, 234, 237 e 243 presentano discrepanze nei percorsi riportati nei files GTFS rispetto alla reale percorrenza dei mezzi. Per alcune di esse,

nello specifico le linee 103, 134, 230, 234, 237 e 243, tali errori sono stati riscontrati in entrambe le direzioni di marcia, evidenziando una mancanza di aggiornamento sistematico dei tracciati.

- Le linee 107, 108, 422 e 534 mostrano invece incongruenze relative alle fermate ufficialmente assegnate, indicando che alcune di esse risultano obsolete, mancanti o non corrispondenti alla realtà del servizio.

In sintesi, l'analisi condotta sui file GTFS ha consentito di mettere in evidenza una serie di incongruenze e anomalie che caratterizzano il trasporto pubblico locale a Palermo, principalmente riconducibili a percorsi non coerenti con l'effettiva rete stradale o a fermate non aggiornate rispetto alla realtà operativa. In questa fase, dunque, si è scelto di esporre la situazione attuale così come emerge dai dati GTFS disponibili, con l'obiettivo di individuare le principali criticità strutturali legate alla gestione e all'aggiornamento dei dati. Nei paragrafi successivi, invece, verrà sviluppata un'analisi più approfondita, condotta attraverso indagini dirette sul campo e arricchita dal confronto con un'applicazione di monitoraggio attualmente disponibile sul mercato, così da ottenere un quadro più realistico, aggiornato e coerente delle effettive condizioni del servizio di trasporto pubblico locale.

3.2.1 INDAGINI IN CAMPO: OsmAnd

Tra i mesi di luglio e novembre 2023 è stata condotta un'attività di indagine in loco volta a verificare l'effettiva coerenza tra i dati ufficialmente forniti da AMAT S.p.A. e le condizioni reali del servizio di trasporto pubblico urbano. Tali indagini sono state svolte in collaborazione con il gruppo di ricerca Trasporti del Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Palermo e si sono avvalse dell'impiego di un'applicazione gratuita per smartphone, scelta come strumento operativo per la raccolta dei dati sul campo. L'utilizzo di tale applicazione ha consentito di georeferenziare con precisione i percorsi, registrare i passaggi alle fermate e annotare eventuali difformità, permettendo così di disporre di un quadro dettagliato e sistematico delle condizioni di esercizio del servizio.

L'approccio adottato è stato di tipo comparativo: ogni rilievo è stato infatti confrontato con i dati messi a disposizione dall'azienda di trasporto, in particolare con i dataset ufficiali e le informazioni rese pubbliche tramite i files GTFS. In questo modo è stato possibile identificare con maggiore chiarezza le incongruenze esistenti tra il servizio programmato e quello realmente erogato. Le discrepanze osservate sono state classificate in diverse tipologie, spaziando da errori nei tracciati di linea a inesattezze nella localizzazione delle

fermate, fino a differenze legate alle frequenze operative dichiarate e quelle effettivamente rilevate sul campo.

L'attività è stata concentrata prevalentemente sulle ore diurne, ossia nella fascia temporale che coincide con la più alta intensità della domanda di mobilità. Tale scelta non è casuale: si è infatti ritenuto prioritario analizzare la funzionalità del servizio nelle ore in cui si concentrano gli spostamenti sistematici della popolazione, quali i flussi casa-lavoro e casa-studio, e quelli occasionali, legati ad attività di tipo commerciale, ricreativo e di servizio. Questo ha permesso di osservare il comportamento del sistema di trasporto pubblico in condizioni di maggiore stress operativo, fornendo quindi una valutazione più attendibile sulla sua efficienza e affidabilità complessiva. È importante sottolineare che questa scelta metodologica non limita la validità del modello per la progettazione dei servizi DRT, che vedremo nei capitoli successivi, i quali sono destinati prevalentemente a fasce orarie di bassa domanda. Una volta verificata l'affidabilità dei dati e del comportamento del sistema nelle condizioni più critiche, il modello può essere applicato anche alle fasce di bassa domanda, garantendo così una solida base per la pianificazione e l'integrazione dei servizi DRT nella rete urbana complessiva.

Le indagini hanno inoltre consentito di raccogliere informazioni utili non soltanto sul rispetto delle percorrenze e delle fermate previste, ma anche sulla qualità percepita del servizio. Ad esempio, sono state evidenziate situazioni di carenza informativa per l'utenza, fermate in disuso che risultavano ancora riportate nei dataset ufficiali, oppure tratti di percorso che non corrispondevano più all'effettiva viabilità urbana, a seguito di modifiche permanenti o temporanee della circolazione. Tutti questi elementi, se non adeguatamente aggiornati nei sistemi digitali di pianificazione e comunicazione, rischiano di compromettere la fruibilità del trasporto pubblico e la fiducia degli utenti nei confronti del servizio. È stata condotta un'analisi mirata su un insieme selezionato di linee di autobus urbani, individuate in base alla loro rilevanza sia dal punto di vista della domanda di trasporto, sia per l'importanza degli itinerari da esse serviti all'interno del tessuto cittadino. La scelta ha privilegiato, da un lato, le linee caratterizzate da un'elevata frequenza di utilizzo da parte dell'utenza e, dall'altro, quelle che attraversano direttrici considerate strategiche per la mobilità urbana di Palermo, poiché collegano poli attrattori rilevanti come aree centrali, nodi di interscambio, quartieri densamente popolati o zone a forte vocazione commerciale, universitaria e turistica.

Nel complesso delle 51 linee di trasporto pubblico urbano attualmente attive ne sono state oggetto di indagine 29, ritenute rappresentative per una valutazione approfondita dello stato del servizio. Tali linee, con l'indicazione dei rispettivi capolinea, sono riportate nella tabella 5.

Tabella 5-Linee bus analizzate e rispettivi capolinea

Linee Bus	Capolinea
101	Stadio-Stazione Centrale
102	Stazione Notarbartolo-Stazione Centrale
103	Piazzale John Lennon-Porta Felice
104	Parceggio Basile-Via Duca della Verdura
106	Parceggio Emiri-Stadio
107	Stazione Centrale-Stadio
108	Ospedale Civico-Politeama
109	Parceggio Basile-Stazione Centrale
110	Piazzale John Lennon-Piazza Indipendenza
118	Parceggio Basile-Stazione Notarbartolo
124	Parceggio Emiri-Stazione Centrale
134	Piazzale John Lennon-Piazza XIII Vittime
230	Stazione Centrale-Villa Ciambra
234	Stazione Centrale-Medaglia D'Oro
237	Parceggio Oretto-Stazione Centrale
243	Stazione Centrale-Bonagia
246	Ospedale Civico-Stazione Centrale
307	Parceggio Basile-Borgo Nuovo
309	Parceggio Basile-Rocca
327	Boccadifalco-Indipendenza
422	Parceggio Emiri-Borgonuovo
442	Parceggio Emiri-Uditore
462	Parceggio Emiri-Baida
529	Piazzale John Lennon-Ospedale Cervello
534	Piazzale John Lennon-Baida
544	Piazzale John Lennon-Mondello
603	Stadio-Mondello
614	Stadio-Mondello
616	Stadio-Barcarello

Per lo svolgimento delle indagini in campo è stato utilizzato il supporto di un'applicazione gratuita per smartphone, *OsmAnd*, scelta in quanto strumento flessibile e facilmente adattabile alle esigenze della ricerca. *OsmAnd* è una piattaforma di navigazione GPS basata su cartografia open-source, derivata dal progetto *OpenStreetMap*, che permette di effettuare registrazioni georeferenziate in tempo reale. Il nome stesso dell'applicazione è l'acronimo

di OSM (*OpenStreetMap*) e And (*Automated Navigation Directions*), a sottolinearne l'integrazione con la base dati geografica open-source e la piena compatibilità con dispositivi Android.

L'applicazione offre funzionalità avanzate di navigazione GPS, consentendo la pianificazione dei percorsi, la ricezione di indicazioni dettagliate passo-passo e il monitoraggio costante della posizione. Una delle sue caratteristiche peculiari è la possibilità di scaricare mappe per l'utilizzo offline, aspetto particolarmente rilevante in contesti urbani caratterizzati da una copertura dati non sempre omogenea o affidabile. Le mappe, inoltre, includono una vasta gamma di informazioni aggiuntive quali punti di interesse, esercizi commerciali, stazioni di servizio e, soprattutto, fermate degli autobus, rivelandosi quindi particolarmente adeguate al monitoraggio delle reti di trasporto pubblico locale.

Per l'indagine è stata selezionata la modalità di viaggio corrispondente al trasporto pubblico su gomma, e in particolare al bus. Tale impostazione ha permesso di adattare la registrazione dei tracciati alla tipologia di spostamento oggetto di studio. Le mappe, visualizzabili a vari livelli di dettaglio, hanno reso possibile sia un'analisi puntuale delle singole tratte sia una visione di insieme delle reti interessate.

La metodologia di rilevazione ha previsto la registrazione completa dei percorsi di ciascuna linea osservata, partendo dal capolinea iniziale fino a quello di destinazione, e successivamente lungo la tratta inversa. Ogni registrazione è stata salvata all'interno della cartella dedicata alle "Tracce" sotto forma di file GPX. Per consentire una successiva elaborazione e una più agevole visualizzazione, tali files sono stati convertiti in formato KML e caricati sulla piattaforma Google Earth, così da integrare la rappresentazione spaziale dei tracciati con ulteriori strumenti di analisi e confronto.

Un elemento di rilievo nell'impostazione della registrazione riguarda l'intervallo temporale di campionamento, fissato a 5 secondi. Ciò significa che l'applicazione memorizza automaticamente la posizione del mezzo ogni 5 secondi, generando una sequenza di punti georeferenziati che, una volta uniti, delineano con precisione il tracciato effettivamente percorso dal veicolo.

Oltre al tracciamento del percorso, *OsmAnd* consente di raccogliere un insieme di dati complementari di grande interesse per l'analisi del servizio, quali:

- le distanze complessive percorse;
- eventuali tratti in salita o discesa;



- le variazioni di altitudine;
- le velocità istantanee e medie;
- i tempi complessivi di percorrenza.

Alcuni esempi di tracciamento di linee autobus, ottenuti mediante l'applicazione di monitoraggio e successivamente elaborati in formato KML per la visualizzazione su Google Earth, sono riportati nell'

APPENDICE A.

Grazie alla possibilità di registrare la posizione del mezzo a intervalli regolari di 5 secondi, unita all'informazione relativa alla lunghezza complessiva del percorso fornita dall'applicazione, è stato possibile ricavare una serie di parametri fondamentali per l'analisi del servizio. In particolare, sono stati calcolati:

- **la velocità commerciale media v_{cm}** , quale indicatore dell'efficienza complessiva della linea in rapporto alle condizioni di traffico e alle soste. Si calcola come il rapporto tra la lunghezza della linea (l_{AB}) ed il tempo medio di percorrenza della stessa, comprensivo del tempo di sosta alle fermate (t_{AB}):

$$v_{cm} = \frac{l_{AB}}{t_{AB}}$$

- **la frequenza f_i di una linea (o intertempo l_i)**, intesa come il numero di veicoli di quella linea che passano per una fermata in un'ora. L'unità di misura della frequenza è dunque veicoli/h. L'intertempo l_i di una linea i è il distanziamento temporale tra il passaggio successivo di due veicoli della linea per una qualunque fermata. L'unità di misura dell'intertempo è il minuto. La relazione che lega l'intertempo con la frequenza è la seguente:

$$l_i = \frac{60}{f_i}$$

- **il tempo di giro TG_i** , ossia la durata complessiva necessaria al mezzo per completare l'intero itinerario di andata e ritorno, cioè a passare due volte dalla stessa fermata, esso comprende i tempi di inversione ai capilinea (o al capolinea nel caso di linea circolare). Il tempo di inversione al capolinea TL_i è il tempo che intercorre tra l'arrivo di un veicolo al capolinea e la partenza dello stesso per la corsa successiva; esso tiene conto del tempo necessario all'inversione del veicolo, dei tempi di riposo del personale viaggiante e dei tempi di recupero (fissati per recuperare eventuali ritardi in linea). In presenza di due capolinea, il tempo di giro si calcola come:

$$TG_i = \frac{(L_{A,i} + L_{R,i})}{v_{cm,i}} + 2 * TL_i$$

In presenza di linea circolare con unico capolinea, il tempo di giro si calcola come:

$$TG_i = \frac{L_i}{v_{cm,i}} + TL_i$$

Poiché si era a conoscenza del tempo di giro di ogni linea si è utilizzata la formula inversa per calcolare la velocità commerciale, tramite la formula:

$$v_{cm} = \frac{(L_{A,i} + L_{R,i})}{(TG_i - TL_i)}$$

Di seguito si riportano la velocità commerciale, la frequenza e l'intertempo di ogni linea.

Tabella 6- Lunghezza del percorso, Tempo di Giro e velocità commerciale di ogni linea bus

Linee Bus	Lunghezza percorso [km]	TG-TL_i [h]	Velocità commerciale [km/h]
101	14,9	1,50	9,93
102	9,65	0,53	18,21
103	11,9	0,68	17,41
104	11,9	0,62	19,30
106	14,1	1,17	12,09
107	17,6	1,03	17,03
108	13,8	0,80	17,25
109	7,56	0,52	14,63
110	9,06	0,68	13,26
118	11,2	0,90	12,44
124	11,3	1,02	11,11
134	9,85	0,65	15,15
230	21,9	1,10	19,91
234	10,8	0,55	19,64
237	6,73	0,67	10,09
243	12,9	0,83	15,48
246	6,21	0,57	10,96
307	23,6	1,35	17,48
309	13,3	1,15	11,57
327	9,66	0,82	11,83
422	17,5	0,87	20,19
442	8,83	0,83	10,60
462	14,8	0,87	17,08
529	9,53	0,55	17,33
534	19,5	0,72	27,21

544	22,1	1,35	16,37
603	28,1	1,32	21,34
614	24,1	1,17	20,66
616	25,6	0,95	26,95

Tabella 7-Intertempo e frequenza di ogni linea bus

Linee Bus	Intertempo [min]	Frequenza th [bus/h]
101	5	12,00
102	10	6,00
103	35	1,71
104	23	2,61
106	30	2,00
107	15	4,00
108	25	2,40
109	12	5,00
110	30	2,00
118	17	3,53
124	25	2,40
134	35	1,71
230	20	3,00
234	18	3,33
237	15	4,00
243	15	4,00
246	15	4,00
307	35	1,71
309	15	4,00
327	25	2,40
422	26	2,31
442	28	2,14
462	30	2,00
529	15	4,00
534	35	1,71
544	20	3,00
603	23	2,61
614	20	3,00
616	21	2,86

Come emerge dai dati riportati nelle tabelle precedenti, l'analisi delle frequenze evidenzia una forte eterogeneità all'interno della rete. Alcune linee, come la 101 e la 102, raggiungono valori particolarmente elevati, rispettivamente 12 e 6 bus/ora, prestazioni in linea con le aspettative trattandosi di direttrici fondamentali per la mobilità urbana di Palermo e tra le

più utilizzate dagli utenti. Tali valori confermano il ruolo strategico che queste linee rivestono nel garantire collegamenti rapidi e continui tra i principali poli cittadini.

Tuttavia, al di fuori di questi casi, la maggior parte delle linee si caratterizza per frequenze piuttosto basse, generalmente attestate intorno a 2 bus/ora o leggermente superiori, corrispondenti a intertempi medi di circa 30 minuti. Si tratta di valori poco adeguati se confrontati con lo standard atteso per una città metropolitana della dimensione di Palermo, che inevitabilmente si traducono in tempi di attesa prolungati e in una ridotta competitività del trasporto pubblico rispetto al mezzo privato.

Situazioni ancor più critiche si riscontrano in alcune linee, tra cui la 103, 134, 507 e 534, la cui frequenza si attesta a circa 1,71 bus/ora, con un intertempo superiore ai 30 minuti. In tali circostanze i disagi per l'utenza diventano particolarmente significativi, poiché i lunghi tempi di attesa incidono direttamente sull'accessibilità al servizio e sulla possibilità di pianificare in maniera affidabile gli spostamenti quotidiani.

In sintesi, l'impiego di *OsmAnd* si è rivelato uno strumento fondamentale per la raccolta e l'elaborazione dei dati sul funzionamento effettivo della rete di trasporto pubblico di Palermo. Grazie alla possibilità di tracciare i percorsi con un intervallo temporale di 5 secondi e di esportare i dati, è stato possibile calcolare parametri chiave quali la velocità commerciale media, la frequenza del servizio, l'intertempo e il tempo di giro delle linee analizzate. Tali indicatori, oltre a fornire una fotografia dettagliata delle prestazioni operative del servizio, hanno permesso di individuare in maniera puntuale le criticità più rilevanti in termini di efficienza, regolarità e affidabilità.

L'analisi ha messo in evidenza come solo poche linee garantiscano frequenze elevate e tempi di attesa contenuti, mentre nella maggior parte dei casi si riscontrano valori poco competitivi, spesso superiori ai 30 minuti, con evidenti ripercussioni negative sull'utenza.

3.2.2. CONFRONTO TRA I DATI GTFS, RILEVAZIONI CON "OSMAND" E L'APPLICAZIONE "MUOVERSI A PALERMO"

A conclusione della ricostruzione operativa della rete di trasporto pubblico urbano attraverso i dati GTFS e l'analisi sperimentale tramite *OsmAnd*, il presente paragrafo si propone di arricchire il quadro conoscitivo esaminando la coerenza con l'applicazione digitale

attualmente impiegata dagli utenti per la fruizione quotidiana del servizio. In particolare, saranno confrontati i risultati emersi dalle nostre indagini con le informazioni offerta da un'applicazione ampiamente diffusa: *"Muoversi a Palermo"*.

Muoversi a Palermo è un'applicazione sviluppata da Sispi (Sistema Palermo Innovazione) nell'aprile-maggio 2023, su commissione del Comune di Palermo, con l'obiettivo di offrire informazioni georeferenziate in tempo reale sulla mobilità urbana. L'applicazione dovrebbe fornire dati su corse, orari, percorsi consigliati, tempi di percorrenza e segnalazioni di ritardi o anticipi (Fig. 21).



Figura 21-Interfaccia "Muoversi a Palermo"

L'attività di confronto, come già detto, ha avuto come obiettivo principale la valutazione della coerenza e dell'affidabilità dei dati forniti dalle applicazioni digitali oggi disponibili sul mercato. L'analisi si è concentrata non soltanto sulla verifica dei percorsi delle linee selezionate, ma soprattutto sulla localizzazione e sulla consistenza delle fermate riportate e sul calcolo dei tempi effettivi di percorrenza. A tal fine, è stato adottato un approccio integrato che ha previsto, da un lato, l'utilizzo dei dati messi a disposizione dalle suddette applicazioni, e dall'altro la realizzazione di indagini in loco, condotte mediante strumenti di

georeferenziazione. Attraverso queste ultime è stato possibile ricostruire con elevata precisione i tracciati effettivamente percorsi dai mezzi e censire le fermate realmente operative lungo ciascuna linea. Il confronto tra le fonti ha permesso di mettere in luce la presenza di numerose discrepanze, talvolta riconducibili a fermate aggiunte ma non ancora riportate digitalmente, in altri casi a fermate dismesse che continuano a comparire nei dataset, o ancora a modifiche di localizzazione non correttamente recepite dalle piattaforme. Queste incongruenze, se non opportunamente corrette, rischiano di fornire all'utenza informazioni parziali o fuorvianti in merito alla disponibilità e all'accessibilità del servizio, influenzando negativamente il processo decisionale nella scelta del mezzo pubblico da utilizzare per i propri spostamenti quotidiani. Nell'APPENDICE B sono riportati alcuni esempi dei confronti delle fermate di alcune linee bus.

Dall'analisi dei risultati riportati nelle suddette tabelle emerge una situazione eterogenea circa la coerenza tra i dati contenuti nei file *GTFS* e le effettive condizioni operative del servizio. In alcuni casi, come per le linee 109 e 110, è stata riscontrata una corrispondenza pressoché completa e bidirezionale tra quanto ricostruito tramite *OTP* e la realtà osservata, con percorsi e fermate che coincidono con quanto effettivamente disponibile all'utenza. In altri casi, invece, la coerenza si registra soltanto in una delle due direzioni, mentre nell'altra si rilevano discrepanze più o meno significative. La situazione più critica si osserva però nella maggior parte delle linee, dove sono stati rilevati errori sostanziali, in particolare per quanto riguarda la localizzazione e la consistenza delle fermate. I casi più evidenti riguardano le linee 134, 234, 237 e 534, in cui la discrepanza assume carattere macroscopico: nei file *GTFS* risultano ancora fermate non più operative poiché ricadenti su tratti di percorso non più serviti, mentre, parallelamente, non sono riportate fermate attualmente fondamentali per la linea e pienamente operative. In pratica, il dato digitale restituisce percorsi in alcuni casi del tutto differenti da quelli realmente seguiti dai mezzi, generando una rappresentazione distorta del servizio. Per facilitare la lettura e l'interpretazione dei risultati, nelle tabelle sono state evidenziate in rosso le fermate non più esistenti, ossia quelle che continuano a comparire nei dataset pur non essendo più servite dai mezzi, e in blu le fermate "nuove", cioè quelle effettivamente presenti lungo i percorsi aggiornati ma non ancora integrate nei file *GTFS*. Questa rappresentazione grafica rende immediatamente visibili le criticità derivanti dal mancato aggiornamento dei dati, evidenziando le possibili ripercussioni sulla qualità delle informazioni fornite all'utenza e, di conseguenza, sull'affidabilità percepita del servizio. Un ulteriore elemento di interesse è emerso dal

confronto con l'applicazione “*Muoversi a Palermo*”. Anche in questo caso si sono riscontrate situazioni analoghe a quelle evidenziate con *OTP*: in alcuni casi, gli errori relativi a percorsi e fermate coincidono con quelli riscontrati nei *GTFS*, mentre in altri si è registrata una parziale coerenza con i risultati delle indagini in loco svolte tramite *OsmAnd*. Questo conferma come il problema dell'aggiornamento dei dati non sia circoscritto ai soli file *GTFS*, ma riguardi in generale l'intero ecosistema di strumenti informativi a disposizione degli utenti, con implicazioni dirette sull'attendibilità delle applicazioni di supporto alla mobilità. Un'ulteriore analisi, di particolare rilievo ai fini della valutazione complessiva del servizio di trasporto pubblico locale, ha riguardato i tempi di percorrenza delle linee analizzate. La corretta stima di tale parametro rappresenta infatti un elemento centrale sia per la pianificazione e l'ottimizzazione del servizio da parte degli operatori, sia per la percezione di affidabilità da parte degli utenti. Tempi di percorrenza non coerenti con la realtà possono infatti tradursi in attese superiori al previsto, mancata corrispondenza con gli orari programmati e, in ultima istanza, nella perdita di fiducia nei confronti del trasporto pubblico e nella conseguente preferenza per l'uso del mezzo privato.

Al fine di indagare tali aspetti, è stato condotto un confronto sistematico tra tre differenti fonti di dati (da Tab 8 a Tab 17). In primo luogo, sono stati presi in esame i risultati delle indagini in loco, effettuate tramite l'applicazione *OsmAnd*, che hanno permesso di registrare i percorsi effettivi e i relativi tempi di viaggio dei mezzi, costituendo così la base empirica di riferimento. A questi dati sono stati poi confrontati i tempi stimati dall'applicazione ufficiale del Comune, “*Muoversi a Palermo*”, e quelli derivanti da *OpenTripPlanner*, alimentato dai dataset *GTFS* messi a disposizione dall'azienda di trasporto locale. Di seguito si riportano alcuni esempi:

Tabella 8-Confronto tempi linea 101

LINEA 101	GIRO COMPLETO [min.]
OTP [min.]	69
Muoversi a Palermo [min.]	70
OsmAnd [min]	80,833

Tabella 9-Confronto tempi linea 102

LINEA 102	GIRO COMPLETO [min.]
OTP [min.]	54
Muoversi a Palermo [min.]	54
OsmAnd [min]	28

Tabella 10-Confronto tempi linea 103

LINEA 103	GIRO COMPLETO [min.]
OTP [min.]	55
Muoversi a Palermo [min.]	55
OsmAnd [min]	36,833

Tabella 11-Confronto tempi linea 109

LINEA 109	GIRO COMPLETO [min.]
OTP [min.]	34
Muoversi a Palermo [min.]	38
OsmAnd [min]	27,75

Tabella 12-Confronto tempi linea 110

LINEA 110	GIRO COMPLETO [min.]
OTP [min.]	62
Muoversi a Palermo [min.]	61
OsmAnd [min]	37,083

Tabella 13-Confronto tempi linea 124

LINEA 124	GIRO COMPLETO [min.]
OTP [min.]	70
Muoversi a Palermo [min.]	70
OsmAnd [min]	54,333

Tabella 14-Confronto tempi linea 134

LINEA 134	GIRO COMPLETO [min.]
OTP [min.]	55
Muoversi a Palermo [min.]	59
OsmAnd [min]	35,333

Tabella 15-Confronto tempi linea 234

LINEA 234	GIRO COMPLETO [min.]
OTP [min.]	49
Muoversi a Palermo [min.]	83
OsmAnd [min]	29,917

Tabella 16-Confronto tempi linea 237

LINEA 237	GIRO COMPLETO [min.]
OTP [min.]	39
Muoversi a Palermo [min.]	40
OsmAnd [min]	35,667

Tabella 17-Confronto tempi linea 534

LINEA 534	GIRO COMPLETO [min.]
OTP [min.]	64
Muoversi a Palermo [min.]	64
OsmAnd [min]	38,583

Come si evince dalle tabelle sopraesposte, si registra una pressoché completa corrispondenza tra i tempi di percorrenza stimati da *OTP* e dall'applicazione “*Muoversi a Palermo*”, a conferma del fatto che entrambe si basano sui medesimi dataset GTFS. Tuttavia, il confronto con i dati raccolti attraverso le indagini in loco mediante l'applicazione *OsmAnd* ha evidenziato una significativa discrepanza: i tempi reali risultano quasi sempre inferiori rispetto a quelli dichiarati dalle due applicazioni.

Un esempio particolarmente emblematico è rappresentato dalla linea 102, per la quale sia *OTP* che “*Muoversi a Palermo*” stimano un tempo complessivo di percorrenza pari a 54 minuti, mentre dalle rilevazioni dirette effettuate sul mezzo è stato registrato un tempo effettivo di appena 28 minuti. Analogamente, nel caso della linea 110, le due applicazioni indicano un tempo superiore ai 60 minuti, a fronte di un valore reale, misurato tramite *OsmAnd*, pari a soli 37 minuti.

Tali differenze non possono essere considerate marginali, in quanto incidono in maniera sostanziale sia sulla percezione di affidabilità del servizio da parte dell'utenza, sia sulla capacità degli strumenti digitali attualmente disponibili di supportare scelte di mobilità realmente consapevoli ed efficienti. Ne deriva la necessità di un costante aggiornamento dei dati e di un processo di calibrazione che tenga conto delle reali condizioni operative del servizio, al fine di garantire un allineamento tra offerta programmata e servizio effettivamente erogato.

In questa fase, dunque, l'analisi ha messo in luce l'esistenza di uno scostamento sistematico tra dati teorici e condizioni reali di esercizio. Nel prosieguo del lavoro, tale constatazione sarà ulteriormente approfondita attraverso un confronto con la matrice O/D del PUMS di Palermo, che consentirà di verificare in che misura tali incongruenze influiscano non solo sull'affidabilità delle informazioni, ma anche sulla coerenza complessiva del sistema di trasporto con i reali fabbisogni di mobilità della popolazione.

3.3. ANALISI DOMANDA: MATRICE PUMS

La fase conclusiva di questa indagine preliminare ha riguardato l'analisi della domanda di mobilità, condotta attraverso l'elaborazione della matrice Origine/Destinazione (O/D) fornita dal *Piano Urbano della Mobilità Sostenibile* (PUMS) del Comune di Palermo. Tale strumento, messo a disposizione del Dipartimento di Ingegneria dell'Università degli Studi di Palermo, costituisce un elemento di fondamentale importanza per la valutazione dei flussi di spostamento, in quanto consente di analizzare in maniera dettagliata i comportamenti di mobilità della popolazione residente.

La matrice O/D è stata costruita a partire dai dati di localizzazione derivanti dalle celle telefoniche degli utenti della rete mobile e rappresenta quindi una fotografia realistica e dinamica della distribuzione spaziale e temporale della domanda di trasporto. Essa è stata resa disponibile in forma disaggregata secondo diverse dimensioni analitiche:

- **Suddivisione per tipologia di giornata**, distinguendo tra giorni feriali (lunedì-venerdì) e festivi (sabato e domenica), al fine di cogliere le differenze legate alle diverse esigenze di spostamento;
- **Rappresentazione temporale oraria**, con dettaglio su intervalli di un'ora, ad eccezione delle fasce notturne che, per ragioni di ridotta significatività dei dati, sono state accorpate negli intervalli 21:00–24:00 e 00:00–04:00;
- **Modalità di trasporto considerate**, comprendenti il trasporto pubblico su gomma (*bus*), il trasporto privato su strada (*auto e moto – road*), la mobilità dolce (*slowmodes*), e le modalità ferroviarie (*treno*) e tranviarie (*tram*).

Un ulteriore aspetto di rilievo è rappresentato dalla disponibilità di due diverse tipologie di matrici stagionali:

- una **matrice invernale**, riferita al mese di febbraio 2023, utile per rappresentare i comportamenti di mobilità in un periodo ordinario dell'anno, in coincidenza con il pieno regime delle attività lavorative, scolastiche e universitarie;
- una **matrice estiva**, riferita al mese di agosto 2022, che permette invece di evidenziare le variazioni dei flussi in un periodo caratterizzato da ridotta attività

lavorativa, incremento degli spostamenti turistici e maggiore propensione alla mobilità per motivi ricreativi.

L'integrazione di tali matrici all'interno dell'analisi rappresenta un passaggio cruciale, poiché consente non soltanto di misurare e caratterizzare la domanda di trasporto nelle sue dimensioni temporali e modali, ma anche di fornire un quadro di riferimento solido per valutare il grado di adeguatezza e coerenza dell'offerta di trasporto pubblico locale con i fabbisogni reali degli utenti. Oltre alle matrici O/D, il PUMS di Palermo ha messo a disposizione anche una dettagliata zonizzazione del territorio di riferimento. L'area metropolitana di Palermo è stata suddivisa in un numero significativo di zone di traffico, in modo da consentire un'analisi più granulare dei flussi di spostamento e delle dinamiche di mobilità. In particolare, all'interno della città di Palermo, la zonizzazione è stata ulteriormente raffinata, raggiungendo un livello di dettaglio pari a 151 zone distinte Fig. 22.

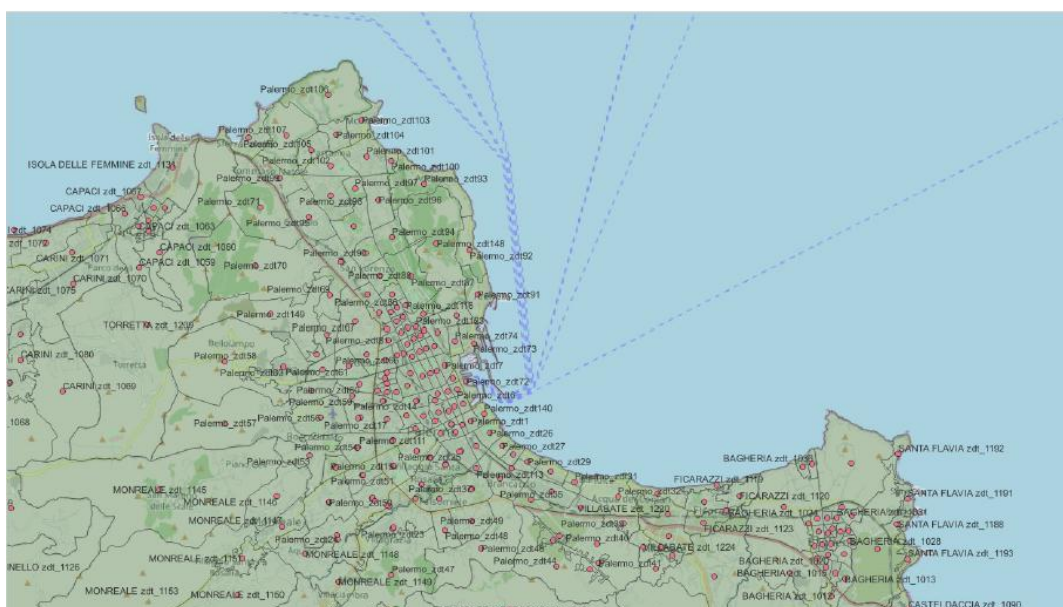


Figura 22-Zonizzazione PUMS area metropolitana di Palermo

La matrice di domanda fornita dal PUMS presenta, tra le varie informazioni, due colonne di particolare interesse: “*Count*”, che indica il numero di passeggeri orari rilevati, e “*Average Count*”, che rappresenta invece il numero medio di passeggeri orari calcolato per i diversi giorni della settimana. Per la costruzione di questo valore medio, sono state adottate diverse modalità in funzione del periodo considerato.

Nel caso del periodo invernale (mese di febbraio 2023), il valore è stato mediato dividendo per 18 nei giorni lavorativi (lunedì-venerdì), corrispondenti al numero effettivo di giorni lavorativi presenti nel mese, mentre per i giorni festivi il valore è stato diviso per 4, pari al numero di sabati e di domeniche di febbraio. Nel caso del periodo estivo (mese di agosto 2022), si è seguito lo stesso procedimento, adattando tuttavia i valori al diverso calendario. In questo caso, per i giorni lavorativi la divisione è stata effettuata per 23, corrispondenti al numero di giorni feriali nel mese di agosto, mentre per i giorni festivi i valori di riferimento sono rimasti invariati, ovvero 4 sabati e 4 domeniche. Ai fini del presente studio, è stato assunto come riferimento il valore “*Average Count*”, in quanto rappresentativo di una stima media più stabile e significativa dei flussi di domanda, utile per ridurre la variabilità giornaliera e consentire un confronto più attendibile con i dati raccolti sul campo e con le altre fonti analizzate.

L’analisi della domanda di mobilità, basata sulla matrice O/D fornita dal PUMS, è stata condotta considerando differenti dimensioni degli spostamenti, al fine di cogliere in maniera più completa le dinamiche di mobilità che caratterizzano il territorio in esame. In particolare, sono stati presi in esame:

- **gli spostamenti totali generati dalla città di Palermo**, ossia il complesso dei flussi in uscita dall’area urbana verso l’intera area metropolitana e oltre;
- **gli spostamenti interni alla città di Palermo**, con un focus mirato all’area oggetto del presente studio, al fine di evidenziare le esigenze di mobilità intrazonale;
- **gli spostamenti generati dalla città di Palermo verso l’intera area metropolitana**, utili per comprendere il ruolo della città come principale polo generatore di flussi di mobilità nell’area vasta;
- **gli spostamenti attratti dalla città di Palermo**, ovvero quelli provenienti dalle aree periferiche e dai comuni limitrofi che convergono sul capoluogo, mettendone in luce la funzione di polo attrattore principale, sia per motivi lavorativi che per servizi e attività.

nell’APPENDICE C si riportano in dettaglio le tabelle relative alle analisi condotte suddivise per periodo dell’anno, giorno, ora e modalità di trasporto. Sulla base dei dati riportati nelle tabelle dell’appendice C, è stato possibile procedere a un’analisi quantitativa delle diverse

modalità di trasporto considerate all'interno della matrice O/D del PUMS. In particolare, per ciascuna modalità di spostamento (trasporto pubblico su gomma, trasporto ferroviario e tranviario, mobilità dolce e trasporto privato motorizzato), sono state calcolate le percentuali di utilizzo rispetto al totale degli spostamenti registrati, sia per il periodo invernale che per quello estivo da Tab. 18 a Tab. 23.

Tabella 18-Risultati matrice OD periodo invernale, riferito ai giorni lavorativi (Lun-Ven)

	Periodo Invernale_Febbraio2023			
	Monday-Friday			
	Generati	Interni_Palermo	Palermo- Area Metropolitana	Attratti
Bus	24,73%	29,21%	9,93%	9,32%
Road	62,72%	56,09%	84,63%	85,96%
SlowModes	8,05%	10,67%	0,66%	0,63%
Treno	2,57%	1,90%	4,78%	4,08%
Tram	1,94%	2,52%	0,00%	0,00%

Tabella 19- Risultati matrice OD periodo invernale, riferito ai giorni prefestivi (Sabato)

	Periodo Invernale_Febbraio2023			
	Saturday			
	Generati	Interni_Palermo	Palermo- Area Metropolitana	Attratti
Bus	15,60%	17,26%	5,01%	4,70%
Road	72,96%	69,82%	84,90%	92,84%
SlowModes	9,33%	10,67%	1,03%	0,98%
Treno	0,91%	0,85%	1,16%	1,49%
Tram	1,20%	1,40%	0,00%	0,00%

Tabella 20-Risultati matrice OD periodo invernale, riferito ai giorni festivi (Domenica)

	Periodo Invernale_Febbraio2023			
	Sunday			
	Generati	Interni_Palermo	Palermo- Area Metropolitana	Attratti
Bus	13,64%	15,43%	4,24%	3,37%
Road	75,62%	72,17%	88,12%	94,36%
SlowModes	9,04%	10,62%	0,89%	0,80%
Treno	0,76%	0,65%	1,23%	1,47%
Tram	0,95%	1,13%	0,00%	0,00%

Tabella 21-Risultati matrice OD periodo estivo, riferito ai giorni lavorativi (Lun-Ven)

Periodo Estivo_Agosto2022

	Monday-Friday			
	Generati	Interni_Palermo	Palermo- Area Metropolitana	Attratti
Bus	11,55%	12,77%	4,99%	4,70%
Road	71,16%	68,33%	90,96%	91,52%
SlowModes	15,91%	18,51%	1,24%	1,10%
Treno	0,75%	0,40%	2,82%	2,66%
Tram	0,63%	0,74%	0,00%	0,00%

Tabella 22-Risultati matrice OD periodo estivo, riferito ai giorni prefestivi (Sabato)

	Periodo Estivo_Agosto2022			
	Saturday			
	Generati	Interni_Palermo	Palermo- Area Metropolitana	Attratti
Bus	7,75%	8,62%	2,77%	2,43%
Road	75,61%	72,87%	94,31%	94,63%
SlowModes	15,78%	18,29%	1,08%	1,13%
Treno	0,47%	0,22%	1,84%	1,80%
Tram	0,40%	0,46%	0,00%	0,00%

Tabella 23-Risultati matrice OD periodo estivo, riferito ai giorni festivi (Domenica)

	Periodo Estivo_Agosto2022			
	Sunday			
	Generati	Interni_Palermo	Palermo- Area Metropolitana	Attratti
Bus	6,76%	7,68%	2,48%	1,78%
Road	77,49%	74,27%	94,77%	95,76%
SlowModes	14,92%	17,84%	0,94%	0,73%
Treno	0,50%	0,21%	1,81%	1,72%
Tram	0,32%	0,39%	0,00%	0,00%

Come era prevedibile, l'analisi delle matrici O/D ha evidenziato che la modalità "road", comprendente il trasporto privato motorizzato (auto e moto), risulta ampiamente predominante, con valori che oscillano tra circa il 70% e oltre il 90% in entrambi i periodi considerati (invernale ed estivo). Tale risultato conferma la forte dipendenza della città di Palermo dall'uso del mezzo privato, in linea con quanto osservato in altre realtà urbane caratterizzate da un livello di servizio del trasporto pubblico non del tutto efficiente e da una mobilità fortemente orientata all'auto.

La quota relativa alle modalità di mobilità dolce ("SlowModes"), che comprende spostamenti a piedi, in bicicletta e con monopattino, si attesta invece poco al di sotto del 20%. Questo valore, seppur significativo, è particolarmente rilevante negli spostamenti interni alla città,

dove la mobilità pedonale e ciclabile si configura come alternativa diffusa soprattutto su distanze medio-brevi.

Per quanto riguarda le modalità di trasporto pubblico, i risultati mostrano percentuali estremamente contenute sia per il treno sia per il tram, che incidono marginalmente sulla distribuzione modale complessiva. La componente bus rappresenta la modalità di trasporto pubblico più utilizzata all'interno dell'area; tuttavia, pur mantenendo valori superiori rispetto alle altre componenti del trasporto collettivo, essa si attesta complessivamente su livelli relativamente modesti, con una quota di utilizzo che non supera il 12% nel periodo estivo. Tale risultato evidenzia come, anche nei mesi in cui la domanda di mobilità tende a ridursi per effetto della sospensione delle attività scolastiche e del rallentamento di quelle lavorative, il trasporto pubblico su gomma non riesca a intercettare in maniera significativa la mobilità residua, la quale viene in larga parte soddisfatta dall'uso di mezzi privati. Nel periodo invernale, al contrario, la quota di utilizzo del bus mostra un incremento poco superiore, in particolare durante i giorni feriali, quando si osserva una maggiore regolarità e intensità degli spostamenti legati a motivi di lavoro e di studio. Tale andamento stagionale risulta coerente con le dinamiche tipiche della domanda di trasporto urbano: nei mesi invernali, infatti, la ripresa delle attività scolastiche e produttive determina un incremento dei flussi pendolari, che si traduce in una maggiore domanda di mobilità sistematica e, di conseguenza, in un parziale aumento dell'utilizzo del trasporto pubblico. Questo comportamento conferma l'ipotesi iniziale secondo cui l'uso del bus risulta fortemente influenzato dal carattere funzionale e obbligato degli spostamenti, ovvero quelli effettuati per motivi di lavoro o studio, piuttosto che da una scelta modale consapevole o da un reale miglioramento percepito del servizio. Ne consegue che la crescita della quota di utilizzo osservata nel periodo invernale non rappresenta tanto un segnale di maggiore attrattività del sistema, quanto piuttosto l'effetto di una domanda indotta da esigenze di mobilità, legate a necessità quotidiane e sistematiche. Tale valore, su cui si concentrerà in maniera specifica la nostra analisi, risulta particolarmente critico se rapportato al contesto di riferimento: Palermo, infatti, è una città metropolitana con una popolazione superiore ai 600.000 abitanti e un'estensione territoriale di circa 160 km². In uno scenario urbano di tali dimensioni, ci si aspetterebbe che il trasporto pubblico su gomma rivesta un ruolo molto più rilevante nella ripartizione modale, fungendo da alternativa credibile e competitiva rispetto all'uso massiccio dell'auto privata.

In sintesi, l'analisi della domanda di mobilità condotta attraverso la matrice O/D del PUMS ha messo in luce la netta prevalenza del trasporto privato motorizzato, il ruolo non trascurabile della mobilità dolce e la scarsa incidenza del trasporto pubblico. La modalità su gomma, pur rappresentando la modalità collettiva maggiormente utilizzata, non raggiunge valori in linea con le esigenze e le dimensioni di una città metropolitana come Palermo, rivelando una criticità strutturale del sistema attuale.

Tali risultati preliminari assumono un ruolo cruciale nell'ambito della presente ricerca, in quanto mettono in luce non solo il discostamento tra domanda e offerta del trasporto pubblico, ma anche l'urgenza di interventi capaci di riequilibrare il sistema in chiave di maggiore efficienza, attrattività e inclusività. In quest'ottica, la fase successiva del lavoro si concentrerà in particolare sul trasporto su gomma e sull'analisi della sua capacità di rispondere ai reali bisogni di spostamento degli utenti. Ciò consentirà di valutare, accanto ai limiti dell'attuale organizzazione, le opportunità derivanti dall'introduzione di servizi di trasporto flessibili (*Demand Responsive Transport*, DRT), concepiti come strumenti in grado di integrare l'offerta esistente, ridurre le disuguaglianze di accessibilità e migliorare la sostenibilità complessiva del sistema di mobilità urbana.

4. APPLICAZIONE DELLA METODOLOGIA ALL'AREA PERIFERICA DI PARTANNA MONDELLO

4.2. PROFILO TERRITORIALE E SOCIO-DEMOGRAFICO DELL'AREA DI STUDIO

Il presente capitolo è dedicato all'applicazione della metodologia al quartiere periferico di Partanna Mondello, scelto come area di studio in virtù delle sue caratteristiche peculiari e delle criticità che lo contraddistinguono in termini di accessibilità e collegamenti con il resto del territorio urbano. L'indagine non si è limitata al solo perimetro del quartiere, ma ha esteso il proprio focus anche alla vicina area balneare di Mondello, che rappresenta un caso emblematico per la presenza di flussi di mobilità fortemente stagionali: estremamente intensi durante la stagione estiva, quando la località costituisce la principale destinazione balneare della città, e sensibilmente più ridotti nel periodo invernale. Al fine di restituire una visione

più completa del sistema di mobilità dell'area, quindi, l'analisi ha inoltre incluso le zone dell'Addaura e di Tommaso Natale. La prima si distingue per la presenza di due poli di attrazione significativi, il centro sportivo TeLiMar e l'Hotel Addaura, che generano flussi specifici di spostamenti sia di carattere ricreativo che turistico. La seconda, invece, assume un ruolo di particolare rilievo in quanto sede della stazione ferroviaria di Palermo Tommaso Natale, nodo del Passante Ferroviario che, nonostante il suo potenziale, risulta ad oggi scarsamente integrato con la rete di trasporto su gomma e fortemente scollegato dal quartiere di Partanna Mondello.

Sulla base di tali considerazioni, è stata delimitata un'area di studio complessiva pari a circa 10,5 km², rappresentata nella Figura 23, dove sono riportati i capolinea delle principali linee di autobus urbani e la stazione ferroviaria.



Figura 23-Area di studio e nodi del TPL

Gli abitanti dell'area periferica in esame tendono, nella maggior parte dei casi, a privilegiare l'utilizzo del mezzo di trasporto privato, scelta che appare strettamente legata alle carenze prestazionali del servizio di trasporto pubblico locale. Tale condizione si traduce in tempi di spostamento più lunghi e in una maggiore frammentazione dei viaggi quotidiani, poiché risulta complesso concentrare in un unico tragitto lo svolgimento delle diverse attività necessarie, spesso distribuite in maniera dispersa e disomogenea sul territorio.

Un ulteriore elemento che contribuisce a determinare l'elevato ricorso all'automobile è rappresentato dal pendolarismo: una quota significativa dei residenti, infatti, svolge le proprie attività lavorative e professionali al di fuori dell'area stessa, con la conseguente necessità di spostarsi quotidianamente verso il centro città o verso altre zone della rete urbana. Questo fenomeno non solo accentua il numero complessivo di spostamenti generati, ma evidenzia anche la centralità del tema dell'accessibilità, che in contesti periferici come quello di Partanna Mondello si configura come una delle principali criticità da affrontare in un'ottica di pianificazione sostenibile della mobilità. L'area di studio si caratterizza prevalentemente per una vocazione residenziale, con una presenza piuttosto limitata di poli attrattori. Le principali funzioni di richiamo risultano concentrate in alcune aree specifiche, tra cui le zone balneari, che esercitano un'attrattività stagionale particolarmente intensa durante il periodo estivo, alcune strutture sportive e pochi servizi di carattere commerciale, distribuiti in maniera non omogenea sul territorio (Fig.24).

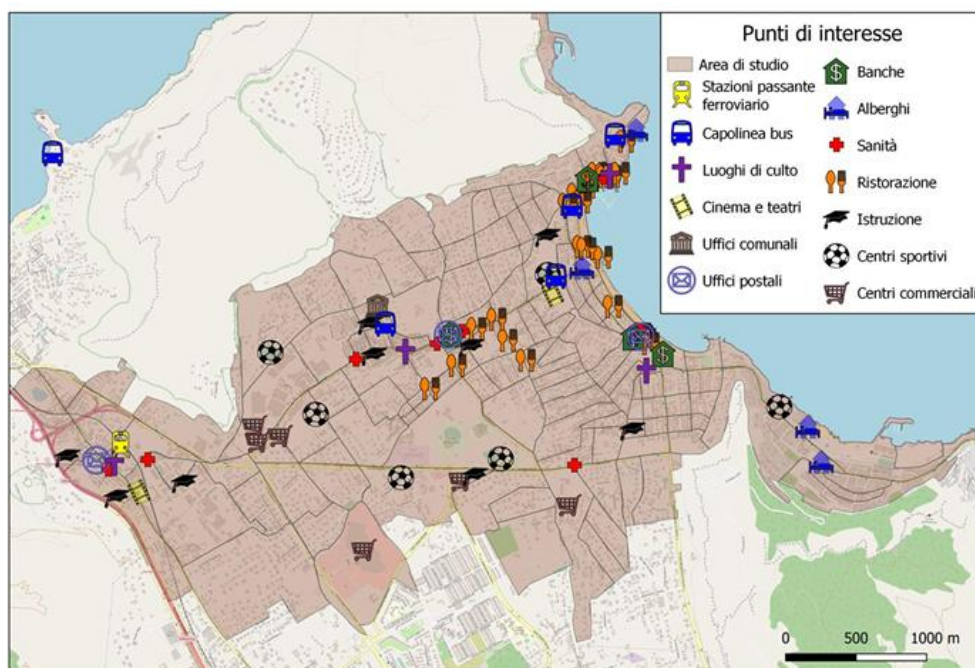


Figura 24-Poli attrattori dell'area di studio

Per ottenere i dati socio-economici relativi all'area di studio, si è proceduto inizialmente all'importazione della mappa dell'area su *ArcGIS Business Analyst*, suddividendola nelle diverse zone di traffico. Tale suddivisione è stata effettuata in corrispondenza dei limiti delle sezioni censuarie della città metropolitana di Palermo, al fine di sfruttare le informazioni socio-economiche già raccolte dall'ISTAT, sono state prese in considerazione 136 zone censuarie.

La mappa dell'area di studio è stata realizzata utilizzando il software open-source QGIS, attraverso la creazione di uno specifico *shapefile*, ossia un file vettoriale che contiene la posizione, la forma e gli attributi delle varie entità geografiche (dette “*feature*”). Allo stesso modo, sullo stesso software è stata importata la suddivisione dell'area di studio nelle zone censuarie costituenti, reperite dal portale open data del Comune di Palermo, anch'esse in formato *shapefile*.

Attraverso l'utilizzo degli *shapefile* delle sezioni censuarie, è stato possibile integrare nell'analisi anche i dati demografici relativi alla popolazione residente nell'area di studio. Dai dati ISTAT del 2021 emerge che la popolazione è distribuita in modo complessivamente equilibrato lungo l'intero territorio considerato, sebbene alcune zone, in particolare nell'area di Tommaso Natale, presentino concentrazioni più elevate di residenti (Fig. 25).

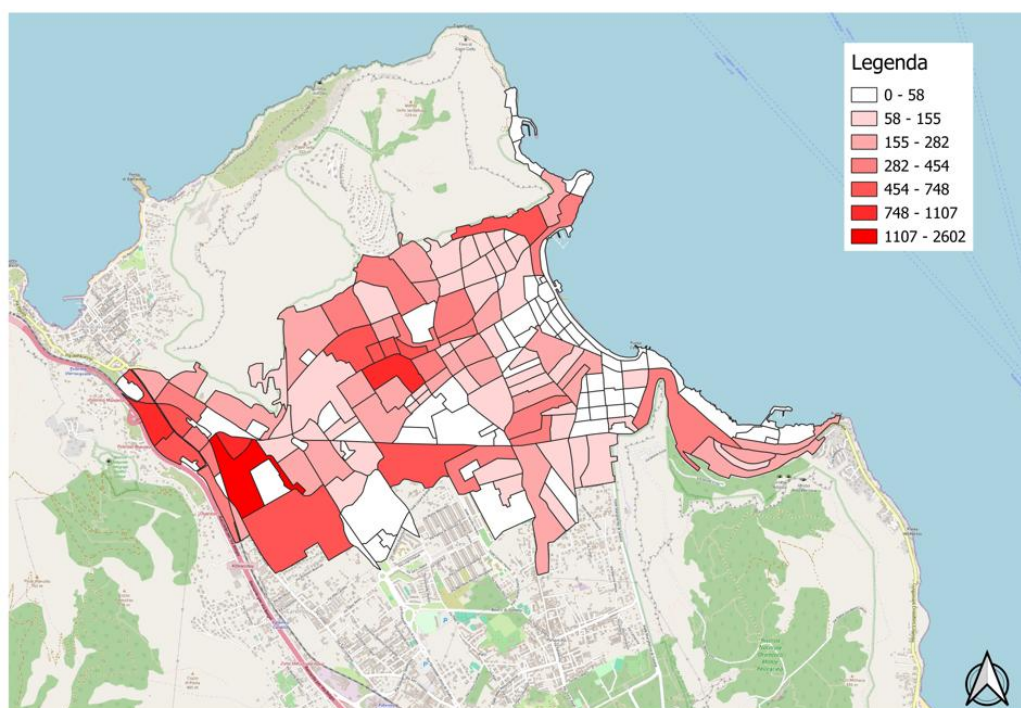


Figura 25-Distribuzione della Popolazione residente nell'area di studio (Fonte: ISTAT 2021)

Si è osservato che nell'area di studio al 2021 la popolazione residente è di 28667 abitanti, la cui distribuzione nei due generi è così rappresentata in Tab 24.

Tabella 24- Popolazione per genere e fasce di età (Fonte: ISTAT 2021)

Popolazione totale	28667		
Popolazione maschile	13952	0-14 anni	1961
		15-59 anni	8123
		>60 anni	3868
Popolazione femminile	14715	0-14 anni	1859
		15-59 anni	8350

		>60 anni	4506
--	--	----------	------

L'analisi della popolazione residente, arricchita dalla suddivisione per genere e fasce di età, ha consentito di delineare un quadro socio-demografico più dettagliato dell'area di studio. Tale approfondimento risulta cruciale in quanto le caratteristiche della popolazione incidono direttamente sulle esigenze di mobilità: ad esempio, la presenza di una quota significativa di popolazione anziana o giovanile può comportare fabbisogni di trasporto differenziati rispetto ad altre categorie, sia in termini di frequenza degli spostamenti che di accessibilità ai servizi. La conoscenza di questi elementi costituisce, dunque, un passaggio fondamentale per la progettazione e l'analisi di soluzioni di mobilità sostenibile, poiché permette di mettere in relazione la distribuzione socio-demografica con l'offerta di trasporto pubblico locale. Tale quadro rappresenta un prerequisito fondamentale per le fasi successive dello studio. Nel prossimo paragrafo, infatti, verrà analizzata la rete del trasporto pubblico locale attualmente presente nell'area, con l'obiettivo di individuarne le caratteristiche strutturali, le potenzialità e le criticità. Successivamente, l'attenzione sarà rivolta in dettaglio alle scelte modali degli abitanti, che consentiranno di comprendere come l'offerta di trasporto pubblico si traduca concretamente nei comportamenti di mobilità della popolazione.

4.3. ANALISI TPL ESISTENTE NELL'AREA DI STUDIO

Per comprendere bene le dinamiche di mobilità che caratterizzano l'area di studio, è necessario analizzare preliminarmente l'offerta di trasporto pubblico locale attualmente disponibile. In tale contesto, particolare attenzione sarà rivolta sia alla componente ferroviaria, rappresentata dalla presenza della stazione di Tommaso Natale lungo il Passante ferroviario di Palermo, sia alla rete di linee bus urbane che servono il quartiere di Partanna Mondello e le aree limitrofe.

Nell'area oggetto di studio è presente la stazione ferroviaria di Palermo Tommaso Natale, collocata lungo il Passante ferroviario di Palermo, tratto urbano della linea Palermo–Trapani. Lo scalo è dotato di due binari, lungo i quali transitano i treni regionali diretti verso Palermo Centrale, Partinico, Castelvetro, Trapani, Castellammare del Golfo e Alcamo.

Un elemento particolarmente rilevante ai fini dell'analisi riguarda la qualità e l'efficienza del servizio offerto, strettamente connessa alla frequenza delle corse. Come evidenziato dalla Tabella 25 e dalla Tabella 26, che riportano rispettivamente gli orari di partenza dalla

stazione di Palermo Tommaso Natale verso Palermo Centrale e quelli di ritorno, la frequenza risulta estremamente limitata sia nei giorni feriali che in quelli festivi.

Questa caratteristica determina una forte penalizzazione dell'accessibilità complessiva del sistema ferroviario, il quale finisce per servire in maniera marginale esclusivamente la zona di Tommaso Natale, risultando quindi del tutto inadeguato a rispondere alle esigenze di mobilità dell'intera area di Partanna Mondello e delle zone limitrofe.

Tabella 25- Orari treni stazione Palermo Tommaso Natale direzione Stazione Centrale

Palermo Tommaso Natale- Palermo Centrale		
Partenza	Arrivo	Durata [min]
06:14	06:47	33
06:40	07:16	36
06:49	07:25	36
07:11	07:47	36
07:38	08:16	38
08:03	08:38	35
09:13	09:47	34
10:13	10:47	34
11:13	11:47	34
12:13	12:47	34
13:13	13:47	34
14:14	14:49	35
15:13	15:47	34
16:13	16:47	34
17:13	17:47	34
18:13	18:47	34
19:13	19:47	34
20:13	20:47	34
21:13	21:47	34
22:13	22:47	34
23:06	23:40	34

Tabella 26-Orari treni stazione Palermo Centrale direzione Stazione Tommaso Natale

Palermo Centrale-Palermo Tommaso Natale		
Partenza	Arrivo	Durata [min]
06:12	06:45	33
07:12	07:45	34
08:12	08:50	38

09:12	09:45	33
10:12	10:45	33
11:12	11:45	33
12:12	12:45	33
13:12	13:45	33
14:12	14:47	35
15:12	15:45	33
16:12	16:45	33
17:12	17:45	33
18:12	18:45	33
19:12	19:45	33
20:12	20:45	33
21:12	21:45	33
22:12	22:45	33

Come si evince dalle tabelle riportate, l'offerta ferroviaria della stazione di Palermo Tommaso Natale in direzione Palermo Centrale si attesta generalmente su una frequenza di 1 treno/ora lungo l'intero arco della giornata. Unica eccezione si riscontra nelle fasce di punta del mattino, in particolare tra le ore 6:00 e le ore 7:00, quando il servizio viene potenziato fino a 3 treni/ora, in linea con le esigenze di spostamento pendolare verso il centro città. Diversamente, nella direzione opposta, ovvero da Palermo Centrale verso Tommaso Natale, la frequenza si mantiene costantemente pari a 1 treno/ora, senza alcuna intensificazione nelle ore di punta.

Questa configurazione, seppur con un minimo adeguamento nella fascia mattutina, evidenzia la limitata capacità del servizio ferroviario di adattarsi alla variabilità della domanda e di costituire una reale alternativa al trasporto privato, in particolare per gli spostamenti di medio e lungo raggio da e verso le aree periferiche.

Per quanto riguarda invece il trasporto pubblico su gomma, l'area in esame risulta servita da diverse linee di autobus urbani che collegano i quartieri periferici con il resto della città, in particolare con l'area dello Stadio e con le principali direttrici viarie di accesso al centro urbano (Fig. 26). Nello specifico:

- le linee 614 e 645 collegano l'area di Partanna Mondello con lo Stadio Renzo Barbera, costituendo un asse di collegamento diretto tra la zona residenziale e un nodo urbano di interscambio;
- la linea 616 collega la zona di Barcarello con lo Stadio, servendo una parte marginale e costiera del quartiere;

- le linee 544, 806 e 603 interessano l'area costiera di Mondello, per poi proseguire rispettivamente le prime due lungo viale Regina Margherita di Savoia – viale Venere, e la terza lungo il litorale dell'Addaura, garantendo così la connessione con le principali zone balneari;
- la linea 628 (con il potenziamento in alcune ore della giornata della variante 628P, che estende il percorso fino a Isola delle Femmine) collega l'asse Sferracavallo – Stadio, intercettando un bacino di utenza che comprende sia residenti sia flussi turistico-balneari stagionali;
- 84, in servizio durante la stagione balneare estiva, che serve esclusivamente l'area di Mondello con un servizio di navetta gratuito.

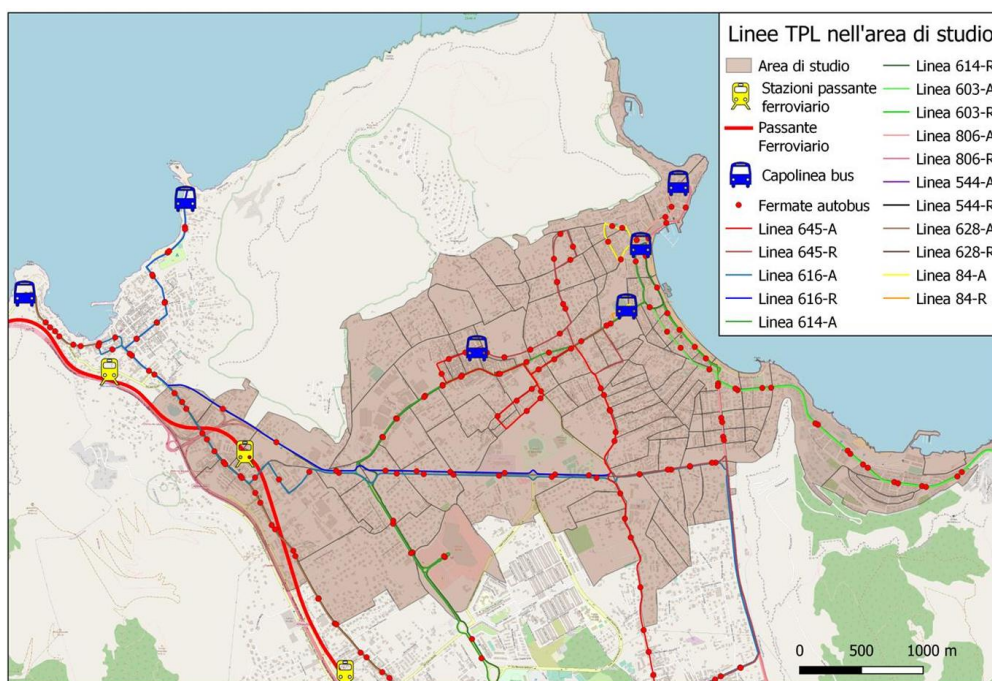


Figura 26-Linee TPL operanti all'interno dell'area di studio

Le frequenze delle linee bus che attraversano l'area di studio risultano complessivamente limitate e non adeguate a soddisfare in maniera efficace la domanda di mobilità locale. Tale criticità emerge in modo evidente dall'analisi degli intertempi riportati nella Tabella 27 seguente, che mostrano valori spesso elevati e disomogenei nelle diverse fasce orarie, determinando così una scarsa attrattività del servizio e una ridotta competitività rispetto all'utilizzo del mezzo privato.

Tabella 27-Linee di trasporto, percorsi e intertempi del servizio di trasporto pubblico all'interno dell'area di studio

Linea	Percorso	Intertempo [min]
84	Parcheggio Galatea – Valdesi – Parcheggio Mongibello	10
544	John Lennon – Mondello	20
603	Stadio – Mondello	23
614	Stadio – Partanna – Mondello	20
616	Stadio – Barcarello	21
628/628P	Sferracavallo – Stadio / Stadio – Isola delle Femmine	15
645	Stadio – Partanna	35
806	Piazza Crispi – Mondello	20

4.4. ANALISI DELLA MOBILITÀ NEI QUARTIERI DI PARTANNA MONDELLO E TOMMASO NATALE TRAMITE LA MATRICE O/D PUMS 2023

A seguito dell'analisi dell'offerta di trasporto pubblico locale presente nell'area di studio, si è proceduto a un approfondimento delle dinamiche di mobilità degli utenti, con l'obiettivo di comprendere in maniera più puntuale le effettive abitudini di spostamento dei residenti e dei flussi attratti nell'area. A tal fine, si è fatto ricorso alla matrice Origine/Destinazione (O/D) derivata dal *Piano Urbano della Mobilità Sostenibile* (PUMS) del Comune di Palermo, già impiegata nella fase preliminare di analisi svolta a livello dell'intera città, presentata nel paragrafo 3.3. In questa nuova fase, tuttavia, l'attenzione è stata circoscritta all'area di Partanna Mondello e alle zone limitrofe, allo scopo di evidenziare le specificità locali rispetto al quadro generale urbano.

L'indagine ha preso in considerazione le principali modalità di trasporto rilevate dal PUMS, ovvero: *road*, comprendente auto e motocicli, che rappresenta la componente più rilevante della mobilità privata; bus, in riferimento al servizio di trasporto collettivo su gomma; *slowmodes*, che includono gli spostamenti pedonali, ciclabili e con micromobilità, e la modalità ferroviaria, treno. La modalità tram non è stata considerata poiché non esiste nessuna linea che attraversa quell'area. L'analisi è stata condotta sull'intero arco della

giornata, consentendo così di cogliere le variazioni orarie e le dinamiche connesse sia agli spostamenti di tipo pendolare sia a quelli di natura ricreativa o occasionale.

Analogamente a quanto effettuato nell'analisi preliminare a scala urbana, anche in questo caso si è fatto riferimento alle due matrici O/D fornite dal PUMS, relative ai periodi estivo (agosto 2022) e invernale (febbraio 2023), adottando come valore di riferimento *l'Average Count*, ossia il numero medio di passeggeri calcolato sui diversi giorni della settimana.

Poiché il PUMS ha previsto una specifica zonizzazione dell'area metropolitana di Palermo, ai fini della presente analisi è stato necessario ricondurre tali zone alla suddivisione in quartieri fornita dal Comune di Palermo (Tab. 28 e Fig. 27). In particolare, sono state individuate le corrispondenze tra le zone PUMS ricadenti nei quartieri di Tommaso Natale – Sferracavallo e Partanna Mondello, selezionando come aree di riferimento per lo studio le zone 93, 96, 97, 99, 100, 101, 102, 103, 104 e 105.

Tabella 28- Suddivisione in quartieri per la città di Palermo (Fonte: comune di Palermo)

	Quartieri
1	Tribunali-Castellammare
2	Palazzo Reale-Monte di pietà
3	Oreto-Stazione
4	Montegrappa-Santa Rosalia
5	Cuba-Calatafimi
6	Zisa
7	Noce
8	Malaspina-Palagonia
9	Libertà
10	Politeama
11	Settecannoli
12	Brancaccio-Ciaculli
13	Villagrazia-Falsomiele
14	Mezzo Monreale-Villa Tasca
15	Altarello
16	Boccadifalco
17	Uditore-Passo di Rigano
18	Borgonuovo
19	Cruillas-CEP
20	Resuttana-San Lorenzo
21	Tommaso Natale-Sferracavallo
22	Partanna-Mondello
23	Pallavicino

24	Montepellegrino
25	Arenella-Vergine Maria

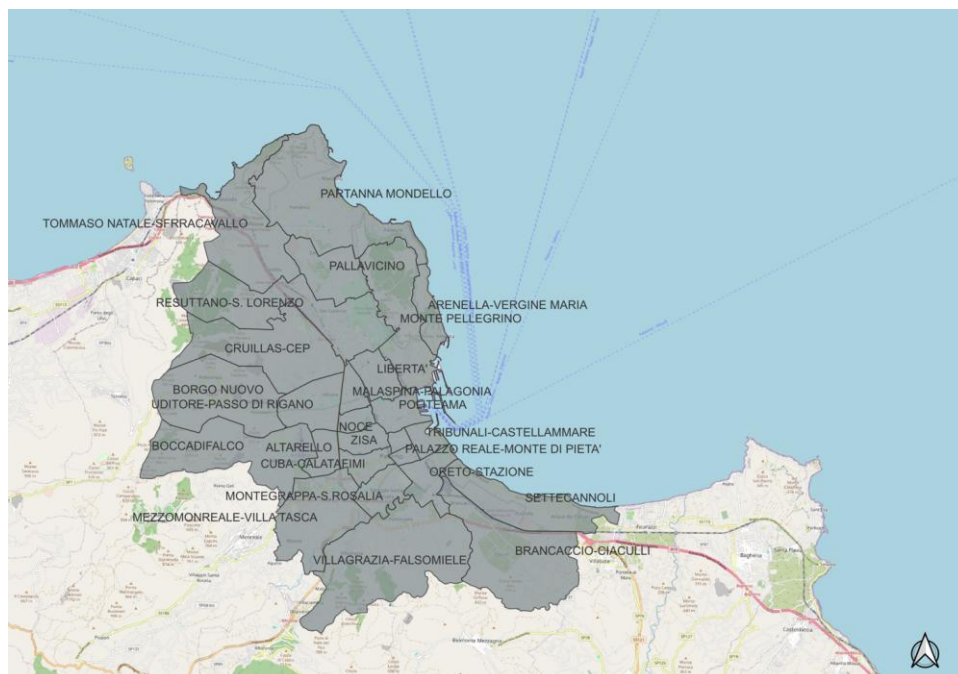


Figura 27- Rappresentazione quartieri in QGIS

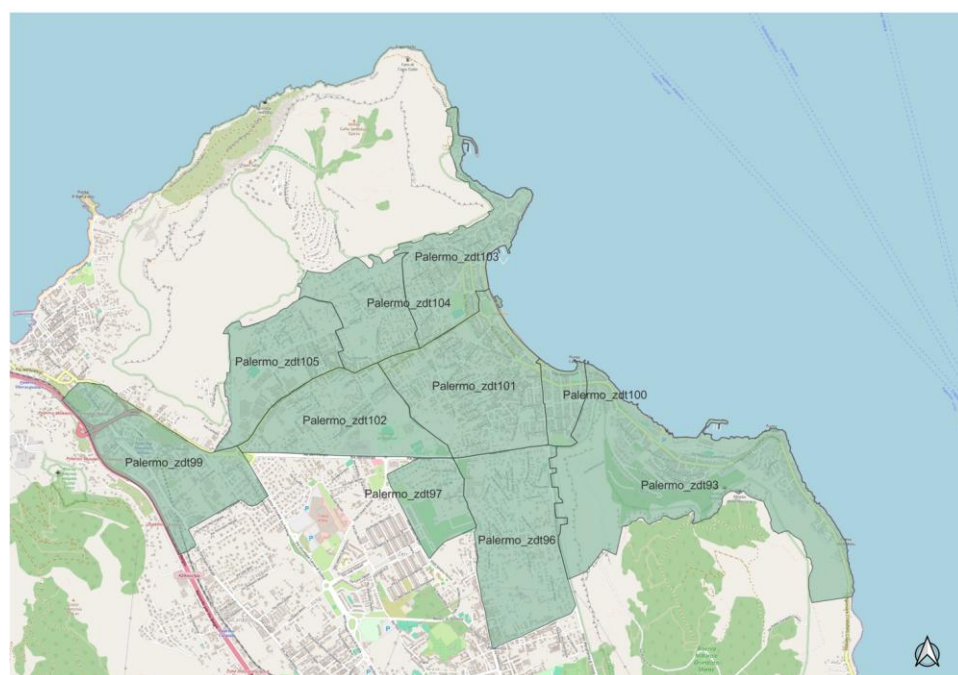


Figura 28-Zone PUMS corrispondenti ai quartieri delle aree in esame

Nell'APPENDICE D sono riportate in dettaglio le tabelle relative all'analisi con la matrice PUMS 2023 dell'area di studio distinte per periodo dell'anno, ora, giorno della settimana e modalità di trasporto. Sulla base dei dati riportati nelle tabelle dell'appendice D, è stato possibile procedere a un'analisi quantitativa delle diverse modalità di trasporto considerate all'interno della matrice O/D del PUMS. In particolare, per ciascuna modalità di spostamento (trasporto pubblico su gomma, mobilità dolce e trasporto privato motorizzato), sono stati calcolati i valori totali degli spostamenti al giorno e successivamente differenziati per i due macro-gruppi: feriali e festivi.

Tabella 29- Risultati matrice O/D per giorni lavorativi (Lun-Ven) per ogni modalità di trasporto nell'area di Tommaso Natale e Partanna Mondello, periodo invernale

Periodo Invernale_Febbraio2023					
Monday-Friday					
	Generati	Interni_AreaDiStudio	AreaDiStudio-Palermo	AreaDiStudio-Area Metropolitana	Attratti
Bus	13,13%	6,40%	18,14%	1,82%	17,39%
Road	72,77%	61,71%	77,07%	95,90%	77,65%
SlowModes	13,74%	31,90%	4,38%	0,23%	4,40%
Treno	0,36%	0,00%	0,41%	2,05%	0,56%

Tabella 30- Risultati matrice O/D per giorni prefestivi (Sabato) per ogni modalità di trasporto nell'area di Tommaso Natale e Partanna Mondello, periodo invernale

Periodo Invernale_Febbraio2023					
Saturday					
	Generati	Interni_AreaDiStudio	AreaDiStudio-Palermo	AreaDiStudio-Area Metropolitana	Attratti
Bus	9,80%	4,83%	13,88%	0,38%	13,07%
Road	75,85%	64,87%	81,53%	97,97%	82,23%
SlowModes	14,10%	30,30%	4,26%	0,14%	4,44%
Treno	0,26%	0,00%	0,33%	1,68%	0,27%

Tabella 31-Risultati matrice O/D per giorni festivi (Domenica) per ogni modalità di trasporto nell'area di Tommaso Natale e Partanna Mondello, periodo invernale

Periodo Invernale_Febbraio2023					
Sunday					
	Generati	Interni_AreaDiStudio	AreaDiStudio-Palermo	AreaDiStudio -Area Metropolitana	Attratti
Bus	10,12%	5,22%	14,27%	1,23%	12,45%
Road	75,85%	64,67%	81,06%	97,34%	83,50%
SlowModes	13,86%	30,11%	4,49%	0,00%	3,89%
Treno	0,18%	0,00%	0,17%	1,28%	0,15%

Tabella 32-Risultati matrice O/D per giorni lavorativi (Lun-Ven) per ogni modalità di trasporto nell'area di Tommaso Natale e Partanna Mondello, periodo estivo

Periodo Estivo_Agosto2022					
Monday-Friday					

	Generati	Interni_ AreaDiStudio	AreaDiStudio -Palermo	AreaDiStudio -Area Metropolitana	Attratti
Bus	13,76%	5,99%	20,63%	2,42%	2,42%
Road	73,83%	63,96%	76,24%	95,40%	95,40%
SlowModes	12,08%	30,04%	2,89%	0,09%	0,09%
Treno	0,34%	0,00%	0,25%	2,09%	2,09%

Tabella 33-Risultati matrice O/D per giorni prefestivi (Sabato) per ogni modalità di trasporto nell'area di Tommaso Natale e Partanna Mondello, periodo estivo

Periodo Estivo_Agosto2022					
Saturday					
	Generati	Interni_ AreaDiStudio	AreaDiStudio -Palermo	AreaDiStudio -Area Metropolitana	Attratti
Bus	11,17%	5,32%	16,99%	1,21%	1,21%
Road	76,40%	66,15%	80,07%	96,97%	96,97%
SlowModes	12,15%	28,52%	2,69%	0,21%	0,21%
Treno	0,28%	0,00%	0,24%	1,61%	1,61%

Tabella 34-Risultati matrice O/D per giorni festivi (Domenica) per ogni modalità di trasporto nell'area di Tommaso Natale e Partanna Mondello, periodo estivo

Periodo Estivo_Agosto2022					
Sunday					
	Generati	Interni_ AreaDiStudio	AreaDiStudio -Palermo	AreaDiStudio -Area Metropolitana	Attratti
Bus	10,60%	4,76%	16,43%	1,69%	1,69%
Road	77,31%	67,24%	81,02%	97,11%	97,11%
SlowModes	11,91%	28,00%	2,41%	0,00%	0,00%
Treno	0,18%	0,00%	0,13%	1,20%	1,20%

Dall'analisi dei dati relativi al periodo invernale emerge come la modalità *road* continui a rappresentare quella largamente predominante, come peraltro atteso, registrando valori particolarmente elevati soprattutto in corrispondenza degli spostamenti diretti verso l'esterno della città di Palermo. Tuttavia, tale modalità risulta significativa anche per gli spostamenti interni all'area di studio che, nonostante abbia un'estensione complessiva di poco superiore ai 10 km², dovrebbe teoricamente favorire, almeno in parte, l'utilizzo di forme di mobilità alternative. In particolare, ci si aspetterebbe che, per gli spostamenti di breve raggio e in direzione delle aree limitrofe, una quota più consistente di utenti prediliga modalità quali quella dolce o il trasporto pubblico su gomma.

La modalità *slowmodes*, infatti, assume un peso relativamente rilevante esclusivamente negli spostamenti interni e di prossimità, mentre perde quasi del tutto importanza negli spostamenti di più lunga distanza, sia verso altre aree della città che verso i comuni esterni,

fenomeno del tutto coerente con l'elevato dispendio temporale richiesto per percorrere tali distanze a piedi o in bicicletta.

Per quanto concerne la modalità *bus*, i valori registrati si confermano complessivamente modesti, con una scarsa incidenza sia per gli spostamenti interni all'area di studio, sia per quelli diretti verso i comuni limitrofi. Una leggera crescita si osserva per gli spostamenti in direzione del centro urbano di Palermo, in particolare durante i giorni feriali, quando risultano predominanti gli spostamenti sistematici casa-scuola e casa-lavoro. Tale comportamento risulta coerente con le caratteristiche socio-economiche del contesto locale: l'area analizzata rappresenta infatti una porzione periferica della città, in cui il numero di addetti è relativamente contenuto, la presenza di istituti scolastici è limitata e la concentrazione di uffici e attività produttive risulta esigua. Le principali polarità attrattive, come il centro commerciale "Conca d'Oro", si collocano in prossimità del perimetro dell'area ma ne restano esterne, influenzando solo marginalmente la domanda interna di trasporto pubblico. Tale evidenza conferma una criticità strutturale già emersa nelle analisi preliminari, ossia la limitata capacità del trasporto pubblico su gomma di configurarsi come una reale alternativa competitiva rispetto al mezzo privato, anche in contesti urbani caratterizzati da distanze relativamente ridotte e da una domanda potenziale diffusa ma frammentata.

4.5. COSTRUZIONE DEL GRAFO STRADALE

Una volta delimitata l'area di studio ed eseguita l'analisi preliminare delle caratteristiche demografiche e del sistema di trasporto pubblico locale, sia su ferro sia su gomma, è possibile avviare le fasi successive di applicazione della metodologia proposta, finalizzate alla valutazione delle potenzialità del servizio e alla definizione delle strategie di intervento più idonee. Per l'identificazione dei potenziali percorsi destinati ai veicoli del servizio di microtransit, è stata preliminarmente costruita la rete stradale dell'area di studio all'interno dell'ambiente GIS, utilizzando il software QGIS (versione 3.10). A tal fine, è stata importata la rete viaria proveniente da *OpenStreetMap* (OSM), che rappresenta una delle principali banche dati open-source a scala globale per la descrizione del territorio e delle infrastrutture di mobilità. La rete OSM è stata convertita in un grafo stradale, comprendente: archi che rappresentano i tratti stradali veri e propri, e nodi, che rappresentano le intersezioni, i punti di connessione e gli estremi dei collegamenti viari. Ogni elemento della rete è stato descritto da un insieme di attributi geometrici e funzionali. I nodi sono stati caratterizzati da

coordinate planimetriche (x, y) e da un identificativo numerico univoco, mentre per ciascun arco sono stati registrati dati relativi al numero identificativo, ai nodi di origine e destinazione, alla direzione di marcia, alla lunghezza, alla classificazione funzionale della strada, ai tipi di veicoli ammessi, il numero di corsie, il nome della strada e ad ulteriori parametri descrittivi.

Tale struttura informativa ha consentito di garantire un'elevata precisione spaziale e di predisporre la rete per successive elaborazioni.

La rete stradale risultante comprendeva 1.482 archi e 1.168 nodi. Tuttavia, non tutti i tratti viari inclusi risultavano idonei per la circolazione dei veicoli di microtransit, in quanto l'area di studio presenta una morfologia urbana complessa, caratterizzata da strade locali di ridotta ampiezza, pendenze accentuate e condizioni infrastrutturali eterogenee. Considerando che il servizio proposto prevede l'impiego di minibus da 22 posti, la larghezza della carreggiata e la disponibilità di spazi di sosta sicuri sono risultate variabili determinanti nella selezione dei collegamenti ammissibili. In particolare, la necessità di garantire la sicurezza operativa e la fluidità della circolazione ha imposto una rigorosa selezione dei tratti stradali effettivamente percorribili. In molti casi, infatti, le strade locali a doppio senso di marcia risultano troppo strette per consentire l'incrocio simultaneo tra un minibus e un veicolo privato proveniente in direzione opposta, con il rischio di generare congestioni o manovre rischiose. Analogamente, anche in presenza di strade a senso unico, la fermata del minibus, per consentire la salita o la discesa dei passeggeri, può determinare un blocco temporaneo del traffico nei tratti più stretti, in assenza di adeguati spazi laterali di manovra. Per questi motivi, la rete OSM è stata sottoposta a un processo di filtraggio e selezione basato su un insieme di vincoli tecnici e spaziali finalizzati a individuare gli archi effettivamente adatti al transito dei veicoli di microtransit. I principali criteri considerati sono di seguito riportati.

- **Larghezza della carreggiata:** sono stati mantenuti soltanto i tratti stradali la cui ampiezza consentiva la circolazione dei minibus in entrambe le direzioni senza interferire in modo significativo con il traffico privato.
- **Spazio per la sosta in sicurezza:** sono state incluse esclusivamente le strade che presentavano aree o margini laterali sufficienti a garantire le operazioni di carico e scarico passeggeri senza compromettere la sicurezza della circolazione.

- Pendenza longitudinale: sono stati esclusi i tratti con pendenze superiori al 5%, al fine di garantire l'accessibilità anche alle persone con mobilità ridotta o a utenti con disabilità motoria.
- Direzionalità del traffico: sono stati rimossi dalla rete i vicoli ciechi, le strade a senso unico che non offrivano vie di uscita agevoli o che conducevano a tratti con criticità di sicurezza e ampiezza insufficiente.
- Condizioni del manto stradale: sono state escluse le strade caratterizzate da dissesti, buche, crepe o degrado superficiale, in quanto potenziali fonti di disagio per i passeggeri e di usura per i veicoli.
- Tipologia di strada: sono state eliminate le vie pedonali, le strade private e tutte le infrastrutture non accessibili al traffico pubblico.

A seguito dell'applicazione dei suddetti criteri, la rete originaria è stata ridotta e ottimizzata, escludendo tutti i collegamenti non conformi. La rete potenziale del microtransit risultante è composta da 846 archi e 670 nodi, come illustrato nella Figura 29.

Infine, per assicurare l'integrazione funzionale tra la rete di trasporto e la suddivisione territoriale utilizzata nel modello di domanda, i centroidi delle zone di traffico (*Traffic Analysis Zones*, TAZ) sono stati connessi alla rete mediante centroidi connettori. Tali archi artificiali svolgono la funzione di collegamento logico tra i punti di origine e destinazione della domanda e i nodi della rete stradale effettiva, permettendo così di rappresentare in modo coerente l'interazione tra la dimensione spaziale e quella comportamentale della mobilità.

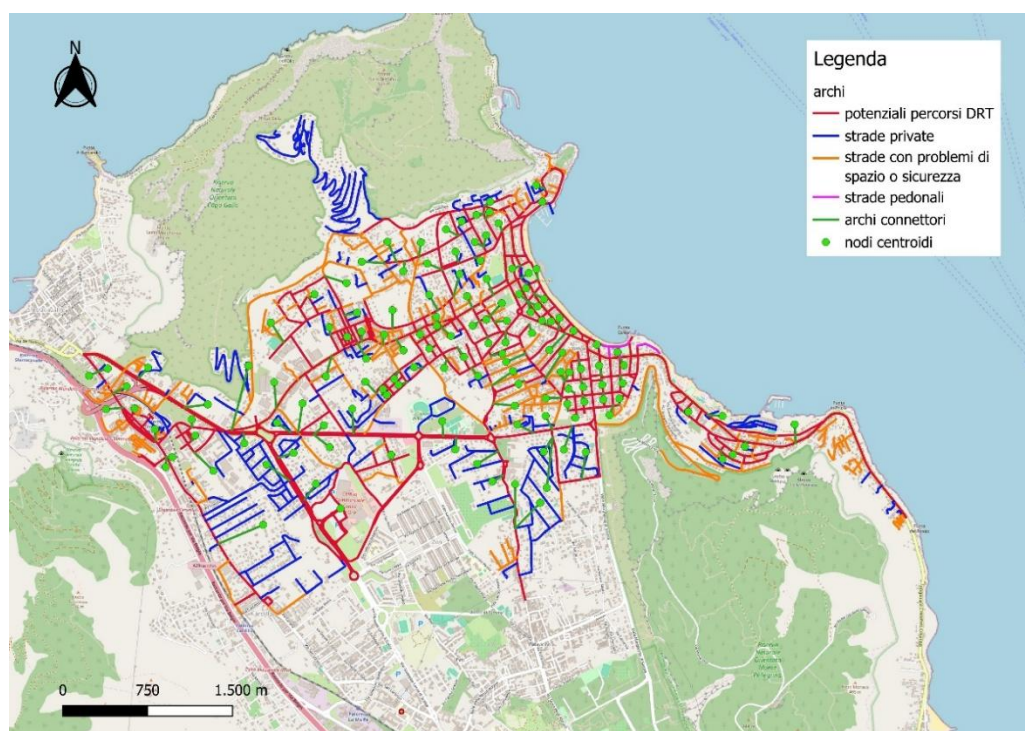


Figura 29-Identificazione dei potenziali percorsi flessibili e fissi per il microtransit (linee rosse). Strade non percorribili dal microtransit: strade private (blu), strade pedonali (viola) e strade con problemi di spazio e sicurezza (arancioni)

4.6. STIMA DEL MODELLO DI DOMANDA DEL MICROTRANSIT

La stima della domanda potenziale del servizio di microtransit è stata condotta attraverso l'applicazione di un modello di domanda a quattro stadi (Ortúzar e Willumsen, 2011), considerando esclusivamente gli spostamenti non sistematici (*non-commuting trips*). Tale scelta metodologica è coerente con la natura del servizio progettato, che è pensato per operare durante le ore di morbida e rispondere prevalentemente alle esigenze di mobilità non legate agli spostamenti pendolari. La maggiore flessibilità temporale e spaziale che caratterizza i servizi di microtransit, unita alla possibilità di accettare tempi di percorrenza lievemente superiori rispetto a quelli dei percorsi diretti, rende infatti tale modalità particolarmente adatta a soddisfare la domanda di spostamenti occasionali, privi di vincoli stringenti di orario, rispetto agli spostamenti sistematici casa-lavoro o casa-scuola.

Il modello a quattro stadi adottato comprende le seguenti fasi:

1. Generazione degli spostamenti, finalizzata alla stima del numero totale di viaggi generati in ciascuna zona dell'area di studio;
2. Distribuzione degli spostamenti, che consente di determinare le relazioni origine/destinazione (O/D) tra le diverse zone;

3. Scelta modale, per la stima delle probabilità di scelta tra differenti alternative di trasporto;

4. Assegnazione del traffico, utile a individuare i percorsi più probabili lungo la rete.

L'intero processo modellistico è stato alimentato dai risultati di un'indagine combinata RP/SP (*Revealed Preferences/Stated Preferences*) condotta nell'area di studio nei mesi di novembre e dicembre 2021 (Capodici et al., 2025). È stato predisposto un questionario unificato, articolato in tre sezioni principali:

1. la prima sezione dedicata alla raccolta delle caratteristiche socio-economiche degli intervistati;
2. la seconda sezione, relativa all'indagine RP, mirata a rilevare le abitudini di mobilità quotidiana dei rispondenti;
3. la terza sezione, corrispondente all'indagine SP, incentrata su esperimenti di scelta discreta volti a valutare le preferenze potenziali degli utenti nei confronti di un nuovo servizio di trasporto.

Per garantire l'affidabilità e la qualità della raccolta dati, alcuni studenti dell'Università di Palermo sono stati selezionati come rilevatori. Le interviste sono state condotte in presenza, durante le ore di morbida, fermando i passanti in prossimità dei principali punti di interesse dell'area di studio. Sono stati considerati idonei alla partecipazione i residenti di età superiore ai 14 anni, selezionati casualmente tra coloro che stavano effettuando uno spostamento al momento dell'intervista. La durata media di ciascuna intervista è stata di circa cinque minuti, garantendo un equilibrio tra accuratezza informativa e accettabilità del tempo di compilazione.

La prima fase del modello, quella di generazione degli spostamenti, ha avuto l'obiettivo di stimare il numero totale di viaggi non sistematici prodotti da ciascuna zona di traffico (TAZ). Tale stima è stata condotta sulla base del numero di residenti, distinti per fasce socio-demografiche (età, occupazione, ecc.), e mediante l'applicazione dell'indice di mobilità. Questi ultimi sono stati calcolati come media tra i valori rilevati nella sezione RP dell'indagine e quelli riportati dal modello nazionale *Audimob*.

Nella sezione RP, ai rispondenti è stato chiesto di ricostruire gli spostamenti effettuati nel giorno precedente l'intervista, specificando per ciascuno origine, destinazione, mezzo utilizzato e motivo dello spostamento. In tal modo è stato possibile distinguere i viaggi sistematici (casa-lavoro, casa-scuola) da quelli non sistematici (per acquisti, commissioni, svago, visite, ecc.) e calcolare gli indici di mobilità per ciascun gruppo socioeconomico.

Al fine di garantire la rappresentatività statistica dell'indagine rispetto al contesto urbano di riferimento, il campione è stato costruito adottando una stratificazione socio-demografica coerente con i dati ufficiali ISTAT, riferite alle rispettive zone censuarie. In particolare, sono state considerate variabili quali età, genere e titolo di studio, calibrate sulla distribuzione della popolazione residente nelle diverse sezioni censuarie dell'area di studio.

La seconda fase, relativa alla distribuzione degli spostamenti, ha previsto la suddivisione dei rispondenti in due gruppi principali: individui di età compresa tra 15 e 59 anni e >60. A partire dai dati RP, sono state identificate le principali destinazioni dei viaggi non sistematici. È emerso che per entrambi i gruppi una quota significativa di spostamenti era diretta verso aree esterne all'area di studio (63% per la fascia 15–29 anni e 51% per gli over 60), suggerendo che il servizio di microtransit possa svolgere un ruolo di feeder system verso i principali poli di trasporto urbano. Le aree commerciali di Politeama e Strasburgo, localizzate nella parte centrale della città, emergono come principali poli attrattori per entrambe le categorie di utenti.

La distribuzione spaziale delle destinazioni è stata utilizzata per stimare il numero di spostamenti non sistematici generati da ciascuna TAZ (*Traffic Analysis Zone*) e diretti sia verso l'interno dell'area di studio sia verso le aree urbane esterne. Per gli spostamenti interni, è stato applicato un modello gravitazionale, in cui l'attrattività delle zone è stata espressa in funzione del numero di addetti nei settori del commercio e dei servizi, considerati indicatori della presenza di punti di interesse (es. esercizi commerciali, uffici postali, banche, strutture sanitarie). Tale approccio ha consentito di stimare il numero di spostamenti per ciascuna coppia origine-destinazione (O/D). Parallelamente, per gli spostamenti diretti verso aree esterne, è stata considerata l'attrattività di alcune zone urbane di riferimento situate al di fuori dell'area di studio, in particolare Strasburgo, Stadio, Politeama, Notarbartolo, Vespri, San Lorenzo e Cardillo, individuate come principali destinazioni urbane di interesse.

Infine, grazie ai risultati della sezione SP del questionario, è stato possibile calibrare un modello di scelta modale, stimando la probabilità di scelta del microtransit per ciascuna categoria di utenti. La sezione SP comprendeva quattro esperimenti di scelta discreta, in cui ai rispondenti venivano proposti scenari ipotetici di viaggio e veniva chiesto di selezionare la modalità preferita tra auto privata, motocicletta, microtransit e spostamento pedonale. Il microtransit è stato descritto come un servizio di tipo *first-mile/last-mile*, con punti di salita e discesa (PUDO) situati entro 10 minuti a piedi dalle abitazioni e collegamenti verso nodi

di trasporto ad alta capacità o alta regolarità. La tariffa del servizio è stata ipotizzata analoga a quella del bus urbano, al fine di indagare il potenziale livello di accettabilità economica da parte degli utenti e di garantire la comparabilità delle alternative nella scelta modale.

Nell'ambito della modellazione della scelta modale, sono stati considerati diversi attributi di viaggio per ciascuna modalità. Per l'auto privata, sono stati inclusi il tempo effettivo di percorrenza a bordo e il tempo impiegato nella ricerca di parcheggio, al fine di cogliere sia la componente di viaggio effettiva sia i disagi connessi alla sosta. Per la modalità pedonale, si è assunto che il tempo di percorrenza corrispondesse integralmente al tempo totale di viaggio, considerando la continuità dello spostamento senza interruzioni. Nel caso della motocicletta, il tempo totale di viaggio è stato considerato equivalente al tempo trascorso a bordo, senza ulteriori componenti di attesa o parcheggio. Per la modalità microtransit, il tempo di viaggio è stato scomposto in tre componenti distinte: (i) il tempo di accesso a piedi al punto di pick-up, per riflettere sulle differenti distanze di accesso; (ii) il tempo di attesa al punto di pick-up, determinato non solo dal tempo necessario all'arrivo del veicolo, ma anche dalla possibilità che ulteriori richieste di viaggio generino ritardi aggiuntivi; (iii) il tempo effettivo di viaggio a bordo del veicolo, in funzione della lunghezza del percorso e di eventuali deviazioni di percorso. Per quanto concerne i costi di viaggio, sono stati considerati i seguenti elementi: per l'auto privata, il costo del carburante (fisso) e il costo del parcheggio (variabile su due livelli, a seconda della disponibilità e delle tariffe locali); per la motocicletta, il solo costo del carburante (fisso); per il microtransit, un costo variabile in funzione delle caratteristiche socio-economiche, coerente con le tariffe differenziate ipotizzate per il servizio. Inoltre, è stata introdotta una variabile binaria per rappresentare la presenza di eventuali trasbordi, con particolare riferimento all'integrazione del microtransit con la linea ferroviaria "Palermo-Tommaso Natale" o con la linea autobus 806, il cui trasbordo è localizzato al "Parcheggio Galatea", al fine di valutare l'effetto dell'integrazione modale sulle scelte degli utenti. Tra le variabili socio-economiche prese in considerazione nel modello figurano: età, genere, numero di veicoli posseduti per nucleo familiare, possesso della patente di guida e livello di istruzione. Queste variabili consentono di rappresentare in maniera dettagliata le differenze individuali nella propensione all'utilizzo di ciascuna modalità, permettendo di stimare in maniera più accurata le probabilità di scelta modale e, conseguentemente, la domanda potenziale di microtransit per ciascun gruppo socio-economico.

Maggiori dettagli sul funzionamento del modello sono disponibili in Capodici et al. (2024).

I risultati sono stati elaborati attraverso lo sviluppo di un modello *Multinomial Logit* (MNL). Successivamente, tali probabilità sono state applicate agli spostamenti non sistematici stimati dal modello di distribuzione, consentendo la costruzione della matrice Origine/Destinazione (O/D) giornaliera del microtransit, che è stata poi assegnata alla rete di trasporto. Nella stima della matrice, si è assunto un tempo medio di attesa alle fermate di 10 minuti e una velocità commerciale del servizio pari a 20 km/h. La popolazione è stata classificata lungo tre dimensioni principali: genere (maschio/femmina), fascia d'età (15–29; 30–44; 45–59; 60–74; oltre 74 anni) e titolo di studio (licenza elementare, licenza media, diploma di scuola superiore, laurea); sono inoltre stati considerati altri parametri come il numero di auto a persona e il possesso della patente. Grazie alla calibrazione del modello di scelta modale, è stato possibile stimare probabilità di scelta differenziate per il microtransit in relazione alle diverse combinazioni socio-economiche, considerando anche l'effetto della tariffa del servizio. Ad esempio, sono state calcolate le probabilità di scelta per categorie specifiche come le donne di 15–29 anni con titolo di studio elementare, consentendo di rappresentare in maniera dettagliata la propensione all'utilizzo del microtransit tra le varie componenti della popolazione (Fig.30).

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V		
1				303	456	290	11	18	90	88	9	67	61	55	21	23	5	8	1	7	16	118		
2				6,33%	9,53%	6,06%	0,23%	0,38%	1,88%	1,84%	0,19%	1,40%	1,27%	1,15%	0,44%	0,48%	0,10%	0,17%	0,02%	0,15%	0,33%	2,47%		
3	Donne 15-29																							
4	Elementare	int	ext	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357		
5				3,635156	3,635156	0,230092	0,346278	0,22022	0,008353	0,013669	0,068344	0,066826	0,006834	0,050879	0,046322	0,041766	0,015947	0,017466	0,003797	0,000075	0,000759	0,005316	0,01215	0,089607
6				0,991406	0,991406	0,062752	0,094439	0,06006	0,002278	0,003728	0,018639	0,018225	0,001864	0,013876	0,012633	0,011391	0,004349	0,004763	0,001036	0,001657	0,000207	0,00145	0,003314	0,024438
7				8,757422	8,757422	0,554314	0,834214	0,530531	0,020124	0,03293	0,164648	0,160989	0,016465	0,122571	0,111594	0,100618	0,038418	0,042077	0,009147	0,014635	0,001829	0,012806	0,029271	0,215871
8				0,330469	0,330469	0,020917	0,03148	0,02002	0,000759	0,001243	0,006213	0,006075	0,000621	0,004625	0,004211	0,003797	0,00145	0,001588	0,000345	0,000552	6,9E-05	0,000483	0,001105	0,008146
9				0,826172	0,826172	0,052294	0,078699	0,05005	0,001898	0,003107	0,015533	0,015188	0,001553	0,011563	0,010528	0,009492	0,003624	0,003969	0,000863	0,001381	0,000173	0,001208	0,002761	0,020365
10				0,495703	0,495703	0,031376	0,04722	0,03003	0,001139	0,001864	0,00932	0,009113	0,009032	0,006938	0,006317	0,005695	0,002175	0,002382	0,000518	0,000828	0,000104	0,000725	0,001657	0,012219
11				3,800391	3,800391	0,240551	0,362018	0,23023	0,008733	0,01429	0,071451	0,069863	0,007145	0,053191	0,048428	0,043664	0,016672	0,01826	0,003969	0,006351	0,000794	0,005557	0,012702	0,09368
12				1,321875	1,321875	0,08367	0,125919	0,08008	0,003038	0,00497	0,024852	0,0243	0,002485	0,018501	0,016844	0,015188	0,005799	0,006351	0,001381	0,002209	0,000276	0,001933	0,004418	0,032584
13				1,817578	1,817578	0,115046	0,173139	0,11011	0,004177	0,006834	0,034172	0,033413	0,003417	0,025439	0,023161	0,020883	0,007973	0,008733	0,001898	0,003038	0,00038	0,002658	0,006075	0,044803
14				3,139453	3,139453	0,198716	0,299058	0,19019	0,007214	0,011805	0,059025	0,057713	0,005902	0,043941	0,040006	0,036071	0,013772	0,015084	0,003279	0,005247	0,000656	0,004591	0,010493	0,077388
15				1,817578	1,817578	0,115046	0,173139	0,11011	0,004177	0,006834	0,034172	0,033413	0,003417	0,025439	0,023161	0,020883	0,007973	0,008733	0,001898	0,003038	0,00038	0,002658	0,006075	0,044803
16				1,487109	1,487109	0,094129	0,141659	0,09009	0,003417	0,005592	0,027959	0,027338	0,002796	0,020614	0,01895	0,017086	0,006524	0,007145	0,001553	0,002485	0,000311	0,002175	0,00497	0,036657
17				0,495703	0,495703	0,031376	0,04722	0,03003	0,001139	0,001864	0,00932	0,009113	0,009032	0,006938	0,006317	0,005695	0,002175	0,002382	0,000518	0,000828	0,000104	0,000725	0,001657	0,012219
18				0,330469	0,330469	0,020917	0,03148	0,02002	0,000759	0,001243	0,006213	0,006075	0,000621	0,004625	0,004211	0,003797	0,00145	0,001588	0,000345	0,000552	6,9E-05	0,000483	0,001105	0,008146
19				0,826172	0,826172	0,052294	0,078699	0,05005	0,001898	0,003107	0,015533	0,015188	0,001553	0,011563	0,010528	0,009492	0,003624	0,003969	0,000863	0,001381	0,000173	0,001208	0,002761	0,020365
20				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21				0,495703	0,495703	0,031376	0,04722	0,03003	0,001139	0,001864	0,00932	0,009113	0,009032	0,006938	0,006317	0,005695	0,002175	0,002382	0,000518	0,000828	0,000104	0,000725	0,001657	0,012219
22				1,566411	1,566411	0,073211	0,110179	0,07007	0,002658	0,004349	0,021746	0,021263	0,002175	0,016189	0,014739	0,013289	0,005074	0,005557	0,001208	0,001933	0,000242	0,001691	0,003866	0,028511
23				3,139453	3,139453	0,198716	0,299058	0,19019	0,007214	0,011805	0,059025	0,057713	0,005902	0,043941	0,040006	0,036071	0,013772	0,015084	0,003279	0,005247	0,000656	0,004591	0,010493	0,077388
24				0,660938	0,660938	0,041835	0,06296	0,04004	0,001519	0,002485	0,012426	0,01215	0,001243	0,009251	0,008422	0,007594	0,002899	0,003176	0,00069	0,001105	0,000138	0,000966	0,002209	0,016292
25				1,982813	1,982813	0,125505	0,188879	0,12012	0,004556	0,007456	0,037279	0,03645	0,003728	0,027552	0,025267	0,022781	0,008698	0,009527	0,002071	0,003314	0,000414	0,002899	0,006627	0,048877
26				0,826172	0,826172	0,052294	0,078699	0,05005	0,001898	0,003107	0,015533	0,015188	0,001553	0,011563	0,010528	0,009492	0,003624	0,003969	0,000863	0,001381	0,000173	0,001208	0,002761	0,020365
27				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28				0,991406	0,991406	0,062752	0,094439	0,06006	0,002278	0,003728	0,018639	0,018225	0,001864	0,013876	0,012633	0,011391	0,004349	0,004763	0,001036	0,001657	0,000207	0,00145	0,003314	0,024438
29				0,165234	0,165234	0,010459	0,01574	0,01001	0,00038	0,000621	0,003107	0,003038	0,000311	0,002313	0,002106	0,001898	0,000725	0,000794	0,000173	0,000276	3,45E-05	0,000242	0,000552	0,004073
30				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31				0,330469	0,330469	0,020917	0,03148	0,02002	0,000759	0,001243	0,006213	0,006075	0,000621	0,004625	0,004211	0,003797	0,00145	0,001588	0,000345	0,000552	6,9E-05	0,000483	0,001105	0,008146
32				0,165234	0,165234	0,010459	0,01574	0,01001	0,00038	0,000621	0,003107	0,003038	0,000311	0,002313	0,002106	0,001898	0,000725	0,000794	0,000173	0,000276	3,45E-05	0,000242	0,000552	0,004073
33				0,165234	0,165234	0,010459	0,01574	0,01001	0,00038	0,000621	0,003107	0,003038	0,000311	0,002313	0,002106	0,001898	0,000725	0,000794	0,000173	0,000276	3,45E-05	0,000242	0,000552	0,004073
34				1,817578	1,817578	0,115046	0,173139	0,11011	0,004177	0,006834	0,034172	0,033413	0,003417	0,025439	0,023161	0,020883	0,007973	0,008733	0,001898	0,003038	0,00038	0,002658	0,006075	0,044803
35				0,495703	0,495703	0,031376	0,04722	0,03003	0,001139	0,001864	0,00932	0,009113	0,009032	0,006938	0,006317	0,005695	0,002175	0,002382	0,000518	0,000828	0,000104	0,000725	0,001657	0,012219
36				0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37				0,165234	0,165234	0,010459	0,01574	0,01001	0,00038	0,000621	0,003107	0,003038	0,000311	0,002313	0,002106	0,001898	0,000725	0,000794	0,000173	0,000276	3,45E-05	0,000242	0,000552	0,004073
38				0,330469	0,330469	0,020917	0,03148	0,02002	0,000759	0,001243	0,006213	0,006075	0,000621	0,004625	0,004211	0,003797	0,00145	0,001588	0,000345	0,000552	6,9E-05	0,000483	0,001105	0,008146
39				0,826172	0,826172	0,052294	0,078699	0,05005	0,001898	0,003107	0,015533	0,015188	0,001553	0,011563	0,010528	0,009492	0,003624	0,003969	0,000863	0,001381	0,000173	0,001208	0,002761	0,020365
40				0,660938	0,660938	0,041835	0,06296	0,04004	0,001519	0,002485	0,012426	0,01215	0,001243	0,009251	0,008422	0,007594	0,002899	0,003176	0,00069	0,001105	0,000138	0,000966	0,002209	0,016292
41				1,321875	1,321875	0,08367	0,125919	0,08008	0,003038	0,00497	0,024852	0,0243	0,002485	0,018501	0,016844	0,015188	0,005799	0,006351	0,001381	0,002209	0,000276	0,001933	0,004418	0,032584
42				0,660938	0,660938	0,041835	0,06296	0,04004	0,001519	0,002485	0,012426	0,01215	0,001243	0,009251	0,008422	0,007594	0,002899	0,003176	0,00069	0,001105	0,000138	0,000966	0,002209	0,016292
43				0,330469	0,330469	0,020917	0,03148	0,02002	0,000759	0,001243	0,006213	0,006075	0,000621	0,004625	0,004211	0,003797	0,00145	0,001588	0,000345	0,000552	6,9E-05	0,000483	0,001105	0,008146
44				0,165234	0,165234	0,010459	0,01574	0,01001	0,00038	0,000621	0,003107	0,003038	0,000311	0,002313	0,002106	0,001898	0,000725	0,000,						

La calibrazione del modello è stata condotta mediante l'utilizzo del software STATA, al fine di stimare i coefficienti associati ai diversi attributi e di valutarne la significatività statistica. Tale procedura ha permesso di validare la robustezza del modello e di identificare le variabili che influenzano in modo più rilevante le scelte modali degli utenti.

Dalla calibrazione del modello di domanda è emerso che, oltre alla significatività dei parametri legati ai livelli di servizio (tempo e costo), alcune variabili socio-demografiche rivestono un ruolo determinante. In particolare, per la moto risultano significative l'età, il genere e il titolo di studio; per l'auto privata, il numero di auto per componente familiare, l'età e il titolo di studio; mentre per il servizio di microtransit si evidenziano come significative il numero di auto per persona, il possesso della patente di guida, l'età e il titolo di studio.

In modo particolare, il livello di istruzione e l'età mostrano una correlazione significativa: all'aumentare del livello di istruzione e al diminuire dell'età, cresce la probabilità di scelta del microtransit, evidenziando come le fasce più giovani e con un più alto livello di formazione risultino maggiormente inclini all'adozione di soluzioni di mobilità innovative e flessibili.

4.7. VALIDAZIONE DELL'INDAGINE SULLA DOMANDA

Il passo successivo ha riguardato la validazione statistica del modello calibrato mediante il calcolo del *Root Mean Square Error percentage* (RMSE%). Tale indicatore consente di quantificare il grado di discrepanza tra i valori stimati dal modello e i dati di riferimento forniti dal PUMS, offrendo così una misura rigorosa della precisione predittiva del modello. Il calcolo dell'RMSE% ha permesso di valutare in maniera sistematica la replicabilità, la robustezza e l'efficacia complessiva del modello nel riprodurre accuratamente i flussi di mobilità osservati all'interno dell'area di studio. Questa fase di validazione riveste un ruolo cruciale, poiché garantisce che le stime successive della domanda e l'applicazione del modello a scenari futuri siano basate su un fondamento statistico solido, aumentando la credibilità dei risultati ottenuti e delle eventuali raccomandazioni di pianificazione urbana e trasportistica. In particolare, una validazione accurata tramite RMSE% consente di identificare eventuali scostamenti significativi tra domanda simulata e dati reali, indirizzando eventuali interventi di ricalibrazione del modello prima della fase di stima della matrice Origine/Destinazione giornaliera del microtransit. In questo modo, la metodologia assicura che il modello non solo riproduca fedelmente i flussi di mobilità esistenti, ma sia

anche in grado di supportare scenari progettuali e decisioni strategiche affidabili. In letteratura, valori di RMSE% pressoché pari a 0,2–0,3 sono generalmente considerati accettabili, poiché indicano un livello di affidabilità delle stime compreso tra “buono” e “sufficiente” (Normativa Neozelandese NZTA/2019 per lo sviluppo di modelli di trasporto) (Fig.31). Tale soglia consente di ritenere che le previsioni del modello siano coerenti con i dati osservati e, pertanto, idonee a supportare analisi successive di domanda e pianificazione del servizio. L'utilizzo di questo indicatore permette quindi di avere una misura quantitativa della bontà del modello, pur evidenziando la necessità di valutare attentamente eventuali anomalie nei dati che potrebbero influenzarne la precisione.

Di seguito si riporta l'espressione utilizzata per il calcolo dell'indicatore:

$$RMSE\% = \sqrt{\frac{\sum (f_i - \hat{f}_i)^2}{N - 1}} / \frac{\sum \hat{f}_i}{N}$$

In cui:

- f_i rappresenta il valore generico calcolato dal modello;
- $\hat{f}_i$ rappresenta il valore osservato;
- N è il numero di valori osservati.

STATISTIC	PURPOSE CATEGORY						
	A: REGIONAL	B: STRATEGIC NETWORK	C: URBAN AREA	D: NZ TRANSPORT AGENCY PROJECT	E: SMALL AREA /CORRIDOR	F: INTERSECTION / SHORT CORRIDOR	G: HIGH FLOW, SPEED, MULTI LANE
RMSE							
ACCEPTABLE	<30%	<25%	<20%	<17.5%	<15%	NA	NA
REQUIRES CLARIFICATION	30 -40%	25-35%	20-30%	17.5-27.5%	15-25%	NA	NA
UNLIKELY TO BE APPROPRIATE	>40%	>35%	>30%	>27.5%	>25%	NA	NA

Figura 31-Valori di soglia dell'indice RMSEP per la determinazione dell'attendibilità di risultati ottenuti da modello in confronto ai valori sperimentalmente osservati (dalla Normativa Neozelandese NZTA/2019 per lo sviluppo di modelli di trasporto)

Per la stima dell'indicatore RMSE%, si è fatto riferimento ai dati ottenuti dal modello relativi alle destinazioni esterne all'area di studio, confrontandoli con i valori forniti dal *Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (PUMS)* del Comune di Palermo. Il confronto è stato condotto considerando la matrice invernale del PUMS, in quanto le indagini RP ed SP, utilizzate per la calibrazione del modello, sono state effettuate nei mesi di novembre e

dicembre, periodo in cui si registrano condizioni di domanda e abitudini di mobilità più coerenti con il contesto analizzato. Le modalità di trasporto considerate nell'analisi comprendono il trasporto su strada (mezzi privati), le *slowmodes* (spostamenti a piedi e in bicicletta), il trasporto ferroviario e il trasporto tranviario. Tale approccio multimodale ha consentito di valutare la capacità del modello di riprodurre fedelmente la distribuzione spaziale della domanda su tutte le principali modalità di spostamento presenti nel contesto urbano. L'analisi è stata condotta considerando i giorni lavorativi (da lunedì a venerdì) e le fasce orarie di morbida (9:00–13:00 e 15:00–20:00), al fine di escludere i picchi di domanda tipici delle ore di punta e ottenere una rappresentazione più coerente con l'operatività del servizio di microtransit, previsto per le ore non di punta. Inoltre, al fine di semplificare l'analisi e migliorare la robustezza statistica dei risultati, si è proceduto a un accorpamento delle zone limitrofe caratterizzate da prossimità geografica e analoghe condizioni socio-economiche e funzionali. Tale procedura ha consentito di ridurre la variabilità interna e di garantire una maggiore stabilità delle stime di domanda, preservando al contempo la coerenza spaziale del modello (Tab. 35).

Tabella 35-Risultati della validazione del modello tramite l'indicatore RMSE%

	Modello (f_i) [pass/gg]	PUMS (f'_i) [pass/gg]	RMSE%
San Lorenzo+Strasburgo	2873,019141	3362,733	0,315509749
Stadio_Pol_Lib_Imp	4196,223047	4797,40	
Notarbartolo	675,2800781	1048,90	
Vespri	675,2800781	410,40	
Laurana	356,5617188	493,22	
Forum	356,5617188	260,08	
Baida	178,2808594	363,81	
Passo di Rigano	178,2808594	350,34	
EXT_Palermo	534,8425782	243,36	

Come si evince dalla tabella sopraesposta, il valore dell'RMSE% ottenuto è pari a 0,31, un risultato che si colloca entro la soglia comunemente accettata di affidabilità e accuratezza del modello. Tale valore, pur avvicinandosi al limite superiore del range considerato soddisfacente (0,2–0,3), indica comunque una buona capacità predittiva del modello e una coerenza complessiva tra i flussi stimati e quelli osservati, confermando la solidità del processo di calibrazione effettuato.

La validazione dei modelli di trasporto può essere condotta anche attraverso un confronto grafico tra i flussi osservati e quelli stimati dal modello. Tale confronto viene comunemente realizzato mediante diagrammi a dispersione, in cui sull'asse delle ascisse sono riportati i

valori osservati e sull'asse delle ordinate i corrispondenti valori calcolati dal modello. La disposizione dei punti lungo la retta a 45° rappresenta una condizione ideale di perfetta corrispondenza tra valori osservati e stimati, consentendo una valutazione immediata della bontà della calibrazione e dell'accuratezza complessiva del modello (Figura 32).

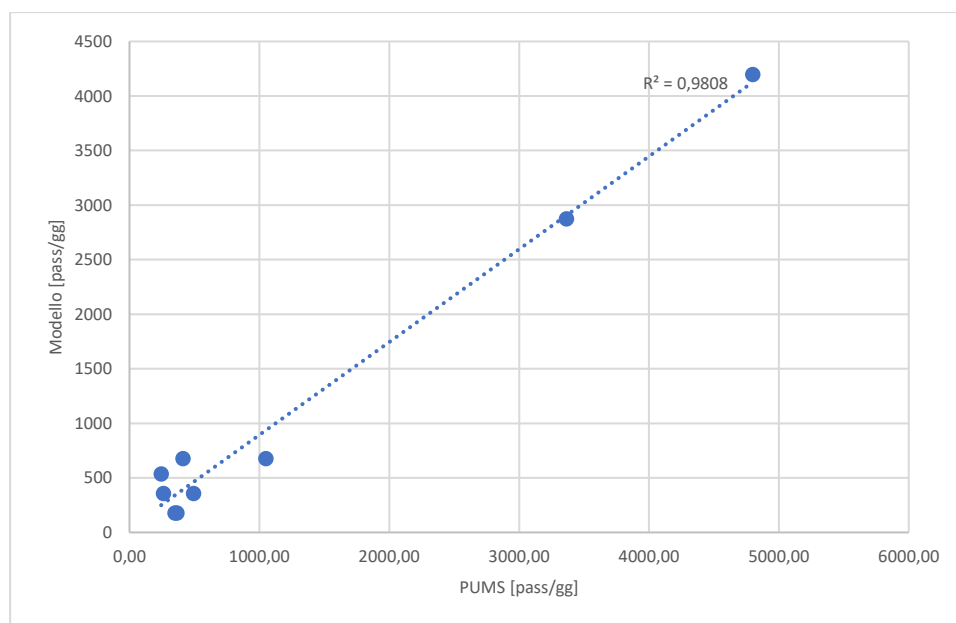


Figura 32-confronto statistico mediante diagramma a dispersione

4.8. COSTRUZIONE MATRICE O/D DEL SERVIZIO MICROTRANSIT

Applicando le probabilità di scelta del microtransit agli spostamenti non sistematici stimati dal modello di distribuzione, è stato possibile stimare la matrice Origine/Destinazione (O/D) giornaliera del servizio, successivamente assegnata alla rete di trasporto. Ai fini della stima, si è ipotizzato un tempo medio di attesa alla fermata pari a 10 minuti e una velocità commerciale del DRT di 20 km/h.

La matrice O/D rappresenta il risultato finale di un processo basato sull'integrazione di un modello di emissione e di un modello di distribuzione. Il primo ha consentito di stimare il numero di spostamenti occasionali potenziali emessi dai diversi centroidi localizzati all'interno e all'esterno dell'area di studio, mentre il secondo ha permesso di definire la distribuzione spaziale di tali spostamenti, ricostruendo così le relazioni di domanda di mobilità tra le diverse zone.

La matrice O/D è il risultato di un'analisi approfondita delle probabilità di scelta del microtransit per differenti categorie socio-economiche, tenendo conto di variabili chiave

quali età, livello di istruzione, genere e tariffa del servizio. Attraverso la calibrazione del modello di scelta modale, sono state calcolate probabilità di scelta differenziate per ciascuna combinazione delle caratteristiche socio-economiche considerate, includendo l'effetto della tariffa del servizio.

Al fine di valutare l'equità sociale del sistema tariffario, è stato introdotto un insieme di combinazioni tariffarie differenziate, concepite per riflettere le differenti capacità economiche e le specifiche esigenze di mobilità dei vari gruppi di utenti. In particolare, sono state considerate tariffe ridotte di 1 € e 1,50 € per le fasce di età 15–29 e oltre 60 anni, mentre tariffe più elevate di 2,50 € e 3 € sono state applicate alle fasce 30–44 e 45–59 anni.

Parallelamente, si è tenuto conto per le fasce d'età 15–29 e oltre 60 anni di un numero di auto per persona pari a 0,5 anziché 0,7, per tenere conto di una minore disponibilità dell'auto rispetto alle altre fasce. Tale approccio consente una valutazione esplicita dell'equità tariffaria, ponendo attenzione alle disparità socio-economiche e garantendo una maggiore accessibilità al servizio da parte delle categorie con minore capacità di spesa.

Pertanto, per ciascuna categoria socio-economica individuata, differenziata in base ai due generi, alla cinque fasce d'età e ai quattro titoli di studio è stata applicata la relativa combinazione tariffaria. Tale procedura ha consentito di stimare, per ogni segmento della popolazione, la matrice Origine/Destinazione (O/D) giornaliera del servizio di microtransit, integrato con il sistema di trasporto pubblico locale.

Il processo di stima ha condotto alla generazione di 80 matrici O/D distinte, ciascuna rappresentativa di uno specifico gruppo socio-economico, rendendo possibile un'analisi dettagliata delle variazioni spaziali e comportamentali nella domanda potenziale di trasporto in funzione delle caratteristiche demografiche e delle condizioni tariffarie associate. Di seguito si riportano alcuni esempi.



Università
degli Studi
di Palermo

Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



Tabella 36-Stralcio della matrice OD per la categoria uomo 15-29 anni con diploma di laurea e tariffa 1€

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
1			303	456	290	11	18	90	88	9	67	61	55	21	23	5	8	1	7	16	118	17	17	32	
2			6,33%	9,53%	6,06%	0,23%	0,38%	1,88%	1,84%	0,19%	1,40%	1,27%	1,15%	0,44%	0,48%	0,10%	0,17%	0,02%	0,15%	0,33%	2,47%	0,36%	0,36%	0,67%	
3	Uomo 15-29 Laurea DRT	1€	int	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360
4	2331	2,808984	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,017434	0,007141	0,007986	0,001838	0,002508	0,000314	0,002214	0,005021	0,037403	0,005368	0,005792	0,010114
5	2332	0,826172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005169	0,002116	0,002366	0,000544	0,000744	9,32E-05	0,000656	0,001542	0,01109	0,001592	0,001716	0,002999
6	2333	7,600781	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,043202	0,017873	0,020033	0,004636	0,006226	0,00078	0,005493	0,012925	0,092689	0,013323	0,014477	0,0251
7	2334	0,330469	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000842	0,000941	0,000216	0,000296	3,7E-05	0,00026	0	0	0,000631	0,000668	0,001189
8	2335	0,330469	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,000814	0,000912	0,00021	0,000285	3,57E-05	0,000251	0	0	0,000609	0,000659	0,001147
9	2336	0,826172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,005089	0,002085	0,002332	0,000537	0,00732	9,16E-05	0,000646	0,001518	0,010918	0,001566	0,001692	0,002952
10	2337	3,469922	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,021408	0,008798	0,009841	0,002264	0,003089	0,000387	0,002723	0,00639	0,04593	0,006605	0,007125	0,012442
11	2338	1,487109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,009025	0,003705	0,004146	0,000955	0,001296	0,000163	0,001146	0,002694	0,019362	0,002779	0,003004	0,005236
12	2339	1,487109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,009126	0,00374	0,004184	0,000964	0,001312	0,000164	0,001159	0,002723	0,019578	0,002809	0,003034	0,005293
13	2340	2,148047	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,012544	0,005161	0,005781	0,001336	0,001802	0,000226	0,001592	0,003749	0,026912	0,003859	0,004188	0,007273
14	2349	1,652344	0,057442	0,086461	0,055028	0	0	0,017485	0,016697	0,001707	0,012695	0,011552	0	0,004211	0,004713	0	0,001479	0,000185	0	0	0	0	0	0	0
15	2350	0,991406	0,033931	0,051081	0,032595	0,001208	0,001975	0,01033	0,009895	0,001008	0,007496	0,006818	0,006073	0	0,002809	0,000645	0	0	0,000771	0,001813	0,013044	0,00188	0,002025	0	0
16	2351	0,330469	0,011345	0,01708	0,010899	0,000404	0,000661	0,003454	0,003309	0,000337	0,002506	0,00228	0,002033	0,00084	0	0,000295	3,69E-05	0,000258	0,000606	0,004368	0,00063	0,000679	0,001186	0	0
17	2352	0,330469	0,01121	0,016875	0,010765	0,000399	0,000652	0,003414	0,003268	0,000333	0,002476	0,002253	0	0,000829	0	0,000291	3,63E-05	0,000254	0,000597	0	0	0	0	0	0
18	2353	0,165234	0,005563	0,008375	0,005344	0,000198	0,000324	0,001695	0,001622	0,000165	0,001118	0,000995	0	0,000461	0,000106	0	0	0,000126	0,000297	0,002136	0,000308	0	0	0	0
19	2354	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2355	0,165234	0,005145	0,007745	0,004937	0,000182	0,000298	0,001571	0,001498	0,000153	0,001137	0,001034	0	0,00038	0,000426	9,85E-05	0,000132	1,65E-05	0	0	0	0	0	0	0
21	2356	0,991406	0,034972	0,052641	0,033515	0	0	0,01064	0,01017	0,001039	0,007729	0,007033	0	0,002561	0,002865	0,000655	0,000901	0,000113	0	0	0	0	0	0	0
22	2357	2,478516	0,084668	0,127441	0,081111	0	0	0,025786	0,024612	0,002515	0,018712	0,017027	0	0,006219	0,006988	0	0,00218	0	0	0	0	0	0	0	0
23	2358	0,485703	0,017289	0,025957	0,010575	0,000614	0,001084	0,005255	0,005051	0,000513	0,003816	0,003471	0	0,001271	0,001424	0	0,000447	0	0	0	0	0	0	0	0
24	2359	1,932813	0,092046	0,104238	0,066431	0,002458	0,004022	0,021072	0,020162	0,002058	0,0153	0,013921	0	0,005088	0,0057	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	2360	0,826172	0,028031	0,042197	0,026899	0,000995	0,001628	0,008537	0,008164	0,000833	0,006133	0,005635	0	0,002316	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	2361	0,330469	0,010793	0,016249	0,010368	0,000384	0,000627	0,00329	0,003147	0,000321	0,002384	0,002169	0,001924	0	0,000897	0	0	0,000245	0,000575	0	0	0	0	0	0
27	2362	0,660938	0,022015	0,033142	0,02114	0,000782	0,001279	0,006708	0,006417	0,000654	0,004864	0,004424	0	0,001628	0	0,00057	0	0,000498	0	0	0	0	0	0	0
28	2363	0,165234	0,005586	0,008409	0,005364	0,000199	0,000325	0,001701	0,001628	0,000166	0,001234	0,001123	0	0,000413	0	0,000145	1,81E-05	0,000127	0	0	0	0	0	0	0
29	2364	0,165234	0,005775	0,008694	0,005547	0,000206	0,000336	0,001757	0,001684	0,000172	0,001276	0,001161	0,001032	0,000426	0	0,00015	1,88E-05	0,000131	0,000308	0	0	0	0	0	0
30	2365	0,330469	0,010908	0,016421	0,010479	0,000388	0,000634	0,003324	0,003181	0,000324	0,002409	0,002192	0,00195	0,000809	0,000911	0	0,000283	3,54E-05	0,000248	0,000583	0,004187	0	0,000652	0	
31	2366	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	2367	0,330469	0,01148	0,017282	0,011024	0,000409	0,000669	0,003493	0,003346	0,000341	0,002536	0,002307	0,002048	0,000847	0,00095	0	0,000298	3,72E-05	0,00026	0,000611	0	0	0	0	0
33	2368	1,156641	0,03958	0,059574	0,037906	0	0	0,012048	0	0,011175	0,008748	0,00796	0,006998	0,002882	0,00324	0,000745	0,00101	0,000126	0,000889	0,002089	0,015015	0,00216	0,002332	0,004067	
34	2369	0,485703	0,015528	0,023376	0,014917	0,000551	0,000903	0,004736	0,004528	0,000461	0,00343	0,00312	0,002753	0,001148	0,001293	0,000299	0,000399	5E-05	0,000349	0,000824	0,005919	0,000854	0,000928	0,001607	
35	2370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	2371	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	2372	0,330469	0,011317	0,017037	0,010872	0,000403	0,000662	0,003443	0,0033	0,000336	0,00253	0,002274	0,002012	0,000832	0,000935	0,000215	0,000292	3,65E-05	0,000255	0,000601	0,004328	0,000625	0,000674	0,011776	
38	2373	0,826172	0,027224	0,040986	0,026161	0,000969	0,001587	0,008291	0,007942	0,000809	0,006014	0,00547	0,004838	0,002006	0,002258	0,000521	0,000701	8,78E-05	0,000613	0,001445	0,010406	0,001502	0,001625	0,002828	
39	2374	0,165234	0,005716	0,008606	0,005492	0,000204	0,000333	0,001739	0,001667	0,00017	0,001283	0,001149	0,001017	0,00042	0,000472	0,000109	0,000147	1,85E-05	0,000129	0,000303	0,002187	0,000316	0,00034	0,000594	

Tabella 37-Stralcio della matrice OD per la categoria donna 60-74 anni con diploma di scuola superiore e tariffa 1,5€

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
1			303	456	290	11	18	90	88	9	67	61	55	21	23	5	8	1	7	16	118	17	17	32	
2			6,33%	9,53%	6,06%	0,23%	0,38%	1,88%	1,84%	0,19%	1,40%	1,27%	1,15%	0,44%	0,48%	0,10%	0,17%	0,02%	0,15%	0,33%	2,47%	0,36%	0,36%	0,67%	
3	Donna Lirico 60-74 DRT 1,5€	int	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	
4	2331	10,2375	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,040987	0,021062	0,023869	0,005381	0,007186	0,000893	0,005756	0,012599	0,087975	0,014476	0,015296	0,026713
5	2332	2,34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,009352	0,004855	0,005503	0,001237	0,001658	0,000206	0,00132	0,002877	0,020075	0,003327	0,003504	0,006132
6	2333	21,645	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,062214	0,039643	0,045377	0,009796	0,013366	0,001643	0,009588	0,01952	0,133588	0,025059	0,025422	0,045215
7	2334	0,585	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,001152	0,001329	0,000268	0,00039	4,73E-05	0,000246	0	0,00067	0,000643	0,001179	
8	2335	3,2175	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006131	0,007036	0,001455	0,00207	0,000252	0,001356	0	0,00369	0,00336	0,00647	
9	2336	8,2025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,015603	0,007773	0,008002	0,001999	0,02651	0,000323	0,001524	0,04782	0,03348	0,00536	0,005746	0,00991
10	2337	8,19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,025962	0,016463	0,018801	0,004036	0,005594	0,006087	0,004005	0,008134	0,055747	0,010474	0,010558	0,019838
11	2338	3,8025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,014455	0,007613	0,00864	0,001941	0,002591	0,003022	0,002052	0,004456	0,031028	0,005181	0,005487	0,009532
12	2339	4,095	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,016714	0,008334	0,009439	0,002144	0,002842	0,003034	0,002213	0,005123	0,035874	0,007863	0,006139	0,010706
13	2340	6,435	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,025234	0,012395	0,004015	0,003216	0,002047	0,000524	0,003459	0,007729	0,054156	0,005817	0,009257	0,015867
14	2349	4,9725	0,111206	0,165114	0,086916			0,03167	0,025672	0,002327	0,025478	0,02393		0,008326	0,010418			0,002741	0,003039						
15	2350	6,435	0,174666	0,26271	0,155249	0,00593	0,00978	0,05767	0,050468	0,005148	0,038676	0,035242	0,025732		0,011219	0,02675			0,003505	0,002781	0,045065	0,006231	0,006462		
16	2351	4,085	0,112246	0,168685	0,10689	0,003875	0,00568	0,034477	0,032404	0,003333	0,024828	0,023607		0,017798	0,008077			0,002734	0,003032	0,002296	0,004423	0,035617	0,004774	0,003521	0,008873
17	2352	0,8775	0,0229	0,033479	0,012025		0,002109	0,007072	0,006384	0,000678	0,005095	0,004466		0,001393	0			0,000456	5,58E-05	0,000401	0,001798	0	0	0	0
18	2353	1,17	0,030965	0,046557	0,021933	0,01036	0,0174	0,009532	0,008816	0,000918	0,006862	0,006257	0,002498		0,0020487	0,000439			0,000617	0,001238	0,008043	0,001081	0	0	0
19	2354	0,2925	0,008029	0,012065	0,007486	0,006263	0,000437	0,002472	0,002263	0,000238	0,001782	0,001627	0,001021		0,0006027	0,000101			0,000152	0,000318	0	0	0	0	0
20	2355	0,585	0,012561	0,018751	0,010584	0,003253	0,000564	0,003936	0,003155	0,000369	0,002837	0,002624		0,000946	0,001123	0,001917	0,000313	3,67E-05	0	0	0	0	0	0	0
21	2356	4,095	0,065202	0,14316	0,07045			0,030307	0,022822	0,002809	0,02195	0,020454		0,007197	0,001867	0,0001359	0,002384	0,000272		0	0	0	0	0	0
22	2357	8,4825	0,185103	0,274792	0,144367			0,055854	0,042631	0,003587	0,042428	0,039695		0,012306	0,005671		0,003975	0	0	0	0	0	0	0	0
23	2358	0,8775	0,022718	0,034015	0,002026	0,000651	0,001111	0,00705	0,006066	0,00067	0,005059	0,004679		0,001224	0,001543		0,000399	0	0	0	0	0	0	0	0
24	2359	6,1425	0,154041	0,230148	0,131949	0,041019	0,0071	0,04803	0,039264	0,004526	0,030478	0,032044		0,007812	0,011013										
25	2360	3,2175	0,078677	0,117624	0,067794	0,010268	0,005987	0,024517	0,020269	0,002314	0,017697	0,016318		0	0,005367		0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	2361	0,2925	0,007632	0,010111	0,006771	0,000261	0,000091	0,002845	0,000217	0,000163	0,000142	0,000153	0,000855		0,000505		0	0	0	0	0,001012	0,002629	0	0	0
27	2362	2,34	0,086633	0,08795	0,052875	0,01769	0,000587	0,018168	0,015569	0,001733	0,001399	0,011999		0,003307	0		0,001066	0	0,00094	0	0	0	0	0	0
28	2363	0,585	0,015078	0,026224	0,013728	0,000466	0,000783	0,004652	0,004133	0,000446	0,000336	0,003076		0,000885	0		0,000288	3,16E-05	0,000253	0	0	0	0	0	0
29	2364	0,2925	0,008074	0,012093	0,007511	0,000264	0,000438	0,002477	0,002227	0,000239	0,001786	0,00163	0,001034	0,000526	0		0,001075	2,02E-05	0,001054	0,000322	0	0	0	0	0
30	2365	1,755	0,045387	0,068248	0,042762	0,015253	0,002518	0,013978	0,012943	0,001346	0,010056	0,009168	0,006385	0,001008	0,002551		0,001037	0,001022	0,00091	0,001971	0,012026		0,001669	0	
31	2366	0,2925	0,007654	0,011488	0,00701	0,00024	0,000042	0,002364	0,002133	0,000226	0,001704	0,001558		0,000461	0,0008		0,00015	1,67E-05	0,00013	0,000262	0	0	0	0	0
32	2367	1,17	0,0135187	0,047434	0,029136	0,01008	0,001621	0,009757	0,008792	0,000937	0,007023	0,006419	0,003729	0,001984	0,001969		0,0006054	7,4E-05	0,000575	0,001168	0	0	0	0	0
33	2368	2,34	0,05016	0,073484	0,038564	0	0,016404		0,015513	0,010812	0,008077	0,006415	0,0001034	0,000966	0,001564	0,000192	0,00211	0,002709	0,018846	0,002947	0,003242	0,002297	0,003353	0,000555	0,000552
34	2369	0,2925	0,006917	0,013038	0,006341	0,000217	0,000347	0,002145	0,001912	0,000206	0,001539	0,001408	0,001119	0,000513		0,00056	9,36E-05	0,000127	2,99E-05	0,000151	0,000342	0,002234	0,002099	0,003333	0,000555
35	2370	0																							
36	2371	0,2925	0,007669	0,011431	0,00707	0,000247	0,000397	0,002352	0,002332	0,00136	0,000226	0,001498	0,001543	0,001263	0,000565	0,000622	0,000113	0,000191	0,000124	0,000167	0,000384	0,002572	0,00351	0,000386	0,000654
37	2372	0,2925	0,006006	0,0102407	0,007637	0,000728	0,000453	0,002458	0,002316	0,000238	0,001712	0,001612	0,001394	0,000598	0,000673	0,001048	0,000204	2,54E-05	0,000179	0,000468	0,002096	0,002421	0,000464	0,000601	0,000791
38	2373	3,2175	0,084425	0,127088	0,080976	0,02965	0,004843	0,029525	0,024374	0,002507	0,018653	0,016969	0,014829	0,006333	0,007173	0,001651	0,002155	0,00027	0,000186	0,000468	0,031772	0,004565	0,005056	0,005056	0,005056
39	2374	1,4625	0,040791	0,061408	0,039172	0,014439	0,002356	0,012504	0,01189	0,001211	0,009011	0,008196	0,007192	0,00305	0,003432	0,000801	0,001041	0,003131	0,000913	0,002163	0,015446	0,002225	0,002454	0,002454	0,014148
40	2349	5,265	0	0	0	0	0	0,006156	0	0	0	0	0	0,023473	0,01092	0,002338	0,002838	0,003740	0,000466	0,001341	0,007141	0,050372	0,007758	0,00838	0,014148

Tabella 38-Stralcio della matrice OD per la categoria donna 30-44 anni con diploma di licenza media e tariffa 2,5€

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1		1.497	3.03	4.56	290	11	18	90	88	9	47	61	75	21	23	5	8	1	7	16	118	17	17	32
2			6.33%	9.53%	6.06%	0.23%	0.38%	1.88%	1.84%	0.19%	1.40%	1.27%	1.15%	0.44%	0.48%	0.10%	0.17%	0.02%	0.15%	0.33%	2.47%	0.36%	0.36%	0.67%
3	Donan 30-44 Mede DRT 2.56	int	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360
4	2331	6.399844	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.023799	0.011474	0.01155	0.007272	0.003389	0.000426	0.003009	0.007199	0.050972	0.007285	0.006264	0.013738
5	2332	147109	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.005156	0.002206	0.002504	0.000621	0.000736	9.22E-05	0.000553	0.001582	0.001581	0.001782	0.002681	0.002681
6	2333	1421016	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.042831	0.018462	0.021003	0.005072	0.000676	0.000766	0.005423	0.003005	0.009189	0.013131	0.014096	0.024764
7	2334	0.826172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001215	0.001379	0.003313	0.000405	5.08E-05	0.000359	0	0	0.00087	0.000987	0.016141	0.016141
8	2335	0.826172	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.001154	0.001311	0.003015	0.000383	4.8E-05	0.00034	0	0	0.000824	0.000937	0.015553	0.015553
9	2336	1.321875	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.004471	0.001916	0.002175	0.000522	0.000638	7.99E-05	0.000566	0.001355	0.009592	0.001371	0.001556	0.02585
10	2337	6.399844	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.023647	0.013131	0.015504	0.002762	0.003374	0.000423	0.002995	0.007166	0.050733	0.007252	0.008229	0.013677
11	2338	2.974219	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.009845	0.004223	0.004797	0.001153	0.001404	0.000176	0.001247	0.002985	0.021121	0.003018	0.00343	0.006682
12	2339	3.635156	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.012225	0.00524	0.00595	0.001413	0.001743	0.000219	0.001548	0.003705	0.026228	0.003748	0.004256	0.007569
13	2340	5.783203	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.018048	0.007764	0.008827	0.001219	0.002572	0.003323	0.002285	0.004477	0.038721	0.005532	0.006307	0.010433
14	2349	3.803931	0.077008	0.109979	0.070921	0	0.022784	0.021552	0.002191	0.016276	0.0148	0	0.005608	0.003637	0	0.001899	0.000234	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
15	2350	2.80884	0.053090	0.078902	0.051083	0.001865	0.003048	0.016107	0.015377	0.017171	0.010548	0	0.004825	0.003017	0.004652	0.001117	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
16	2351	0.497109	0.028213	0.04348	0.027157	0.000992	0.001652	0.008724	0.008246	0.000839	0.002929	0.000564	0.005014	0.002179	0	0.000726	9.1E-05	0.000635	0.000192	0.010797	0.00156	0.001764	0.002937	
17	2352	0.497109	0.002935	0.004005	0.000889	0.00233	0.000531	0.002657	0.002699	0.00275	0.002039	0.001854	0	0.000714	0	0.000237	2.98E-05	0.000208	0.000497	0	0	0	0	0
18	2353	0.826172	0.015216	0.029921	0.014648	0.000353	0.000874	0.007478	0.004447	0.004542	0.00336	0.00305	0.002703	0	0.001337	0.000331	0	0.000342	0.00082	0.00582	0.00084	0	0	0
19	2354	0.303469	0.004605	0.006989	0.006194	0.000226	0.00307	0.001989	0.00188	0.00191	0.001421	0.002392	0.001144	0	0.000563	0.000125	0	0.000145	0.000346	0	0	0	0	0
20	2355	0.660938	0.010851	0.016338	0.010446	0.000381	0.000622	0.003363	0.003172	0.003283	0.002396	0.002178	0	0.000831	0.000946	0.000229	0.000274	3.44E-05	0	0	0	0	0	0
21	2356	0.319453	0.062247	0.093723	0.058984	0	0.019234	0.018184	0.00815	0.013745	0.012499	0	0.004732	0.003569	0.001286	0.001579	0.000198	0	0	0	0	0	0	0
22	2357	5.122666	0.096715	0.145622	0.093065	0	0.029911	0.028255	0.002875	0.021336	0.019419	0	0.007792	0.008396	0	0.00246	0	0	0	0	0	0	0	0
23	2358	0.826172	0.010441	0.020151	0.015438	0.000564	0.000922	0.004958	0.004687	0.004477	0.003542	0.003221	0	0.001235	0.001404	0	0.000412	0	0	0	0	0	0	0
24	2359	0.304688	0.064547	0.097002	0.062012	0.002266	0.003704	0.019196	0.01828	0.001915	0.014228	0.012938	0	0.004598	0.005652	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	2360	2.478151	0.045229	0.059691	0.044481	0.001629	0.002556	0.014292	0.013589	0.013774	0.010521	0.009625	0	0.004404	0.005404	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
26	2361	0.690349	0.05815	0.055985	0.005598	0.000204	0.000334	0.0018	0.0017	0.001713	0.001284	0.001167	0.001032	0	0.000512	0	0	0.000131	0.000313	0	0	0	0	0
27	2362	1.156641	0.029697	0.03157	0.021813	0.000137	0.001204	0.004649	0.006128	0.000623	0.004649	0.004209	0	0.001622	0	0.000539	0.00039	0.000471	0	0	0	0	0	0
28	2363	0.303469	0.006125	0.009222	0.005896	0.000215	0.000352	0.001895	0.01979	0.000861	0.001352	0.00123	0	0.0004743	0	0.000157	1.97E-05	0.000138	0	0	0	0	0	0
29	2364	0.165234	0.003223	0.004085	0.003102	0.001113	0.00185	0.000987	0.009432	9.58E-05	0.000712	0.000647	0.000573	0.000249	0	0.829E-05	1.04E-05	7.25E-05	0.000173	0	0	0	0	0
30	2365	0.826172	0.014767	0.022235	0.014216	0.000519	0.000848	0.004571	0.004316	0.00336	0.002664	0.002623	0.001144	0.003118	0	0.000000	3.47E-05	0.000332	0.000796	0.005647	0	0.000925	0	0
31	2366	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
32	2367	0.660938	0.01277	0.019228	0.012291	0.000449	0.000736	0.003946	0.003732	0.000379	0.002082	0.002564	0.002268	0.000985	0.001125	0	0.000328	4.12E-05	0.000287	0.000687	0	0	0	0
33	2368	2.148047	0.040679	0.061249	0.039142	0	0.012564	0	0.001208	0.008982	0.006168	0.007079	0.003052	0.003492	0.000839	0.001014	0.00117	0.000896	0.002146	0.015188	0.002181	0.002471	0.004107	0.004107
34	2369	0.495073	0.005021	0.012349	0.007896	0.000288	0.000472	0.002539	0.002398	0.000244	0.001811	0.001646	0.001347	0.000629	0.000772	0.001474	0.000208	0.002107	0.000182	0.000347	0.003095	0.000447	0.000541	0.000842
35	2370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
36	2371	0.165234	0.003023	0.004051	0.002191	0.000106	0.001174	0.000934	0.000883	8.98E-05	0.000667	0.000607	0.00053	0.000231	0.000265	6.36E-05	7.67E-05	9.62E-06	6.71E-05	0.000611	0.000142	0.000165	0.000187	0.000311
37	2372	0.303469	0.006246	0.004504	0.006012	0.00022	0.00036	0.00191	0.01825	0.00185	0.001379	0.001254	0.001096	0.000747	0.000545	0.000159	0.000195	0.000139	0.000332	0.002361	0.000341	0.000396	0.000642	0.000642
38	2373	0.139453	0.05908	0.08364	0.053904	0.001968	0.002324	0.017315	0.016367	0.001663	0.012362	0.00114	0.000982	0.000485	0.004907	0.001182	0.000421	0.000178	0.001243	0.00298	0.0215	0.003056	0.003469	0.005754
39	2374	0.991406	0.01909	0.028606	0.018326	0.000607	0.001097	0.00588	0.005564	0.000565	0.004204	0.003822	0.003343	0.001452	0.001661	0.000999	0.000484	0.000615	0.000423	0.001013	0.007198	0.0014	0.001176	0.001915

Tabella 39-Stralcio della matrice OD per la categoria uomo 45-59 anni con licenza elementare e tariffa 3€

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X
1			303	456	290	11	18	90	88	9	67	61	55	21	23	5	8	1	7	16	118	17	17	32
2			633%	953%	606%	023%	038%	188%	184%	019%	140%	127%	115%	044%	048%	010%	017%	002%	015%	033%	247%	036%	036%	067%
3	Uomo Elementare	Int	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360
4	45-59 DRT 36		2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360
5	2331	3.159483					0	0	0	0	0	0	0.008732	0.003774	0.004298	0.001041	0.001244	0.000136	0.001106	0.002654	0.018735	0.002677	0.003056	0.005048
6	2332	0.0281127	0.003112	0.002269	0.001446	0.00077	0.000146	0.000077	0.000032	0.000022	0.000016	0.000011	0.000007	0.000004	0.000002	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001	0.000001
7	2333	0.669375					0	0	0	0	0	0	0.016024	0.006977	0.007951	0.000136	0.002283	0.000206	0.002929	0.004688	0.034379	0.004913	0.005661	0.009188
8	2334	0.330469					0	0	0.003939	0.004054	0.00011	0.000131	0.65E-05	0.000117	0	0	0	0	0	0	0.002083	0.003023	0.005333	
9	2335	0.330469					0	0	0	0	0	0	0.000377	0.000429	0.000104	0.000124	1.55E-05	0.00011	0	0	0.000266	0.003006	0.005002	
10	2336	0.669398					0	0	0	0	0	0	0.001815	0.000785	0.000894	0.000217	0.000258	3.24E-05	0.00023	0.000552	0.003893	0.000556	0.006308	0.01049
11	2337	2.974219					0	0	0	0	0	0	0.008226	0.00356	0.004054	0.000982	0.001173	0.000147	0.001042	0.002501	0.017648	0.005283	0.00289	0.04758
12	2338	1.321875					0	0	0	0.003545	0.00153	0.001749	0.000424	0.000505	6.33E-05	0.000449	0.000178	0.007066	0.000127	0.001247	0.00205			
13	2339	1.321875					0	0	0.003607	0.00156	0.001777	0.000431	0.000514	6.44E-05	0.000457	0.000197	0.000739	0.001105	0.001268	0.00285				
14	2340	2.148047					0	0	0	0	0	0	0.005409	0.002374	0.002676	0.000651	0.00077	9.66E-05	0.000685	0.001646	0.011605	0.001657	0.01907	0.02016
15	2349	1.817878	0.026986	0.04321	0.02761	0	0	0.008899	0.003682	0.000853	0.006337	0.057862	0	0.0022	0.002505	0	0.000725	9.99E-05	0	0	0	0	0	0
16	2350	1.487108	0.022611	0.03435	0.021879	0.000891	0.001308	0.007178	0.00617	0.00067	0.005017	0.04457	0.004042	0.002123	0.000293	0	0.0005	0.001231	0.000877	0.001253	0.01433	0	0	0
17	2351	0.669398	0.010194	0.01535	0.009817	0.000358	0.000585	0.002162	0.000361	0.000303	0.002251	0.002046	0.001009	0.00079	0.00012	0	0.002	0.000282	0.000229	0.00055	0.003896	0.005653	0.00642	0.01006
18	2352	0.330469	0.04998	0.07525	0.04812	0.000175	0.000286	0.001551	0.001461	0.001149	0.00109	0.00103	0.00103	0.000389	0	0	0.000128	1.61E-05	0.000112	0.000269	0	0	0	0
19	2353	0.330469	0.04937	0.07143	0.04544	0.000173	0.000283	0.001532	0.001444	0.001147	0.00109	0.000991	0.000875	0	0.000439	0.000106	0	0.000111	0.000266	0.001884	0.002072	0	0	0
20	2354	0.165234	0.002621	0.003947	0.002524	9.2E-05	0.00015	0.000813	0.000776	7.79E-05	0.000579	0.000526	0.000465	0	0.000232	5.61E-05	0	0.589E-05	0.000141	0	0	0	0	0
21	2355	0.330469	0.04363	0.006569	0.002401	0.000153	0.00025	0.001336	0.001273	0.001093	0.000963	0.000876	0	0.000336	0.000384	9.35E-05	0.00011	1.38E-05	0	0	0	0	0	0
22	2356	1.321875	0.021378	0.032188	0.020569	0	0	0.006627	0.006245	0.000635	0.00472	0.004292	0	0.001637	0.001864	0.00045	0.000541	6.78E-05	0	0	0	0	0	0
23	2357	2.478516	0.038015	0.052399	0.036567	0	0	0.011793	0.011104	0.00113	0.008394	0.007632	0	0.002927	0.003335	0	0.000964	0	0	0	0	0	0	0
24	2358	0.495703	0.007839	0.011805	0.007436	0.000275	0.000449	0.00243	0.002291	0.002023	0.001731	0.001574	0	0.001706	0.000609	0.000094	0.0002001	0	0	0	0	0	0	0
25	2359	1.817878	0.028871	0.043472	0.02778	0.001012	0.001655	0.008952	0.008438	0.000685	0.006375	0.057996	0	0.002238	0.002546	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	2360	0.01486	0.01501	0.022691	0.01446	0.0006	0.0006	0.00046	0.00033	0.000287	0.00013	0.000134	0	0.001313	0	0.000314	0	0	0	0	0	0	0	0
27	2361	0.330469	0.0047	0.077077	0.008428	0.000169	0.000248	0.001459	0.001374	0.00114	0.001038	0.000943	0.000832	0	0.000419	0	0	0.000105	0.000253	0	0	0	0	0
28	2362	0.821672	0.012131	0.018267	0.011682	0.000425	0.000595	0.003765	0.003347	0.003061	0.002678	0.002435	0	0.000946	0	0.000311	0	0.000272	0	0	0	0	0	0
29	2363	0.165234	0.002485	0.003742	0.002393	8.71E-05	0.000142	0.000771	0.000727	7.39E-05	0.000549	0.000499	0	0.000194	0	0	6.37E-05	7.99E-06	5.57E-05	0	0	0	0	0
30	2364	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
31	2365	0.495703	0.00717	0.010796	0.006905	0.000251	0.000411	0.002226	0.002097	0.002013	0.001583	0.001439	0.001271	0.000506	0.000647	0	0.000184	2.31E-05	0.000161	0.000387	0.002737	0	0.000452	0
32	2366	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
33	2367	0.330469	0.005198	0.007827	0.005005	0.000182	0.000299	0.001611	0.00152	0.001054	0.001148	0.001043	0.000921	0.000544	0.000163	0.000463	0.000133	1.67E-05	0.000117	0.00028	0	0	0	0
34	2368	1.321875	0.020339	0.030624	0.019567	0	0	0.006302	0	0.000604	0.000449	0.004084	0.000329	0.001356	0.001734	0.000407	0.000505	6.34E-05	0.000447	0.000173	0.000751	0.001087	0.001243	0.002047
35	2369	0.330469	0.0044	0.006625	0.004238	0.000154	0.000252	0.001366	0.001287	0.00131	0.000971	0.000883	0.000769	0.000034	0.000391	9.52E-05	0.000111	1.4E-05	9.73E-05	0.000234	0.001657	0.000239	0.000275	0.000451
36	2370	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
37	2371	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
38	2372	0.330469	0.00507	0.007643	0.004888	0.000178	0.000292	0.001573	0.001484	0.000151	0.001121	0.001019	0.000898	0.00039	0.000408	0.000109	0.000129	1.61E-05	0.000112	0.00027	0.000195	0.000277	0.000316	0.000521
39	2373	1.321875	0.019074	0.028721	0.018337	0.000669	0.001096	0.005915	0.005878	0.000566	0.000421	0.003828	0.003388	0.001447	0.00189	0.000411	0.000483	6.50E-05	0.000422	0.001016	0.001791	0.001039	0.001191	0.001957
40	2374	0.495703	0.007746	0.011664	0.00746	0.000272	0.000445	0.0024	0.002265	0.00023	0.00171	0.001555	0.001357	0.000595	0.000683	0.000166	0.000196	2.46E-05	0.000172	0.000414	0.000293	0.000422	0.000482	0.000795
41	2375	1.321875				0	0.001215	0	0	0	0	0	0.003679	0.00159	0.00181	0.000348	0.000524	6.57E-05	0.000466	0.001118	0.007893	0.001127	0.01292	0.02122

Una volta completata la stima delle matrici Origine/Destinazione per ciascun gruppo socio-economico, è stato possibile procedere all'aggregazione dei risultati al fine di ottenere le matrici complessive relative al genere. In particolare, sono state ricostruite le matrici totali per la popolazione femminile e per quella maschile, distinguendo i risultati in funzione delle quattro tariffe considerate (1€, 1,5€, 2,5€ e 3€). A seguito di tale operazione, il numero complessivo di matrici si è ridotto a 8, consentendo una visione sintetica ma rappresentativa



della distribuzione della domanda potenziale di microtransit per ciascuna combinazione tariffaria e genere.

Tabella 40-Stralcio della matrice OD aggregata per la categoria uomo e tariffa 1€

	303	456	290	11	18	90	88	9	67	61	55	21	23	5	8	1	7	16	118	17	17	32
	6,33%	9,53%	6,06%	0,23%	0,38%	1,88%	1,84%	0,19%	1,40%	1,27%	1,15%	0,44%	0,48%	0,10%	0,17%	0,02%	0,15%	0,33%	2,47%	0,36%	0,36%	0,67%
Uomo DRT 1€	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360
2331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2339	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2349	0,751569	1,123988	0,662766	0	0	0,233471	0,199221	0,022117	0,169104	0,156158	0	0,055856	0,065596	0	0,018929	0,00227	0	0	0	0	0	0
2350	0,708733	1,065483	0,666824	0,02391	0,039446	0,21774	0,201856	0,021018	0,157137	0,143337	0,107735	0	0,05689	0,01143	0	0	0,014572	0,032754	0,21814	0,030605	0,031618	0
2351	0,489193	0,735721	0,462694	0,06671	0,027457	0,15024	0,140151	0,014516	0,08347	0,098749	0,076065	0,034405	0	0	0,011672	0,001417	0,010229	0,023121	0,154416	0,021177	0,023186	0,03954
2352	0,162149	0,243392	0,149193	0,005232	0,008692	0,05	0,045046	0,004796	0,036121	0,030377	0	0,010459	0	0	0,003525	0,000419	0,003094	0,006777	0	0	0	0
2353	0,116568	0,175286	0,109979	0,00395	0,006514	0,035799	0,033301	0,003458	0,025828	0,023546	0,017807	0	0,009405	0,001889	0	0	0,002409	0,005414	0,036049	0,005058	0	0
2354	0,041028	0,061603	0,037877	0,001326	0,002205	0,012639	0,011437	0,001214	0,009127	0,008346	0,00549	0	0,003144	0,000565	0	0	0,000778	0,001683	0	0	0	0
2355	0,091082	0,136389	0,081348	0,002765	0,004635	0,028292	0,024477	0,002685	0,020414	0,018785	0	0,006816	0,00795	0,001587	0,002294	0,000277	0	0	0	0	0	0
2356	0,519533	0,77683	0,456915	0	0	0,161428	0,137296	0,015284	0,116952	0,108039	0	0,038598	0,045367	0,0087	0,013081	0,001566	0	0	0	0	0	0
2357	1,311023	1,95879	1,141625	0	0	0,408524	0,342653	0,038525	0,29576	0,273702	0	0,092066	0,110096	0	0,030915	0	0	0	0	0	0	0
2358	0,175584	0,263715	0,163033	0,00578	0,009974	0,053938	0,049274	0,0052	0,03903	0,03674	0	0,01178	0,013607	0	0,004017	0	0	0	0	0	0	0
2359	0,884272	1,326505	0,802287	0,027848	0,046413	0,273054	0,241875	0,026114	0,197613	0,181431	0	0,0566	0,068607	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2360	0,395412	0,592591	0,357108	0,012299	0,020544	0,122326	0,107591	0,011672	0,088428	0,081229	0	0	0,029782	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2361	0,09116	0,136967	0,085055	0,003024	0,005002	0,028041	0,025721	0,002701	0,020243	0,018488	0,013508	0	0,00718	0	0	0	0,001827	0,004101	0	0	0	0
2362	0,365433	0,548299	0,334842	0,011674	0,019426	0,112821	0,101041	0,010806	0,081458	0,074625	0	0,023254	0	0	0,007809	0	0	0,006855	0	0	0	0
2363	0,096508	0,144846	0,08964	0,003089	0,005142	0,022975	0,02675	0,002855	0,021492	0,019672	0	0,006127	0	0	0,002054	0,000242	0,001804	0	0	0	0	0
2364	0,047535	0,071539	0,045421	0,001664	0,002728	0,014543	0,013777	0,001412	0,010509	0,009565	0,007998	0,003453	0	0	0,001192	0,000147	0,001044	0,002408	0	0	0	0
2365	0,286721	0,448724	0,277791	0,009826	0,016276	0,020271	0,08401	0,008848	0,066375	0,060649	0,042542	0,019305	0,01835	0	0,001192	0,000081	0,005878	0,013001	0,084676	0	0,012543	0
2366	0,034023	0,058089	0,029462	0,00098	0,001652	0,008836	0,009099	0,007686	0,00712	0	0,001878	0,001777	0	0	0,000622	7,17E-05	0,000547	0,001148	0	0	0	0
2367	0,113988	0,171266	0,106346	0,003783	0,006137	0,035059	0,032158	0,003383	0,025312	0,023116	0,016824	0,007678	0,008219	0	0,002613	0,000315	0,002291	0,00511	0	0	0	0
2368	0,466589	0,698445	0,416329	0	0	0,146397	0	0,019309	0,014707	0,096476	0,062032	0,042502	0,008952	0,013117	0,001623	0,010933	0,024846	0,176028	0,026193	0,028634	0,049134	0
2369	0,12954	0,194857	0,122873	0,004445	0,007249	0,039783	0,037234	0,003849	0,028677	0,026128	0,02239	0,009621	0,010767	0,00235	0,003295	0,000409	0,002884	0,006746	0,047366	0,007384	0,007388	0,012648
2370	0,015483	0,023297	0,014475	0,000535	0,000872	0,004758	0,004472	0,00046	0,003424	0,003118	0,002688	0,001157	0,001302	0,000284	0,000394	4,91E-05	0,000345	0,000811	0,005696	0,000809	0,000893	0,001519
2371	0,069496	0,104345	0,064125	0,002238	0,003607	0,021517	0,01936	0,002066	0,015459	0,014377	0,011441	0,005131	0,005622	0,001069	0,001739	0,000212	0,001524	0,003475	0,023377	0,00332	0,003537	0,006015
2372	0,136971	0,206011	0,129723	0,004696	0,007647	0,042022	0,039302	0,00407	0,030331	0,027641	0,023649	0,011034	0,011311	0,002443	0,003487	0,000433	0,003052	0,007117	0,049943	0,007089	0,007743	0,013132
2373	0,47413	0,713626	0,45377	0,016597	0,027122	0,145379	0,137667	0,014082	0,104794	0,095362	0,083129	0,035377	0,039907	0,009046	0,012113	0,001513	0,010599	0,025014	0,1776	0,025453	0,028015	0,047865
2374	0,21905	0,329735	0,21093	0,007708	0,012607	0,067089	0,063737	0,006506	0,048401	0,044035	0,03856	0,016326	0,018432	0,004222	0,005606	0,000701	0,004905	0,011589	0,082608	0,011871	0,013042	0,022333
2549	0	0	0	0	0,032704	0	0	0	0	0	0,112838	0,051973	0,058683	0,013343	0,017876	0,002226	0,014952	0,034149	0,242129	0,036512	0,039645	0,068823

Tabella 41-Stralcio della matrice OD aggregata per la categoria uomo e tariffa 2,5€

	303	456	290	11	18	90	88	9	67	61	55	21	23	5	8	1	7	16	118	17	17	32	3	
	6,33%	9,53%	6,06%	0,23%	0,38%	1,88%	1,84%	0,19%	1,40%	1,27%	1,15%	0,44%	0,48%	0,10%	0,17%	0,02%	0,15%	0,33%	2,47%	0,36%	0,36%	0,67%	0,06%	
Uomo DRT 2,5€	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	
2331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,164567	0,076049	0,080141	0,019169	0,023606	0,002959	0,0209	0,048846	0,33307	0,059656	0,057226	0,095474	0,00889
2332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,030126	0,01296	0,014702	0,003515	0,00433	0,000543	0,009217	0,064634	0,009287	0,07226	0,017499	0,00163	
2333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2867	0,124745	0,141834	0,034091	0,041373	0,005185	0,036534	0,087092	0,61511	0,088649	0,106773	0,166974	0,015576
2334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,007486	0,008495	0,002025	0,002502	0,000313	0,002199	0	0	0,003545	0,000616	0,010058	0,000941	0
2335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,007355	0,008354	0,001998	0,00245	0,000307	0,002157	0	0	0,00524	0,000918	0,009863	0,000922	0
2336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,034309	0,014726	0,016709	0,004	0,004916	0,000616	0,004355	0,010393	0,073607	0,010553	0,011935	0,019893	0,001852
2337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,14526	0,062829	0,071292	0,017033	0,020984	0,002629	0,018516	0,044037	0,311653	0,044935	0,050695	0,084629	0,007898
2338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,061394	0,026442	0,030014	0,007191	0,008815	0,001105	0,007802	0,01861	0,131717	0,018913	0,021404	0,035642	0,00332
2339	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,070079	0,030089	0,034141	0,008175	0,010042	0,001259	0,008896	0,021231	0,15035	0,021558	0,024383	0,040635	0,003782
2340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,104932	0,045177	0,051324	0,012336	0,015015	0,001882	0,013312	0,031827	0,225125	0,032251	0,036632	0,060091	0,005656
2349	0,456534	0,687079	0,436117	0	0	0,141138	0,132269	0,013561	0,100926	0,091853	0	0,034668	0,009423	0	0	0,011571	0,001445	0	0	0	0	0	0	0,043311
2350	0,361315	0,544116	0,347614	0,012701	0,020761	0,111651	0,105535	0,01074	0,079784	0,07255	0,036861	0	0,031552	0,0075	0	0	0,008112	0,019353	0,136965	0,019177	0,022169	0	0	0
2351	0,213398	0,321309	0,205356	0,007508	0,012271	0,065226	0,062348	0,006343	0,047872	0,042846	0,036852	0,016421	0	0	0,005486	0,006087	0	0,004416	0,001354	0,008135	0,011728	0,013219	0,022077	0,002064
2352	0,062663	0,094343	0,060227	0,002196	0,003592	0,019373	0,018282	0,001862	0,013829	0,012586	0	0,004798	0	0	0,001598	0,001199	0,001398	0,00332	0	0	0	0	0	0
2353	0,071215	0,107225	0,068505	0,002501	0,004088	0,02202	0,020798	0,002117	0,015726	0,0143	0,01255	0	0,006229	0,001478	0	0	0,001596	0,003807	0,026871	0,003865	0	0	0	0
2354	0,045914	0,069128	0,044153	0,001613	0,002637	0,014182	0,004314	0,001385	0,010139	0,00922	0,008079	0	0,003998	0,000944	0	0	0,001029	0,002448	0	0	0	0	0	0
2355	0,071991	0,108373	0,069026	0,002503	0,004299	0,022309	0,023945	0,002139	0,015905	0,014468	0	0,005504	0,002629	0,004948	0,001821	0,002028	0	0	0	0	0	0	0,000684	
2356	0,368422	0,55452	0,35245	0	0	0,113821	0,106916	0,010945	0,081428	0,074096	0	0,027945	0,017546	0,007483	0,009344	0,001168	0	0	0	0	0	0	0,003502	
2357	0,630186	0,948186	0,60188	0	0	0,184561	0,182762	0,01817	0,138272	0,126747	0	0,05862	0,00862	0,00478	0	0,015948	0	0	0	0	0	0	0	0
2358	0,090798	0,136684	0,087087	0,003168	0,005187	0,028062	0,026098	0,002059	0,018247	0	0	0	0,006885	0,007855	0,002294	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2359	0,440136	0,662548	0,221952	0,015344	0,025128	0,135995	0,128038	0,013078	0,092724	0,088464	0	0,033139	0,002845	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2360	0,26236	0,355626	0,2196	0,00824	0,013491	0,073044	0,068765	0,00702	0,051285	0,047474	0	0	0,02049	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2361	0,059235	0,089185	0,056953	0,002076	0,003358	0,01833	0,017289	0,001761	0,013081	0,011896	0,010336	0	0,005186	0	0	0	0,001322	0,003147	0	0	0	0	0	0
2362	0,183771	0,276673	0,176556	0,006432	0,010522	0,05684	0,031591	0,005462	0,040588	0,036913	0	0,014052	0	0	0,004671	0	0,004088	0	0	0	0	0	0	0
2363	0,050128	0,075472	0,048185	0,001758	0,002874	0,015497	0,014627	0,00149	0,010171	0,010068	0,00384	0	0	0,001279	0,000616	0,001119	0	0	0	0	0	0	0	0
2364	0,006387	0,009616	0,006142	0,000224	0,000364	0,001974	0,010465	0,000919	0,0141	0,001283	0,001124	0,00049	0	0	0,000164	2,04E-05	0,000031	0,000006	0	0	0	0	0	0,613E-05
2365	0,099628	0,150006	0,09585	0,003448	0,005718	0,030818	0,021	0,002561	0,021999	0,020004	0,01757	0,007676	0,00873	0	0,002553	0,000319	0,002234	0,005331	0,037643	0	0,006116	0	0,000958	
2366	0,012634	0,019022	0,012152	0,000444	0,000725	0,003905	0,003689	0,000376	0,00279	0,002537	0	0,000971	0,001105	0	0,000324	4,05E-05	0,000023	0,000675	0	0	0	0	0	0
2367	0,065133	0,098061	0,062599	0,002284	0,003739	0,020115	0,019002	0,001335	0,014385	0,013082	0,011386	0,004799	0,005655	0	0,001662	0,002007	0,002145	0,004345	0	0	0	0	0,000621	
2368	0,357744	0,538395	0,341676	0	0	0,110607	0,010626	0,019389	0,07198	0,062312	0,026948	0,003788	0,007334	0,008984	0,001126	0,007917	0,018889	0,136866	0,019243	0,021737	0,036229	0,030362	0,003612	
2369	0,070171	0,105651	0,067499	0,002457	0,004022	0,021714	0,020481	0,002084	0,015446	0,014091	0,012273	0,005372	0,006419	0,001464	0,017179	0,002223	0,001536	0,003732	0,026374	0,003801	0,004318	0,007154	0,000889	
2370	0,006223	0,009591	0,006063	0,000029	0,000059	0,001926	0,001823	0,000185	0,013177	0,010122	0,009175	0,000448	0,000544	0,00013	0,000158	1,95E-05	0,000139	0,000332	0,000038	0,000031	0,000085	0,000041	5,97E-05	
2371	0,018772	0,028564	0,01806	0,00066	0,00104	0,005483	0,005483	0,000769	0,000836	0,001147	0,000836	0,000938	0,000477	5,98E-05	0,000417	0,000047	0,000047	0,000706	0,000023	0,000156	0,000196	0,000018	0,000006	
2372	0,065266	0,085261	0,060804	0,002225	0,003604	0,019536	0,018485	0,001879	0,013187	0,017103	0,01106	0,004823	0,005512	0,001319	0,001608	0,002002	0,001407	0,003365	0,002396	0,003452	0,0029	0,006499	0,000606	
2373	0,32694	0,492719	0,321477	0,011497	0,018854	0,010119	0,095555	0,009709	0,071287	0,065636	0,037788	0,024667	0,008656	0,00686	0,008039	0,001044	0,007265	0,17396	0,123561	0,17848	0,022011	0,03361	0,00291	
2374	0,123899	0,186554	0,115925	0,004362	0,007145	0,038234	0,036207	0,003679	0,027357	0,024876	0,021769	0,009431	0,001175	0,002579	0,003351	0,000395	0,002756	0,005691	0,046876	0,006771	0,007636	0,012751	0,011817	
2349	0	0	0	0	0,002019	0	0	0	0	0,061396	0,026292	0,029824	0,013939	0,008783	0,001107	0,006186	0,018592	0,131717	0,18913	0,021404	0,035642	0,00332	0,005656	



Tabella 42-Stralcio della matrice OD aggregata per la categoria donna e tariffa 1,5€

	303	456	290	11	18	90	88	9	67	61	55	21	23	5	8	1	7	16	118	17	17	32	3
	6,33%	9,53%	6,06%	0,23%	0,38%	1,88%	1,84%	0,19%	1,40%	1,27%	1,15%	0,44%	0,48%	0,10%	0,17%	0,02%	0,15%	0,33%	2,47%	0,36%	0,36%	0,67%	0,06%
Donne DRT 1,5€	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361
2331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,248714	0,12242	0,139151	0,031033	0,041748	0,005171	0,0336	0,075667	0,533731	0,083806	0,089404	0,155289	0,015412
2332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,060591	0,02978	0,033859	0,007519	0,01017	0,001259	0,006169	0,018413	0,130024	0,020371	0,021702	0,037749	0,00375
2333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,450444	0,237438	0,272267	0,059274	0,080148	0,009862	0,061887	0,137687	0,966692	0,155916	0,163533	0,287134	0,029266
2334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006181	0,007036	0,001543	0,002113	0,000261	0,001666	0	0	0,004173	0,004414	0,00771	0,000776	0
2335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,026308	0,0301	0,006514	0,008921	0,001097	0,006774	0	0	0,017179	0,018012	0,031515	0,003253	0
2336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,066847	0,033314	0,03788	0,008471	0,011332	0,001404	0,009093	0,020389	0,143455	0,022725	0,024248	0,042063	0,004185
2337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,203995	0,105453	0,120629	0,026215	0,035932	0,004425	0,027915	0,062164	0,437784	0,070201	0,074093	0,031515	0,003253
2338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,089733	0,044998	0,051262	0,011374	0,015296	0,001892	0,012183	0,027344	0,192568	0,030468	0,032472	0,056364	0,005632
2339	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,114972	0,05636	0,06407	0,014318	0,019198	0,002379	0,015493	0,034971	0,246724	0,038605	0,041273	0,071573	0,007091
2340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,17833	0,085266	0,096843	0,021938	0,028955	0,003597	0,027394	0,054204	0,382673	0,058996	0,063673	0,109704	0,010739
2349	0,681225	1,018467	0,598496	0	0	0,212209	0,179798	0,020037	0,153413	0,141774	0	0,05807	0,059995	0,073523	0,014841	0	0,018969	0,042372	0,278816	0,039896	0,040234	0	0
2350	0,603609	0,907448	0,566568	0,020187	0,033349	0,186005	0,171471	0,0179	0,133888	0,122155	0,089354	0,041491	0	0	0,013927	0,001676	0,012213	0,027294	0,179126	0,024339	0,026774	0,045381	0,004902
2351	0,154141	0,231315	0,141798	0,004974	0,008255	0,047639	0,042818	0,004559	0,034347	0,031459	0	0,010058	0	0	0,003377	0,000404	0,02962	0,006566	0	0	0	0	0
2352	0,165004	0,247872	0,153627	0,005433	0,008996	0,050905	0,046446	0,004888	0,03666	0,033495	0,023709	0	0,013045	0,002532	0	0	0,00326	0,007245	0,047461	0,00663	0	0	0
2353	0,046402	0,069695	0,043069	0,001515	0,002514	0,014315	0,013014	0,010312	0,009424	0,006466	0	0,00363	0,000683	0	0	0,0009	0,00198	0	0	0	0	0	0
2354	0,10238	0,153523	0,093373	0,003256	0,00541	0,031735	0,028173	0,003025	0,022862	0,020977	0	0,007677	0,00889	0,001864	0,002586	0,000315	0	0	0	0	0	0,000931	0
2355	0,566855	0,846692	0,491898	0	0	0,176967	0,147581	0,01665	0,127986	0,118528	0	0,042342	0,050245	0,009399	0,014202	0,001689	0	0	0	0	0	0	0,00491
2356	0,1226187	1,831292	1,063986	0	0	0,383199	0,319251	0,036011	0,276973	0,256627	0	0,086245	0,103611	0	0,028768	0	0	0	0	0	0	0	0
2357	0,186796	0,280543	0,173509	0,006149	0,010178	0,057536	0,052448	0,005531	0,041529	0,037967	0	0,012652	0,014627	0	0,004286	0	0	0	0	0	0	0	0
2358	0,86371	1,293044	0,770286	0,026219	0,04393	0,268214	0,231772	0,025456	0,193742	0,178429	0	0,053205	0,066027	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2359	0,425498	0,636578	0,37614	0,012667	0,021289	0,132496	0,113058	0,012528	0,095623	0,088199	0	0,031141	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2360	0,048247	0,072443	0,044585	0,001558	0,002588	0,014931	0,013465	0,001428	0,010732	0,009814	0,006521	0	0,003767	0	0	0	0,000919	0,002006	0	0	0	0	0
2361	0,363443	0,545045	0,331279	0,011495	0,019141	0,112555	0,099921	0,019739	0,081132	0,07442	0	0,022019	0	0	0,007686	0	0,006746	0	0	0	0	0	0
2362	0,085286	0,127999	0,078341	0,00273	0,004542	0,025332	0,022641	0,002523	0,018995	0,017388	0	0,005466	0	0	0,001827	0,000216	0,001694	0	0	0	0	0	0
2363	0,015576	0,022425	0,014708	0,000526	0,000859	0,004792	0,004453	0,000452	0,00345	0,003145	0,002275	0,00108	0	0	0,000362	4,32E-05	0,000318	0,000699	0	0	0	0,000125	0
2364	0,271448	0,407627	0,251366	0,008819	0,014636	0,0839	0,075939	0,008037	0,060365	0,055193	0,037472	0,017893	0,016127	0	0,003961	0,003845	0	0,00131	0,00153	0,01151	0,002458	0	0
2365	0,036638	0,099328	0,059063	0,002015	0,003376	0,020628	0,017835	0,001956	0,014874	0,013694	0	0,009391	0,003845	0	0,00131	0,00153	0,01151	0,002458	0	0	0	0	0
2366	0,196396	0,201022	0,125065	0,004334	0,007007	0,041368	0,037391	0,003972	0,029768	0,027214	0,018216	0,008756	0,009179	0	0,002927	0,00346	0,002569	0,005951	0	0	0	0,001002	0
2367	0,473147	0,708416	0,424328	0	0	0,148641	0	0,014133	0,106136	0,097783	0,083044	0,039189	0,043523	0,009169	0,01335	0,001648	0,011065	0,025188	0,178199	0,026502	0,029125	0,049712	0,004903
2368	0,102976	0,154518	0,094804	0,00334	0,005411	0,03204	0,028638	0,003063	0,022955	0,021093	0,016972	0,007613	0,008354	0,00172	0,002566	0,00314	0,002248	0,005152	0,004942	0,005454	0,009264	0,000928	0
2369	0,07317	0,057031	0,085693	0,052363	0,001892	0,003068	0,017612	0,016109	0,001695	0,012662	0,011562	0,009996	0,004227	0,004677	0,00096	0,001436	0,000177	0,001258	0,002905	0,01997	0,0028	0,003078	0,005248
2370	0,117997	0,177428	0,111307	0,003995	0,006494	0,03634	0,033704	0,003506	0,026147	0,02384	0,020171	0,008777	0,009792	0,002077	0,002988	0,00037	0,002616	0,006095	0,042356	0,009979	0,006584	0,011216	0,001102
2371	0,454395	0,683904	0,434667	0,015851	0,025896	0,139646	0,131861	0,013496	0,100439	0,091403	0,079424	0,034071	0,038501	0,008732	0,011581	0,001446	0,010134	0,023954	0,169344	0,024274	0,026888	0,045641	0,004334
2372	0,256094	0,385513	0,245719	0,009022	0,014761	0,078481	0,074575	0,007606	0,05658	0,051473	0,045106	0,019123	0,021618	0,004987	0,006552	0,00082	0,005732	0,013563	0,096747	0,01392	0,013328	0,026195	0,00246
2373	0	0	0	0	0	0,03458	0	0	0	0	0,120356	0,056406	0,063868	0,014541	0,019257	0,002397	0,016006	0,036526	0,258266	0,039885	0,042694	0,073727	0,007164

Tabella 43-Stralcio della matrice OD aggregata per la categoria donna e tariffa 3€

	303	456	290	11	18	90	88	9	67	61	55	21	23	5	8	1	7	16	118	17	17	32
	6,33%	9,53%	6,06%	0,23%	0,38%	1,88%	1,84%	0,19%	1,40%	1,27%	1,15%	0,44%	0,48%	0,10%	0,17%	0,02%	0,15%	0,33%	2,47%	0,36%	0,36%	0,67%
Donne DRT 3€	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360
2331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,154042	0,066493	0,075555	0,018157	0,022029	0,002769	0,019563	0,046738	0,330489	0,047415	0,053848	0,089368
2332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,035159	0,015173	0,017237	0,00414	0,005044	0,000632	0,004466	0,010666	0,075431	0,010825	0,012285	0,020402
2333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,299609	0,13115	0,149365	0,036056	0,04326	0,005422	0,038195	0,091167	0,642808	0,902691	0,052768	0,174576
2334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,006051	0,006877	0,001649	0,002011	0,000252	0,001774	0	0	0,004306	0,004879	0,00811	0
2335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,009177	0,010442	0,002508	0,003038	0,000381	0,002671	0	0	0,006492	0,007366	0,012215	0
2336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,029559	0,012759	0,014501	0,003488	0,004236	0,000531	0,003753	0,00897	0,063417	0,009094	0,010337	0,017141
2337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,148552	0,064594	0,073418	0,017621	0,021452	0,002688	0,018934	0,045109	0,318716	0,04595	0,052109	0,086542
2338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,062064	0,026843	0,030518	0,007345	0,008091	0,001116	0,007883	0,018842	0,133154	0,019106	0,021735	0,036011
2339	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,073771	0,031824	0,03617	0,008701	0,010563	0,001324	0,003632	0,022385	0,158271	0,022684	0,025792	0,042761
2340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,107492	0,046511	0,054295	0,012779	0,015374	0,01927	0,019363	0,032656	0,230618	0,033032	0,03771	0,062725
2349	0,475717	0,715983	0,454763	0	0	0,147293	0,137938	0,011432	0,105153	0,095691	0	0,032663	0,041295	0	0,012039	0,001504	0	0	0	0	0	0
2350	0,3732	0,56192	0,359116	0,013102	0,021416	0,11551	0,10903	0,010193	0,082405	0,07493	0,065914	0	0,032785	0,007831	0	0	0,00837	0,020006	0,141405	0,02036	0,023013	0
2351	0,18521	0,27887	0,182584	0,006507	0,010634	0,057315	0,054121	0,005005	0,040894	0,037184	0,0328	0,014314	0	0	0,004755	0,000596	0,00416	0,009951	0,070486	0,010159	0,01151	0,019122
2352	0,06746	0,101568	0,064858	0,002363	0,003464	0,020885	0,019689	0,002050	0,014898	0,013547	0	0,005189	0	0	0,001172	0,000215	0,001005	0,003582	0	0	0	0
2353	0,089977	0,135477	0,086582	0,003158	0,005161	0,027858	0,026287	0,002675	0,019867	0,018065	0,015881	0	0,007913	0,001891	0	0	0,002027	0,004822	0,03406	0,004903	0	0
2354	0,036796	0,054041	0,035391	0,001291	0,002111	0,011383	0,010744	0,000129	0,007389	0,00647	0	0,003222	0,000764	0	0	0,000824	0,001964	0	0	0	0	0
2355	0,071693	0,107927	0,066777	0,002492	0,00408	0,022248	0,020871	0,002213	0,015837	0,014405	0	0,005501	0,006274	0,001507	0,001811	0,000227	0	0	0	0	0	0
2356	0,3819	0,574822	0,36548	0	0	0,11818	0,110874	0,011346	0,084401	0,076796	0	0,029083	0,030073	0,007784	0,009671	0,001209	0	0	0	0	0	0
2357	0,662393	0,996907	0,63285	0	0	0,205207	0,191938	0,019676	0,14643	0,13261	0	0,05015	0,057655	0,006176	0,016734	0	0	0	0	0	0	0
2358	0,115787	0,174313	0,111116	0,004044	0,006618	0,035829	0,033738	0,003441	0,025576	0,023262	0	0,00884	0,001093	0	0,002394	0	0	0	0	0	0	0
2359	0,427911	0,644196	0,419021	0,01491	0,024413	0,132421	0,124547	0,012715	0,094535	0,085993	0	0,032564	0,037234	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2360	0,249703	0,375924	0,239274	0,008718	0,014267	0,077316	0,072771	0,007421	0,055155	0,050164	0	0	0,021817	0	0	0	0	0,002116	0,002898	0	0	0
2361	0,054573	0,082166	0,052473	0,00191	0,003123	0,016915	0,015929	0,001622	0,012031	0,010959	0,009523	0	0,004805	0	0	0	0	0,004075	0,004661	0	0	0
2362	0,183718	0,276588	0,176504	0,006419	0,010565	0,056919	0,05335	0,0016	0,040575	0,03636	0	0,014849	0,004866	0	0,004461	0	0	0,000475	0,000475	0	0	0
2363	0,063361	0,095394	0,060892	0,002216	0,003625	0,019623	0,018464	0,001883	0,013993	0,012726	0	0,004866	0	0	0,001611	0,000201	0,01041	0	0	0	0	0
2364	0,024349	0,036566	0,023412	0,000654	0,001196	0,007354	0,007107	0,000724	0,005377	0,004849	0,004264	0,001871	0	0	0,000622	7,76E-05	0,000544	0,001295	0	0	0	0
2365	0,106309	0,160968	0,102301	0,003729	0,006095	0,030935	0,031059	0,003016	0,023475	0,021343	0,018177	0,008228	0,00939	0	0,000722	0,000341	0,002382	0,005966	0,040196	0	0,006567	0
2366	0,011533	0,017363	0,011068	0,000402	0,000658	0,005232	0,003939	0,003343	0,002548	0,002548	0	0,000789	0,00096	0	0,000291	3,61E-05	0,000254	0,000501	0	0	0	0
2367	0,084818	0,127703	0,081561	0,002974	0,004869	0,026322	0,02476	0,00252	0,01873	0,017033	0,014876	0,005522	0,007431	0	0,0002167	0,000271	0,001896	0,004617	0	0	0	0
2368	0,323563	0,486878	0,308676	0	0	0,100229	0	0,00961	0,015157	0,0056114	0,052657	0,024484	0,028025	0,0067	0,008116	0,001017	0,007151	0,017084	0,120696	0,017379	0,019733	0,032718
2369	0,089893	0,120251	0,076791	0,002791	0,004569	0,027355	0,023311	0,002332	0,017637	0,016038	0,013946	0,006139	0,00237	0,001681	0,000222	0,000253	0,001769	0,04422	0,029961	0,003476	0,008124	0,008124
2370	0,007906	0,011905	0,007611	0,000277	0,000454	0,002049	0,002311	0,000235	0,001746	0,001587	0,001384	0,000608	0,000697	0,000168	0,0001	0,000175	0,000421	0,00298	0,00043	0,000491	0,000491	0,000491
2371	0,025934	0,039047	0,024939	0,000909	0,001487	0,008048	0,007571	0,00077	0,005727	0,005028	0,004538	0,001195	0,00272	0,000542	0,000058	2,51E-05	0,000575	0,01378	0,009754	0,014046	0,001597	0,002647
2372	0,064548	0,09719	0,062126	0,002667	0,003713	0,019962	0,018862	0,001917	0,014252	0,012959	0,011316	0,004939	0,005655	0,001359	0,001638	0,000205	0,001433	0,004334	0,024361	0,003518	0,003993	0,006624
2373	0,036598	0,057036	0,034413	0,001834	0,001387	0,011472	0,098501	0,010006	0,074395	0,029567	0,059059	0,028929	0,005605	0,007141	0,000856	0,001072	0,007476	0,17933	0,127196	0,018375	0,020907	0,034602
2374	0,120675	0,181703	0,116168	0,004242	0,00695	0,0373	0,035271	0,003584	0,026644	0,024226	0,021172	0,009223	0,012951	0,002538	0,003064	0,000384	0,002681	0,006421	0,045597	0,006587	0,007467	0,012040
2349	0	0	0	0	0	0,009677	0	0	0	0	0,060031	0,025841	0,023961	0,00706	0,00805	0,000176	0,006731	0,018209	0,28791	0,018442	0,020598	0,034691

Tabella 46-Stralcio della matrice OD per la combinazione tariffaria 1.5€+2.5€

1561.256	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	2362
2331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.813615	0.376977	0.478581	0.086262	0.127679	0.015886	0.107034	0.249668	0.174507	0.263723	0.287975	0.492225	0.740338	0.407616
2332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.181128	0.083614	0.094871	0.021722	0.028383	0.005333	0.023793	0.054642	0.388865	0.063877	0.103992	0.101563	0.095631	
2333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1525402	0.373348	0.641341	0.191205	0.247696	0.30073	0.202832	0.045866	0.327324	0.526758	0.548304	0.934969	0.916968	0.781131
2334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.0271	0.030781	0.008071	0.009171	0.01142	0.007734	0	0	0.191902	0.028402	0.035523	0.004314	0.029323
2335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06551	0.074867	0.15568	0.02093	0.02772	0.1728	0	0	0.043435	0.046359	0.080103	0.008104	0.068225
2336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.20729	0.097326	0.110457	0.025308	0.032978	0.040104	0.027469	0.063011	0.444806	0.06786	0.073826	0.126467	0.01227	0.05063
2337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.43733	0.338225	0.384779	0.087388	0.114479	0.04216	0.094518	0.217117	0.153363	0.233686	0.254047	0.023432	0.024444	0.362963
2338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.307137	0.142536	0.161944	0.037182	0.048175	0.005995	0.040349	0.093245	0.659031	0.099399	0.108744	0.185532	0.017925	0.136348
2339	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.372854	0.172469	0.195802	0.045005	0.058357	0.007266	0.048972	0.113165	0.800042	0.120599	0.131878	0.025175	0.021729	0.186368
2340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.546467	0.042931	0.28377	0.065844	0.084238	0.010504	0.073111	0.165915	0.172546	0.17539	0.193157	0.32798	0.031443	0.270401
2349	2.359739	3.537822	2.149351	0	0	0.732534	0.648489	0.069697	0.527305	0.484212	0	0.177357	0.205927	0	0.05911	0.072443	0.00846	0.011472	0.773486	0.109439	0	0.116928	0	0.17054
2357	0.275827	0.557307	2.247185	0	0.060789	0.129375	0.732433	0.860732	0.070495	0.526256	0.799699	0.753216	0	0.195012	0.041548	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2358	1.1922	2.2008	1.4040	0.050442	0.083001	0.400595	0.490024	0.0002	0.3446	0.2549	0.324718	0	0.10889	0	0	0.035542	0.04334	0.031141	0.072772	0.461876	0.079914	0.00208	0.125214	0.012818
2422	0.08008	0.67178	0.41285	0.016451	0.042211	0.136831	0.124964	0.013117	0.098823	0.098682	0	0.003017	0	0	0.010149	0.011229	0.008897	0.020125	0	0	0	0	0	0
2433	0.443737	0.667329	0.41968	0.150578	0.042407	0.136907	0.127132	0.013166	0.098234	0.099598	0.070701	0	0.036767	0.007827	0	0	0.009309	0.021365	0.145077	0.020554	0	0	0	0.031985
2434	0.147082	0.275979	0.16115	0.005771	0.009508	0.050271	0.048801	0.005066	0.039823	0.034505	0.026684	0	0.014062	0.020977	0	0	0.003355	0.008128	0	0	0	0	0	0
2435	0.337613	0.506845	0.312323	0.01105	0.018273	0.104738	0.094692	0.009994	0.07511	0.06871	0	0.025645	0.029432	0.00648	0.008522	0.01049	0	0	0	0	0	0	0.003113	0.026217
2436	1.83725	2.753878	1.668916	0	0	0.705785	0.503384	0.054247	0.410806	0.377433	0	0.138063	0.160523	0.033095	0.046312	0.005637	0	0	0	0	0	0	0	0.016629
2437	3.805206	5.699043	3.422035	0	0	0.18436	0.101309	0.112219	0.852788	0.785013	0	0.275272	0.32413	0	0.091828	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2438	0.568799	0.850118	0.534766	0.019141	0.031555	0.175357	0.161886	0.016866	0.162513	0.115109	0	0.040202	0.046227	0	0.013539	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2439	2.60109	3.903066	2.392305	0.083901	0.13916	0.805281	0.722459	0.076924	0.579759	0.531191	0	0.175037	0.290969	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2360	1.30475	1.957652	1.198421	0.041905	0.069541	0.404597	0.038564	0.038581	0.290805	0.266885	0	0	0.103249	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2361	0.25246	0.379633	0.284329	0.008545	0.014068	0.07801	0.072214	0.00749	0.059597	0.029999	0.039883	0	0.020914	0	0	0.005275	0.012143	0	0	0	0	0	0	0
2362	1.990147	1.637315	1.013797	0.053388	0.059828	0.337307	0.306517	0.032284	0.242356	0.221597	0	0.741844	0	0	0.024725	0	0.021678	0	0	0	0	0	0	0
2363	0.20765	0.02842	0.275854	0.007362	0.01654	0.00999	0.003396	0.05432	0.087411	0	0	0.009775	0.00082	0	0.00072	0	0.00083	0	0	0	0	0	0	0
2364	0.93142	1.4018	0.089015	0.003242	0.005316	0.026829	0.027	0.002767	0.002591	0.01874	0.015542	0.006852	0	0	0.002321	0.002085	0.002032	0.004709	0.007	0	0	0	0	0.00085
2365	0.767517	1.15368	0.719593	0.02559	0.024252	0.2372	0.127143	0.022755	0.170324	0.155463	0.115221	0.032333	0.052224	0	0.1773	0.02148	0.01556	0.035159	0.234461	0	0.035926	0	0.006313	0
2366	0.123301	0.184693	0.110927	0.003808	0.006356	0.03836	0.033418	0.006337	0.027619	0.025409	0	0.007636	0.007675	0	0.002528	0.002099	0.002229	0.004852	0	0	0	0	0	0
2367	0.398366	0.598096	0.374938	0.0134	0.02217	0.115304	0.11827	0.088053	0.065152	0.028016	0.030575	0	0.003931	0.047134	0.003941	0.004122	0.00823	0.018734	0	0	0	0	0	0.003368
2368	1.620309	2.430813	1.491291	0	0	0.505561	0	0.488275	0.361193	0.33106	0.283407	0.28276	0.144754	0.032174	0.034841	0.005405	0.037017	0.089948	0.6081	0.089211	0.099186	0.167598	0.016145	0.132633
2369	0.381841	0.574206	0.36102	0.013012	0.021211	0.11811	0.109474	0.011346	0.064075	0.055448	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899
2370	0.02394	0.043416	0.028094	0.001014	0.001669	0.009051	0.008524	0.000871	0.006484	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899	0.005899
2371	0.691493	0.254619	0.158716	0.005639	0.009147	0.052409	0.048018	0.005035	0.037858	0.034306	0.002516	0.012651	0.014077	0.002941	0.04263	0.005205	0.03733	0.006656	0.059574	0.038366	0.009285	0.015682	0.01561	0.002234
2372	0.380387	0.572289	0.318	0.013099	0.021363	0.117165	0.196677	0.0113	0.081468	0.076657	0.058133	0.02852	0.01313	0.007171	0.009657	0.001202	0.008451	0.018989	0.139682	0.191915	0.022109	0.037442	0.00393	0.029688
2373	1.593639	2.399018	1.528827	0.055816	0.0131	0.490807	0.009367	0.047329	0.302799	0.302799	0.7916	0.120405	0.1368	0.031852	0.004507	0.005075	0.035495	0.083989	0.5983	0.086106	0.096164	0.016844	0.015227	0.015031
2374	0.171963	1.079964	0.688936	0.025246	0.041319	0.220443	0.209113	0.021304	0.158461	0.144134	0.126165	0.059364	0.061242	0.04031	0.018037	0.002292	0.016017	0.038042	0.270886	0.039015	0.043361	0.027431	0.006881	0.994474
2375	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2376	0.43706	0.654651	0	0	0	0.139548	0	0.013409	0.097259	0.090126	0.077093	0.036622	0.041705	0.00953	0.012355	0.01533	0.012098	0.023462	0.165426	0.025238	0.027565	0.047009	0.004578	0.039118
2377	0	0	0	0	0	0.039643	0	0	0.009427	0.00927	0.010682	0.0141	0.002636	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000

Tabella 47-Stralcio della matrice OD per la combinazione tariffaria 1,5€+3€

150436	2331	2332	2333	2334	2335	2336	2337	2338	2339	2340	2349	2350	2351	2352	2353	2354	2355	2357	2358	2359	2360	2361	2362	
2331	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.790209	0.367423	0.417204	0.39585	0.124295	0.15472	0.140056	0.239969	1.695952	0.256495	0.280249	0.478612	0.046266	0.396372
2332	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.1764	0.081643	0.092575	0.021225	0.027684	0.043543	0.023179	0.055304	0.378507	0.057102	0.062284	0.105682	0.01	0.088271
2333	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1.480041	0.178455	0.081129	0.136639	0.241099	0.292904	0.197039	0.051187	1.375918	0.486953	0.037939	0.908478	0.093029	0.759614
2334	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.026145	0.029697	0.068481	0.008832	0.001	0.074349	0	0	0.018822	0.020076	0.0347	0.003289	0.028821	0.022621
2335	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.06432	0.037557	0.016266	0.01274	0.026274	0.016913	0	0	0.042544	0.045403	0.078427	0.007947	0.066861	0.086261
2336	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.020601	0.095411	0.108322	0.024823	0.032301	0.040419	0.026873	0.061614	0.434745	0.066413	0.072727	0.123741	0.012015	0.10285
2337	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.693011	0.329285	0.374812	0.085132	0.111314	0.01382	0.091742	0.120638	1.487244	0.22694	0.246844	0.012355	0.245207	0.032504
2338	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.297866	0.138735	0.157703	0.036218	0.046833	0.035827	0.039169	0.09048	0.63914	0.09563	0.105671	0.018017	0.017421	0.149261
2339	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.362094	0.168073	0.1909	0.043892	0.056802	0.070701	0.047603	0.109959	0.776956	0.117278	0.128322	0.218931	0.021145	0.181264
2340	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.530159	0.242325	0.276724	0.06413	0.081886	0.010209	0.069338	0.161045	1.13776	0.170362	0.187729	0.318597	0.030599	0.26722
2349	2.291952	3.453431	2.084479	0	0	0.711859	0.628818	0.067676	0.512254	0.470508	0	0.743202	0.200394	0	0.057757	0.070035	0	0	0.000000	0.125768	0.030663	0.113761	0	0.16599
2350	2.321785	3.01652	2.193311	0.078965	0.126829	0.71012	0.664987	0.096809	0.514315	0.468026	0.365577	0	0.19159	0.40055	0	0	0	0	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0	0.000000
2351	1.18128	2.181106	1.37452	0.040403	0.081302	0.447037	0.31066	0.040403	0.5302	0.20287	0.028583	0.10372	0	0	0.034785	0.042445	0.004678	0.007619	0.474895	0.048303	0.007486	0.122181	0.012534	0.0154
2352	0.43306	0.050558	0.04301	0.013405	0.023465	0.133668	0.122027	0.012827	0.006244	0.079568	0	0.29605	0	0	0.009898	0.01198	0.00677	0.01616	0	0	0	0	0	0
2353	0.014472	0.645799	0.457466	0.016424	0.013163	0.123547	0.012801	0.095573	0.07341	0.068013	0	0.035657	0.0076	0	0	0.009033	0.020713	0.140399	0.019881	0	0	0	0	0.03095
2354	0.163476	0.247789	0.150047	0.005558	0.009159	0.059094	0.040888	0.035821	0.033302	0.025621	0	0.013575	0.002868	0	0	0.003414	0.007811	0	0	0	0	0	0	0
2355	0.326461	0.49016	0.30236	0.010658	0.017631	0.101332	0.091454	0.009663	0.072645	0.066467	0	0.024722	0.028509	0.002629	0.008236	0.010113	0	0	0	0	0	0	0.003006	0.02529
2356	1.78296	2.672131	1.617074	0	0	0.504809	0.487662	0.052634	0.398792	0.366495	0	0.134116	0.016121	0.032525	0.041191	0.005462	0	0	0	0	0	0	0	0
2357	3.710057	5.555871	3.313318	0	0	1.155422	1.003531	0.109933	0.831743	0.765851	0	0.268342	0.163372	0	0.089385	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2358	0.555346	0.832061	0.520163	0.018601	0.030671	0.786114	0.704137	0.157445	0.16412	0.122782	0.112041	0	0.039096	0.044991	0	0.013148	0	0	0	0	0	0	0	0
2359	2.537965	3.880061	2.319192	0.018167	0.135505	0.786114	0.704137	0.157445	0.16412	0.122782	0.112041	0	0.039096	0.044991	0	0.013148	0	0	0	0	0	0	0	0
2360	1.268282	1.902765	1.16352	0.040617	0.067431	0.393509	0.351265	0.037498	0.282834	0.259248	0	0	0.100282	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2361	0.243975	0.366859	0.230285	0.008244	0.015376	0.075425	0.069743	0.007328	0.054062	0.049523	0.038384	0	0.020214	0	0	0.005083	0.016195	0	0	0	0	0	0	0
2362	0.162627	1.596192	0.387604	0.0474	0.057894	0.328992	0.055342	0.031472	0.236319	0.216077	0	0.072165	0	0	0.024023	0	0.021064	0	0	0	0	0	0	0
2363	0.04241	0.013832	0.01851	0.000496	0.015879	0.008967	0.006888	0.003884	0.005854	0.005854	0	0.019629	0	0	0.005557	0.007093	0.003744	0	0	0	0	0	0	0
2364	0.090965	0.136902	0.096529	0.003164	0.00519	0.027968	0.002662	0.007202	0.00121	0.018302	0.011555	0.006693	0	0	0.002265	0.002079	0.001983	0.004594	0	0	0	0	0	0.000629
2365	0.752093	1.130175	0.704603	0.025035	0.043147	0.232447	0.213393	0.022291	0.166874	0.153224	0.012444	0.052083	0.050944	0	0.017346	0.002928	0.015207	0.034361	0.228519	0	0.035009	0	0.006162	0
2366	0.121599	0.18213	0.093933	0.003748	0.0026257	0.037842	0.032922	0.035386	0.027743	0.020567	0	0.007511	0.007536	0	0.002484	0.002094	0.002181	0.004762	0	0	0	0	0	0
2367	0.387331	0.582296	0.266295	0.013007	0.012152	0.11962	0.110299	0.014499	0.088777	0.078334	0.059561	0.027211	0.025938	0.0098	0	0.09106	0.01107	0.007981	0.018152	0	0	0	0	0.003262
2368	1.570447	2.356192	1.444021	0	0	0.490476	0	0.468802	0.350224	0.321072	0.274626	0.125116	0.140713	0.03126	0.042214	0.052455	0.035899	0.088263	0.589261	0.064696	0.096273	0.162487	0.015667	0.128485
2369	0.370216	0.556706	0.350147	0.012601	0.020538	0.114564	0.106089	0.0011201	0.060286	0.047838	0.063391	0.027858	0.031323	0.007	0.009342	0.011559	0.018718	0.019327	0.134242	0.019124	0.021385	0.035933	0.003461	0.028518
2370	0.028314	0.042618	0.024108	0.000985	0.006099	0.008738	0.008224	0.000841	0.006257	0.005063	0.004933	0.002416	0.002439	0.00056	0.000622	0.001494	0.010352	0.001508	0.016494	0.002335	0.000269	0.000228	0.001277	0.000278
2371	0.165949	0.249043	0.155392	0.005515	0.008946	0.051396	0.014701	0.004932	0.006383	0.033609	0.029463	0.122398	0.137393	0.002877	0.004174	0.001543	0.003655	0.008482	0.056254	0.017616	0.009081	0.015235	0.003329	0.017658
2372	0.371111	0.558325	0.328984	0.021768	0.008262	0.114347	0.106973	0.01025	0.082119	0.047933	0.061613	0.027842	0.031333	0.006999	0.009417	0.01172	0.008242	0.019397	0.136139	0.019404	0.02156	0.036459	0.003303	0.028904
2373	1.543292	2.322225	1.440274	0.054024	0.088367	0.475941	0.448291	0.045834	0.340957	0.3016	0.07212	0.116711	0.132658	0.030907	0.039269	0.04913	0.043358	0.061899	0.579059	0.38234	0.093174	0.156166	0.017439	0.126254
2374	0.695514	1.053094	0.571798	0.02461	0.040027	0.215026	0.203911	0.020774	0.154518	0.140546	0.122996	0.052662	0.059587	0.017933	0.009174	0.002234	0.015614	0.037495	0.264502	0.038029	0.042308	0.071574	0.006707	0.005712
2375	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2376	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2377	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2378	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2379	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2380	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2381	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000
2382	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000000	0.000														

I risultati finali delle quattro matrici semi giornaliere sono riportati in Tabella 48.

Tabella 48-Risultati della matrice OD semi giornaliera del microtransit per le varie combinazioni tariffarie

Combinazioni tariffarie	Matrice OD [pass/gg]
1€+2,5€	1972,253229
1€+3€	1918,894434
1,5€+2,5€	1891,596266
1,5€+3€	1838,237471

In conclusione, il presente capitolo ha illustrato l'intero processo di costruzione delle matrici Origine/Destinazione giornaliere del servizio di microtransit per le diverse combinazioni tariffarie ipotizzate. Tuttavia, ai fini dell'assegnazione al grafo, si è scelto di considerare unicamente la matrice corrispondente alla combinazione tariffaria 1€ + 2,5€, poiché rappresenta lo scenario caratterizzato dal maggior volume complessivo di domanda e, conseguentemente, quello più rappresentativo in termini di potenziale utilizzo del servizio. Tale scelta metodologica consente di concentrare l'analisi sui flussi più significativi, riducendo al contempo la complessità computazionale e garantendo una valutazione più mirata dell'efficacia del servizio proposto.

Nel capitolo successivo, la matrice selezionata sarà assegnata al grafo per effettuare l'analisi di assegnazione dei flussi, al fine di individuare i carichi di traffico sui singoli archi e analizzare la distribuzione spaziale della domanda di microtransit nell'area di studio presa in considerazione.

4.9. ASSEGNAZIONE DEL TRAFFICO

L'assegnazione della domanda al grafo costituisce una fase cruciale del processo metodologico, poiché consente di tradurre i risultati del modello di domanda, sintetizzati nella matrice Origine/Destinazione, in flussi di mobilità effettivi lungo la rete di trasporto. Tale passaggio permette di analizzare come gli spostamenti stimati si distribuiscano sul sistema infrastrutturale individuato, valutando le prestazioni operative del servizio di microtransit.

In questa fase, la matrice O/D semi giornaliera riferita alla combinazione tariffaria 1€ + 2,5€, risultata la più rappresentativa in termini di volumi di traffico generati, è stata assegnata al grafo. L'obiettivo è stato quello di simulare la distribuzione dei flussi lungo gli archi della rete, individuando i principali percorsi utilizzati e le zone caratterizzate da maggiore intensità di domanda.

Questa fase consente, quindi, di ottenere una rappresentazione spaziale e quantitativa dei flussi di mobilità, utile per le successive analisi di identificazione delle linee fisse e delle deviazioni di percorso e del dimensionamento della flotta.

Per l'assegnazione della matrice O/D al grafo stradale è stato impiegato il software QGIS. In una prima fase, come illustrato nel paragrafo 4.5, la rete stradale è stata importata da *OpenStreetMap* (OSM) e successivamente depurata da tutti gli archi non compatibili con

l'implementazione di un servizio DRT operante con minibus da 22 posti. Contestualmente, nella tabella attributi, sono state imposte le direzioni di marcia, distinguendo tra tratti a doppio senso (valore 0) e tratti a senso unico (valore 1).

Successivamente, i centroidi delle TAZ, identificati da un "nsez" corrispondente alle coppie origine-destinazione della matrice O/D, sono stati collegati alla rete tramite il comando "Collegamento linee (Hub lines)", generando per ciascun centroide due nuovi attributi: "HubName", contenente l'identificativo del segmento stradale più vicino, e "HubDistance", riportante la distanza in metri tra centroide e rete (Fig. 33).

Centroidi — Elementi Totali: 136, Filtrati: 136, Selezionati: 1

	fid	nsez	addetti_im	addetti_ip	addetti_np	addetti	area_tot	HubName	HubDist	centroid_id
1	1	2331	301	0	2	303	234627,386	54	58,46126296344...	2331
2	2	2332	456	0	0	456	36062,024	54	47,31052580222...	2332
3	3	2333	236	54	0	290	331645,656	106	302,0421992752...	2333
4	4	2334	11	0	0	11	61538,221	45	89,14691259803...	2334
5	5	2335	18	0	0	18	124750,583	10	163,3175025049...	2335
6	6	2336	12	74	4	90	49102,377	3	85,91269930594...	2336
7	7	2337	88	0	0	88	44014,62	23	93,38227602119...	2337
8	8	2338	9	0	0	9	80255,882	17	121,6128756945...	2338
9	9	2339	67	0	0	67	52247,458	19	89,59989727403...	2339
10	10	2340	32	29	0	61	101240,314	32	134,2980350301...	2340
11	11	2349	55	0	0	55	157052,533	62	106,1300950792...	2349
12	12	2350	21	0	0	21	140360,698	96	185,5540103792...	2350
13	13	2351	23	0	0	23	184148,879	126	94,30175864707...	2351
14	14	2352	5	0	0	5	115418,78	21	160,9291752964...	2352
15	15	2353	8	0	0	8	27931,964	76	167,0568660150...	2353
16	16	2354	1	0	0	1	42054,791	76	124,2205824725...	2354
17	17	2355	7	0	0	7	108772,463	99	199,4864258175...	2355
18	18	2356	16	0	0	16	20882,821	113	83,97751523127...	2356
19	19	2357	98	15	5	118	122870,314	28	166,0471217267...	2357
20	20	2358	17	0	0	17	28706,915	69	90,03516982379...	2358
21	21	2359	17	0	0	17	29982,761	8	77,05026488498...	2359
22	22	2360	32	0	0	32	134695,147	152	186,0895023707...	2360
23	23	2361	3	0	0	3	57505,686	92	129,8505802278...	2361
24	24	2362	11	15	0	26	60015,862	6	155,5431909010...	2362
25	25	2363	28	0	0	28	42790,204	38	76,51508053833...	2363
26	26	2364	17	0	0	17	13775,594	59	143,6662850957...	2364
27	27	2365	8	0	1	9	94856,777	116	258,5677314088...	2365
28	28	2366	5	0	0	5	25763,476	34	138,4971860251...	2366
29	29	2367	16	0	0	16	141122,412	5	130,6342515244...	2367
30	30	2368	146	0	14	160	259347,171	13	161,2339898570...	2368
31	31	2369	5	0	0	5	23376,428	131	286,4346421865...	2369
32	32	2370	25	0	0	25	8781,814	144	213,1497300626...	2370
33	33	2371	4	0	0	4	48531,196	128	82,93797955135...	2371
34	34	2372	3	0	0	3	38674,269	88	90,06575589511...	2372

Figura 33- Stralcio tabella attributi "Centroidi" con i rispettivi attributi "HubName" e "HubDistance"

Per la costruzione dei percorsi O/D tra tutte le coppie dei centroidi, è stato impiegato il comando “*OD Matrix From Points as Lines*”, finalizzato alla creazione di linee che collegano ciascuna coppia origine-destinazione, generando contestualmente informazioni sulle distanze o sui tempi di percorrenza tra le coppie, nel nostro caso il valore di costo era dato dalla distanza. Il layer risultante, denominato “OD_matrix_TOTALE”, comprendeva l’ID dei centroidi di origine (orig_id) e destinazione (destination_id) e quattro valori di costo:

1. “*entry_cost*”: distanza dal centroide di origine alla rete;
2. “*network_cost*”: distanza lungo la rete tra origine e destinazione;
3. “*exit_cost*”: distanza dalla rete al centroide di destinazione;
4. “*total_cost*”, calcolata come somma dei tre precedenti.

Per integrare i dati di domanda della matrice O/D, è stata effettuata un’operazione di “join” tra il layer “OD_matrix_TOTALE” e la matrice di domanda, precedentemente elaborata. A tal fine, è stato creato un campo unificato in entrambi i layer, denominato “ID” mediante la formula:

$$to_string(floor(“orig_id”)) || ‘_’ || to_string(floor(“destination_id”))$$

Questo ha permesso di associare correttamente i flussi di domanda alle linee della rete senza alterarne la geometria originale (Fig. 34).

OD_Matrix_TOTALE — Elementi Totali: 18496, Filtrati: 18496, Selezionati: 0

	origin_id	destinatio	entry_cost	network_co	exit_cost	total_cost	ID	Matrice_da_assegnare_orig_id	Matrice_da_assegnare_dest_id	Matrice_da_assegnare_trips
1	2331	2331	0	0	0	0	2331_2331	2331	2331	0
2	2331	2332	46,9381778	50,5945628	43,7440344	141,2767750	2331_2332	2331	2332	0
3	2331	2333	46,9381778	1278,2069798	46,4520164	1371,5971740	2331_2333	2331	2333	0
4	2331	2334	46,9381778	1083,4745386	50,6113562	1181,0240725	2331_2334	2331	2334	0
5	2331	2335	46,9381778	1830,7015398	14,8788138	1892,5185314	2331_2335	2331	2335	0
6	2331	2336	46,9381778	1126,9288111	39,1866050	1213,0535938	2331_2336	2331	2336	0
7	2331	2337	46,9381778	678,7974057	28,1071378	753,8427213	2331_2337	2331	2337	0
8	2331	2338	46,9381778	969,9949271	16,0403075	1032,9734124	2331_2338	2331	2338	0
9	2331	2339	46,9381778	631,7312380	5,4083298	684,0777456	2331_2339	2331	2339	0
10	2331	2340	46,9381778	1351,1076608	19,0151160	1417,0609546	2331_2340	2331	2340	0
11	2331	2349	46,9381778	2565,9239158	38,1900909	2651,0521846	2331_2349	2331	2349	0,8420905529664526
12	2331	2350	46,9381778	4580,6295958	13,4008401	4640,9686137	2331_2350	2331	2350	0,3890978709507813
13	2331	2351	46,9381778	4865,1193649	23,7589328	4935,8164755	2331_2351	2331	2351	0,4411799611293206
14	2331	2352	46,9381778	3936,5776702	50,7177424	4034,2335904	2331_2352	2331	2352	0,10112648823182499
15	2331	2353	46,9381778	4375,1976565	22,9342041	4445,0700384	2331_2353	2331	2353	0,13220094235956786
16	2331	2354	46,9381778	4055,2361196	77,9179303	4180,0922277	2331_2354	2331	2354	0,0164590138422748763
17	2331	2355	46,9381778	3307,7095256	86,0545014	3440,7022048	2331_2355	2331	2355	0,11081093955012433
18	2331	2356	46,9381778	2485,9192949	2,5378276	2535,3953003	2331_2356	2331	2356	0,2554120340392052
19	2331	2357	46,9381778	2578,5845216	32,7746544	2658,2973537	2331_2357	2331	2357	1,8069112393394058
20	2331	2358	46,9381778	2994,0912774	16,8668566	3057,8963118	2331_2358	2331	2358	0,27304807564551314
21	2331	2359	46,9381778	2811,2158907	17,7131493	2875,8672179	2331_2359	2331	2359	0,297347579854823
22	2331	2360	46,9381778	3213,5491540	144,6681532	3405,1554850	2331_2360	2331	2360	0,5096094706406684
23	2331	2361	46,9381778	3752,7525243	28,8138709	3828,5045730	2331_2361	2331	2361	0,049221719099438212
24	2331	2362	46,9381778	3672,9981360	37,5948002	3757,5311141	2331_2362	2331	2362	0,4220426902272285
25	2331	2363	46,9381778	3703,4654252	71,9017317	3822,3053347	2331_2363	2331	2363	0,4562957330909434
26	2331	2364	46,9381778	4133,6950759	36,9242860	4217,5575397	2331_2364	2331	2364	17,577349184108037
27	2331	2365	46,9381778	4251,4898599	60,3307671	4358,7588047	2331_2365	2331	2365	0,14881969379505533
28	2331	2366	46,9381778	3835,6024538	49,0608414	3931,6014730	2331_2366	2331	2366	0,081682949696123511
29	2331	2367	46,9381778	3907,0129815	25,3786064	3979,3297657	2331_2367	2331	2367	0,2621140476375443
30	2331	2368	46,9381778	2537,7856406	17,0683202	2601,7921386	2331_2368	2331	2368	2,436294766910193
31	2331	2369	46,9381778	4020,1682176	34,5515422	4101,6579376	2331_2369	2331	2369	0,08181359707254178
32	2331	2370	46,9381778	4481,8387417	25,5711994	4554,3481189	2331_2370	2331	2370	0,41401330891856414
33	2331	2371	46,9381778	4486,9297746	12,9820508	4546,8500032	2331_2371	2331	2371	0,06576652909773946

Figura 34-Stralcio tabella attributi "OD_matrix_TOTALE", con le rispettive voci di costo e il join con la matrice OD da assegnare

Infine, per ottenere la distribuzione complessiva dei flussi sulle connessioni della rete, è stato utilizzato il comando “*Unisci attributi per posizione (riepilogo)*”, che consente di aggregare i valori di un *layer* di input in base alla posizione geografica delle feature di un *layer* target. Nel presente studio, l’operazione ha previsto la somma della colonna “*trips*” della matrice O/D, fornendo così i flussi giornalieri totali lungo ciascun arco della rete (Fig. 35). Questo procedimento ha permesso di ottenere una rappresentazione dettagliata della distribuzione della domanda potenziale del servizio DRT sulla rete, costituita dai percorsi più probabili tra le diverse TAZ dell’area di studio.

Flusso_Passeggeri — Elementi Totali: 804, Filtrati: 804, Selezionati: 0

	origin_id	destinatio	entry_cost	network_co	exit_cost	total_cost	ID	Matrice__3
1	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	857,630168
2	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	856,953593
3	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	852,359602
4	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	847,242573
5	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	727,389006
6	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	717,499050
7	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	714,903609
8	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	714,868838
9	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	711,923377
10	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	711,855730
11	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	707,571614
12	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	704,509646
13	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	702,167346
14	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	682,254218
15	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	671,890110
16	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	662,188264
17	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	659,412010
18	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	656,904921
19	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	645,426700
20	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	641,337446
21	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	622,561990
22	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	605,162773
23	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	602,349398
24	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	593,763997
25	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	592,718373
26	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	583,306606
27	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	571,046349
28	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	569,142744
29	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	566,972665
30	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	552,133727
31	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	549,677482
32	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	529,551372
33	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	437,262567
34	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	414,427147
35	2783	2749	17,5337642	2697,9959401	39,8510379	2755,3807421	2783_2749	399,942645

Figura 35- Stralcio tabella attributi "Flusso passeggeri" la cui ultima colonna rappresenta la somma dei flussi

Il risultato finale dell'assegnazione ha consentito di individuare gli archi della rete maggiormente caricati, ossia quelli caratterizzati dai flussi di domanda più elevati (Fig. 36).

Tali archi rappresentano i corridoi di maggiore potenziale per l'introduzione di un servizio di microtransit, in quanto identificano le direttrici lungo le quali si concentra la domanda di spostamento. Questi risultati costituiscono, pertanto, la base conoscitiva per la successiva fase di pianificazione, finalizzata alla definizione di linee a percorso fisso integrate con deviazioni flessibili, in grado di rispondere in modo efficiente e adattivo alle esigenze di mobilità dell'utenza. I risultati si riportano di seguito:

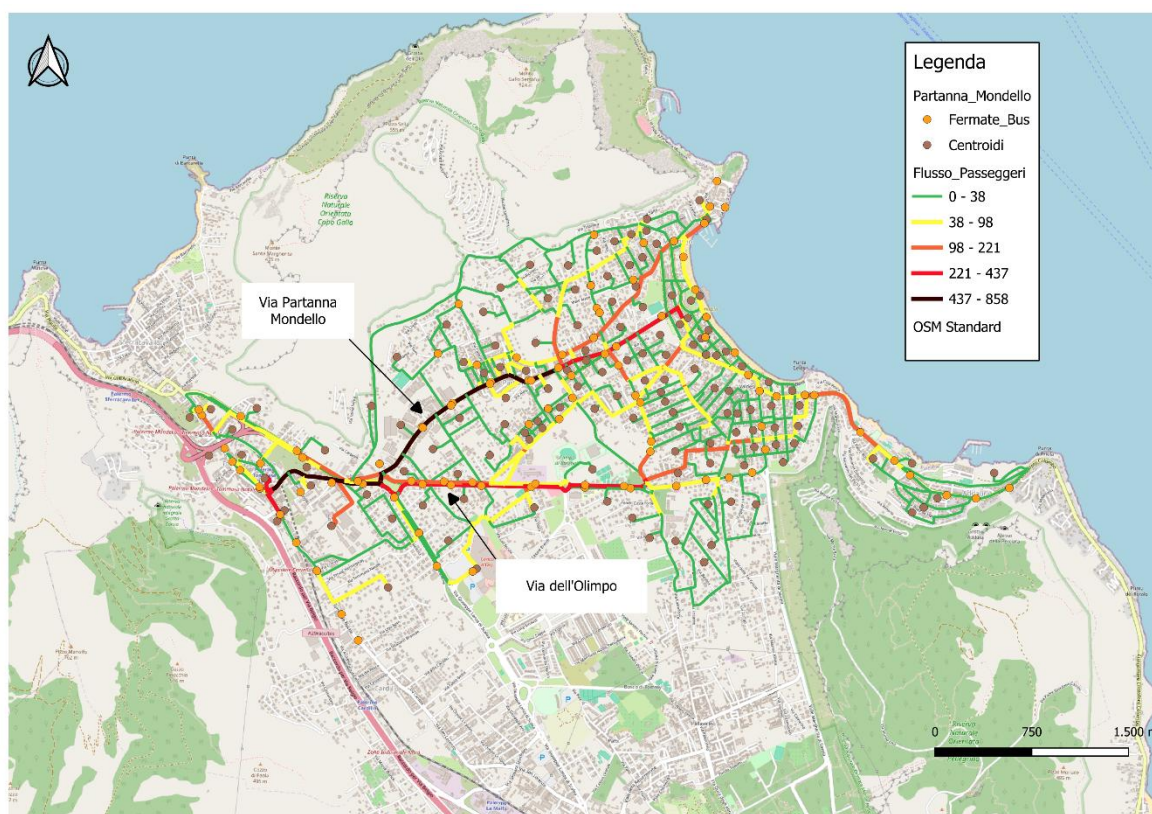


Figura 36- Risultato assegnazione del traffico con l'identificazione delle linee di desiderio. La mappa mostra il flusso passeggeri semi-giornaliero per ogni arco.

Dall'analisi dei risultati dell'assegnazione, illustrati nella figura precedente, emerge che le due strade maggiormente caricate sono risultate Via Partanna Mondello e Via dell'Olimpo, caratterizzate da un flusso stimato di circa 1.715 passeggeri al giorno per direzione. Valori di flusso inferiori, ma comunque significativi, sono stati riscontrati lungo Via Tommaso Natale (566), Via Apollo (396), Viale Cristoforo Colombo (306), Via Torre di Mondello (292), Via Mattei (228), Via Chirone (166) e Via Lanza di Scalea (154). Sebbene tali valori risultino più contenuti rispetto ai corridoi principali, essi rivestono un ruolo fondamentale nell'individuazione delle potenziali deviazioni di percorso. Infatti, mentre gli archi con i flussi più elevati costituiscono i candidati naturali per la definizione delle linee a percorso

fisso, quelli con volumi intermedi suggeriscono possibili estensioni flessibili del servizio, necessarie per intercettare una domanda diffusa ma non trascurabile, garantendo al contempo una copertura territoriale più capillare e inclusiva.

In conclusione, i risultati ottenuti dall'assegnazione consentono di individuare i principali assi di domanda e le aree a flusso intermedio, costituendo la base per la progettazione del servizio DRT. Nel paragrafo successivo si procederà, mediante l'ausilio di un algoritmo dedicato, all'identificazione delle linee fisse e delle potenziali deviazioni di percorso, al fine di delineare la configurazione ottimale della rete di microtransit.

4.10. IDENTIFICAZIONE LINEE FISSE E DEVIAZIONI DI PERCORSO

L'identificazione delle linee fisse e delle deviazioni di percorso rappresenta un passaggio operativo importante per la definizione della configurazione del servizio di microtransit, poiché consente di tradurre i risultati dell'assegnazione dei flussi in una rete funzionale e coerente con la domanda potenziale. A partire dai risultati dell'assegnazione al grafo, che hanno evidenziato gli archi maggiormente caricati e quelli caratterizzati da flussi intermedi, si è proceduto all'elaborazione ai percorsi di rete più idonei alla definizione delle linee fisse e delle relative deviazioni. Tale procedura permette di garantire un'elevata copertura territoriale, mantenendo al contempo livelli di servizio coerenti con la domanda potenziale di mobilità e con gli obiettivi di sostenibilità e inclusività del sistema di trasporto proposto. A tal fine, è stato sviluppato un algoritmo dedicato, volto a individuare in modo oggettivo e replicabile i percorsi stradali che meglio rispondono alla domanda potenziale, garantendo al contempo la connessione con i principali nodi di trasporto pubblico locale. L'algoritmo, implementato seguendo una logica iterativa, si articola in una sequenza di fasi operative. Il processo seguito può essere sintetizzato (Fig.37) secondo gli step seguenti.

1. Assegnazione della matrice O/D al grafo: è stata eseguita un'assegnazione della matrice origine/destinazione alla rete stradale. Tale procedura ha consentito di calcolare, per ciascun arco del grafo, il valore di flusso risultante dal percorso minimo tra ogni coppia O/D, permettendo di ottenere una prima distribuzione spaziale della domanda di spostamento.

2. Definizione dei punti di interscambio principali (PUDOs): sono stati individuati due punti strategici, indicati come A e B, corrispondenti a nodi caratterizzati da un'elevata qualità del servizio di trasporto pubblico tradizionale (linea di autobus 806, al nodo "Parcheggio Galatea" e la stazione ferroviaria "Palermo-Tommaso Natale"). Questi due punti rappresentano poli attrattori e generatori di traffico e sono stati selezionati come estremi delle linee fisse, al fine di garantire l'integrazione del servizio DRT con la rete esistente e di consentire il trasferimento verso destinazioni esterne e più distanti.
3. Ricerca dei percorsi tra i nodi principali: l'algoritmo ha calcolato tutti i percorsi possibili tra i due PUDOs (A e B) entro una soglia di costo predefinita, corrispondente al tempo di viaggio massimo ammissibile. Questa operazione ha consentito di individuare l'insieme dei percorsi potenzialmente candidati a costituire la rete fissa del servizio.
4. Selezione del percorso con flusso massimo: tra i percorsi ottenuti, è stato selezionato quello con il flusso totale più elevato, identificato come la direttrice principale di spostamento tra i due nodi.
5. Verifica della soglia di flusso: il flusso del percorso selezionato è stato confrontato con una soglia di riferimento pari al 70% del flusso complessivo della rete. Qualora il flusso individuato non raggiungesse tale soglia, l'algoritmo prosegue alla fase successiva.
6. Iterazione e selezione di percorsi aggiuntivi: se il flusso non risulta sufficiente, l'algoritmo, mantenendo valido il primo percorso selezionato, ricerca un secondo percorso alternativo tra A e B, sempre entro la soglia di costo, che permetta di incrementare il flusso complessivo, anche utilizzando parzialmente archi già appartenenti al percorso iniziale. Il processo iterativo prosegue finché non viene raggiunta la soglia di flusso definita.
7. Introduzione di un ulteriore nodo, se necessario: nel caso in cui la soglia di flusso non possa essere raggiunta con i percorsi tra A e B, viene introdotto un nuovo nodo PUDO, individuato in base al residuo potenziale di generazione o attrazione di viaggi, così da ampliare la copertura del servizio.

```

PROCEDURE ComputeFixedRoutes(G=(N,L), c, f, A, B,  $\delta$ ,  $\alpha$ , RankPUDOs)
# INPUT
# G=(N,L) : directed graph with nodes N and links L
# c[i,j] > 0 : travel cost on link (i,j)  $\in$  L
# f[i,j]  $\geq$  0 : flow assigned to link (i,j)
# A, B  $\in$  N : fixed PUDOs (e.g. transport hubs) with the highest attracted
# and generated demand
#  $\delta \geq 0$  : tolerance on path cost over the cost of the shortest path
#  $\alpha \in (0,1)$  : desired threshold of covered flow
# RankPUDOs : optional list of candidate PUDOs ordered by (attracted+generated) demand
#
# OUTPUT
# FixedLine = [P1, P2, ..., Pk] (ordered list of selected paths)

F  $\leftarrow$  SUM_{(i,j) $\in$ L} f[i,j] # total flow on the graph
FixedLine  $\leftarrow$  {}
CoveredLinks  $\leftarrow$  {} # set of covered links
UsedPUDOs  $\leftarrow$  {A, B}

WHILE TRUE:
# ---- (1) Shortest paths and cost thresholds ----
(Pshort_AB, cshort_AB)  $\leftarrow$  SHORTEST_PATH(G, c, A, B)
(Pshort_BA, cshort_BA)  $\leftarrow$  SHORTEST_PATH(G, c, B, A)
 $\theta_{AB} \leftarrow$  cshort_AB * (1 +  $\delta$ )
 $\theta_{BA} \leftarrow$  cshort_BA * (1 +  $\delta$ )

# ---- (2) Set of admissible paths (both directions) ----
P $\theta_{AB}$   $\leftarrow$  ENUM_ADMISSIBLE_PATHS(G, c, A, B,  $\theta_{AB}$ )
P $\theta_{BA}$   $\leftarrow$  ENUM_ADMISSIBLE_PATHS(G, c, B, A,  $\theta_{BA}$ )
P $\theta$   $\leftarrow$  (P $\theta_{AB}$   $\cup$  P $\theta_{BA}$ )

IF P $\theta$   $\neq$  {} THEN
# No A-B path within the cost threshold: try a new PUDO.
I  $\leftarrow$  NEXT_PUDO_WITH_MAX_RESIDUAL_DEMAND(RankPUDOs, UsedPUDOs, CoveredLinks, f)
IF I = NIL THEN BREAK
B  $\leftarrow$  I
UsedPUDOs  $\leftarrow$  UsedPUDOs  $\cup$  {I}
CONTINUE
END IF

# ----- (3) Flow on an admissible path -----
 $\Phi(P) =$  SUM_{(i,j) $\in$ LINKS(P)} f[i,j]

# ----- (4) First selected path -----
IF FixedLine is EMPTY THEN
P1  $\leftarrow$  ARGMAX_{P $\in$ P $\theta$ }  $\Phi(P)$ 
APPEND(FixedLine, P1)
CoveredLinks  $\leftarrow$  CoveredLinks  $\cup$  LINKS(P1)
 $\Phi_{cum} \leftarrow$  SUM_{(i,j) $\in$ CoveredLinks} f[i,j]
IF  $\Phi_{cum} \geq \alpha * F$  THEN BREAK
END IF

# ----- (5) Iterative augmentation -----
REPEAT
Candidates  $\leftarrow$  P $\theta$  \ FixedLine # set difference (paths not yet selected)
IF Candidates = {} THEN EXIT REPEAT

# Additional (marginal) flow of a path:
 $\Phi_{add}(P) =$  SUM_{(i,j) $\in$ (LINKS(P) \ CoveredLinks)} f[i,j]
Pnext  $\leftarrow$  ARGMAX_{P  $\in$  Candidates}  $\Phi_{add}(P)$ 

IF  $\Phi_{add}(Pnext) = 0$  THEN EXIT REPEAT

APPEND(FixedLine, Pnext)
CoveredLinks  $\leftarrow$  CoveredLinks  $\cup$  LINKS(Pnext)
 $\Phi_{cum} \leftarrow$  SUM_{(i,j) $\in$ CoveredLinks} f[i,j]
UNTIL  $\Phi_{cum} \geq \alpha * F$ 

# ----- (6) Stopping condition -----
IF  $\Phi_{cum} \geq \alpha * F$  THEN BREAK

# No further gain with current (A,B): pivot to another PUDO
I  $\leftarrow$  NEXT_PUDO_WITH_MAX_RESIDUAL_DEMAND(RankPUDOs, UsedPUDOs, CoveredLinks, f)
IF I = NIL THEN BREAK
B  $\leftarrow$  I
UsedPUDOs  $\leftarrow$  UsedPUDOs  $\cup$  {I}
END WHILE

# ---- (7) Final output ----
RETURN FixedLine
END PROCEDURE

FUNCTIONS:
#  $\Phi(P)$ : returns path flow
 $\Phi(P) =$  SUM_{(i,j) $\in$ LINKS(P)} f[i,j]

#  $\Phi_{add}(P)$ : returns additional (marginal) flow relative to CoveredLinks
 $\Phi_{add}(P) =$  SUM_{(i,j) $\in$ (LINKS(P) \ CoveredLinks)} f[i,j]

# LINKS(P): set of links composing path P

# Enumerate simple paths s-t with cost  $\leq \theta$ 
ENUM_ADMISSIBLE_PATHS(G, c, s, t,  $\theta$ )

# Pick next PUDO with maximum residual demand: if none exists return NIL
NEXT_PUDO_WITH_MAX_RESIDUAL_DEMAND(RankPUDOs, UsedPUDOs, CoveredLinks, f):
# RD(v) = SUM_{(i,j) $\in$ L : (i=v OR j=v) AND (i,j)  $\notin$  CoveredLinks} f[i,j]
FOR v IN RankPUDOs IN ORDER:
IF v  $\notin$  UsedPUDOs AND RD(v) > 0:
RETURN v
RETURN NIL

```

Figura 37- Algoritmo per l'identificazione delle linee fisse del microtransit

L'applicazione dell'algoritmo ha condotto all'individuazione di due linee fisse principali, denominate A e B, che si sviluppano lungo Viale dell'Olimpo, Via Partanna Mondello e Via Mattei, coprendo l'intera area di studio rispettivamente in senso orario (linea A) e antiorario (linea B). Tale configurazione è stata scelta per consentire agli utenti di raggiungere la destinazione desiderata senza dover compiere l'intero circuito, riducendo così i tempi di attesa alle fermate e il tempo di percorrenza a bordo. Entrambe le linee hanno una lunghezza di circa 11 km, con un tempo medio di viaggio pari a 33 minuti per la linea A e 34 minuti per la linea B, considerando una velocità commerciale di 20 km/h.

Parallelamente, sono state individuate otto deviazioni per ciascuna linea fissa, localizzate in corrispondenza delle aree che, pur non presentando flussi massimi, hanno mostrato valori di domanda comunque significativi. Le deviazioni sono state definite tenendo conto del tempo aggiuntivo che i passeggeri già a bordo avrebbero dovuto sostenere in caso di deviazione, cercando di limitarlo per garantire l'affidabilità e la regolarità del servizio. In alcuni casi, sono stati previsti nodi di inversione per evitare che i veicoli dovessero percorrere interamente la deviazione, ottimizzando così i tempi di servizio e la copertura territoriale (Fig. 38 e Fig. 39).

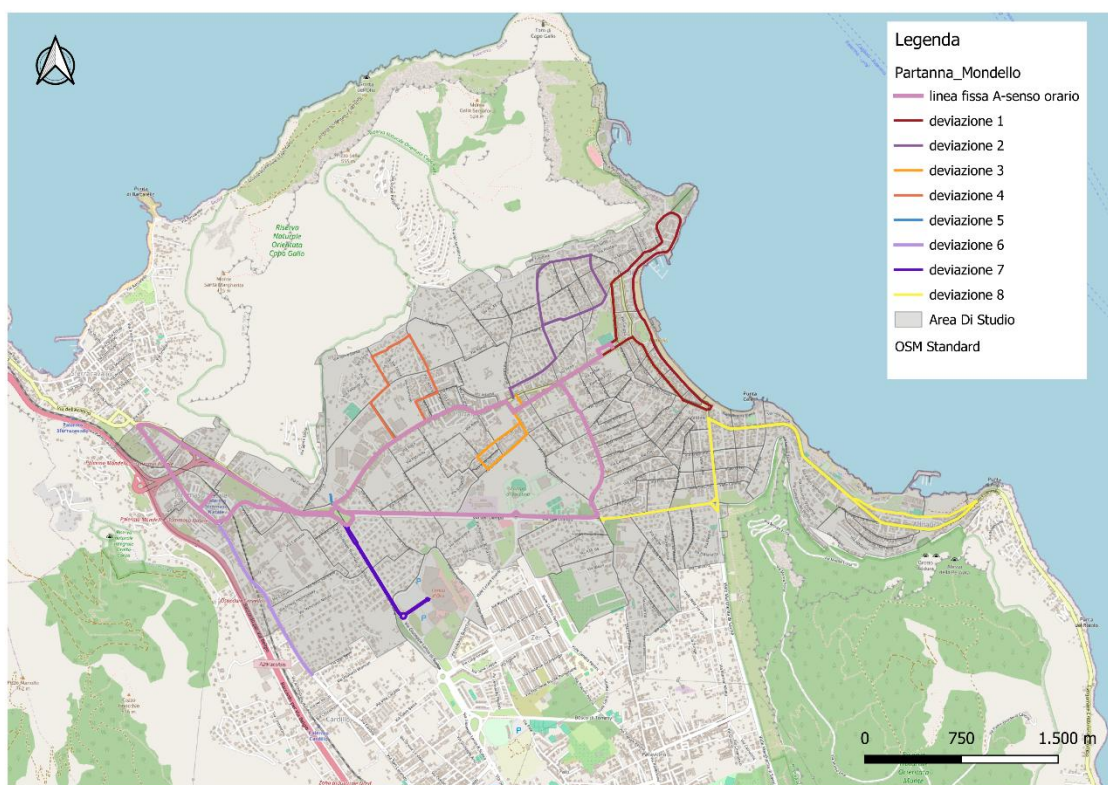


Figura 38- Linea fissa A (rosa) e deviazioni di percorso

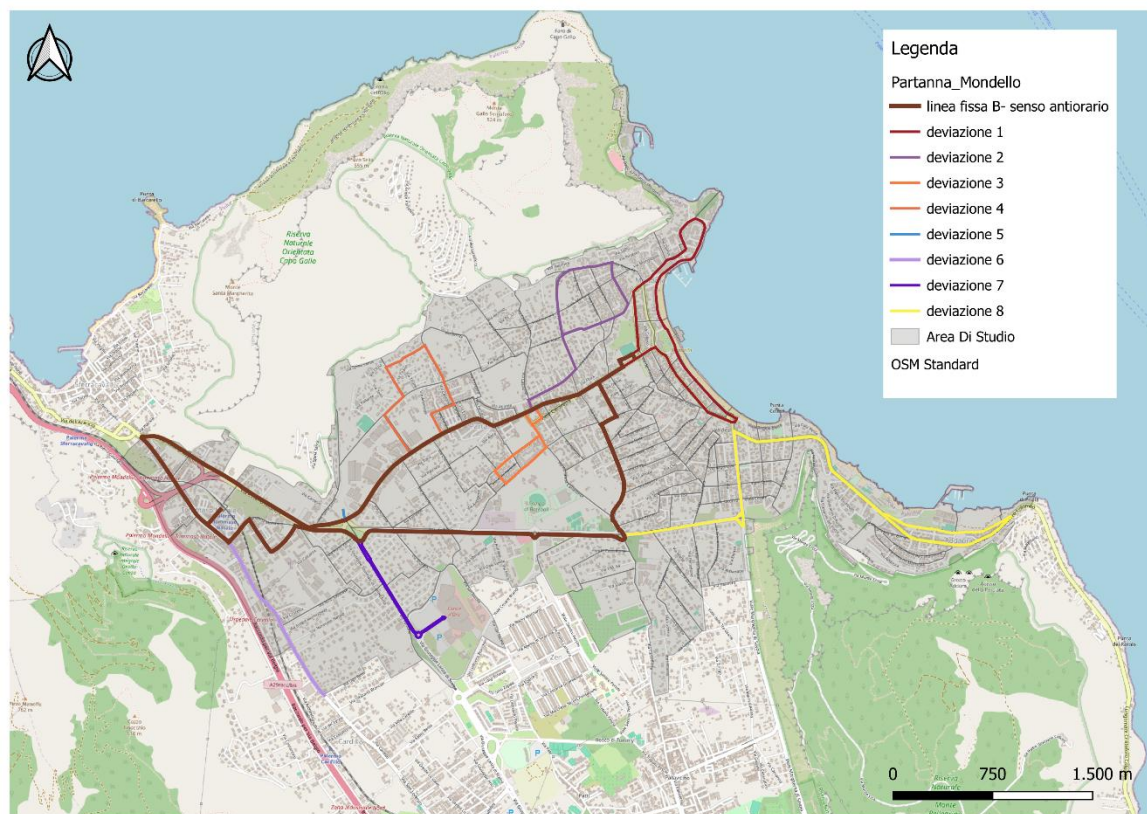


Figura 39-Linea fissa B (marrone) e deviazioni di percorso

Una volta definite le linee fisse, è stata stabilita una soglia per i flussi di traffico compresi tra 150 e 500 passeggeri/giorno, al di sotto della quale non si è ritenuto opportuno introdurre un servizio dedicato. Il valore di 150 passeggeri/giorno non rappresenta una soglia assoluta, bensì un criterio di ottimizzazione calibrato sul caso studio analizzato. Si tratta di un valore volutamente cautelativo, in quanto identifica una domanda contenuta ma comunque significativa ai fini dell'introduzione di deviazioni mirate del servizio. L'obiettivo non è quello di attivare linee fisse per tali flussi, bensì di individuare possibili deviazioni di percorso e localizzare i punti di *Pick-Up/Drop-Off* (PUDO) lungo gli archi a maggiore potenziale di utenza. La definizione della soglia è strettamente connessa alla successiva fase di verifica dell'accessibilità pedonale, basata sul criterio dei 10 minuti massimi di percorrenza a piedi per il raggiungimento delle fermate. La fase cruciale dell'analisi consiste infatti nel controllare che i PUDO, che saranno individuati anche in relazione alle linee fisse e le deviazioni di percorso ipotizzate durante questo step metodologico, garantiscano adeguati livelli di accessibilità rispetto ai punti di origine e destinazione della domanda. Qualora tale condizione non risultasse soddisfatta, il processo prevede un ritorno allo step di stima della domanda e una revisione delle ipotesi del servizio. Le deviazioni, tuttavia, sono

state selezionate sulla base non solo di criteri quantitativi, legati ai flussi passeggeri, ma anche qualitativi, riguardanti la posizione strategica rispetto alla rete di trasporto esistente. Alcune deviazioni, come la deviazione 1 in corrispondenza lungomare e Piazza Mondello e la deviazione 6 in Via Tommaso Natale, sono state considerate per l'elevato volume di traffico e la loro rilevanza strategica: la deviazione 1 serve un'area ad alta attrattività turistica e residenziale, mentre la deviazione 6 è prossima alla stazione ferroviaria, nodo di trasbordo fondamentale per l'integrazione del DRT con il trasporto pubblico convenzionale. Altre deviazioni, come la 2 (Via Aiace) e la 4 (Via Santocanale), pur non presentando valori di flusso particolarmente elevati, sono state incluse poiché rappresentano aree non servite dal trasporto pubblico locale. L'introduzione di tali deviazioni consente di colmare un evidente vuoto di servizio, migliorando la copertura territoriale e garantendo una maggiore inclusività del sistema di trasporto.

4.11. DIMENSIONAMENTO DELLA FLOTTA

Un aspetto fondamentale nella fase di progettazione del servizio riguarda la determinazione del numero ottimale di veicoli necessari a garantire livelli adeguati di servizio e a contenere, al contempo, i tempi di attesa alle fermate. Dopo aver stimato i flussi di passeggeri su ciascun arco della rete, l'attenzione è stata rivolta alla quantificazione della flotta necessaria per soddisfare la domanda complessiva, assicurando la continuità e l'affidabilità del servizio DRT. A tal fine, il dimensionamento è stato condotto prendendo come riferimento il tratto viario caratterizzato dal più elevato volume di traffico passeggeri, individuato in Via Partanna Mondello, dove il flusso stimato è risultato pari a 1.715,26 passeggeri giornalieri, corrispondenti a 245,03 passeggeri nelle 7 ore operative del servizio. Tale valore rappresenta il picco della domanda nell'area di studio e costituisce un punto di riferimento per la calibrazione del servizio. Considerando la probabilità di ricevere richieste di deviazione dalle fermate collocate lungo i percorsi secondari, è stato ipotizzato un tempo medio di giro (T_G) pari a 50 minuti, che tiene conto dei tempi di percorrenza, delle fermate intermedie e dei potenziali ritardi dovuti alle deviazioni. Sulla base di tali ipotesi operative, e considerando che il servizio opererà con minibus da 22 posti, utilizzando la formula sotto riportata, è stato stimato che il servizio possa essere garantito in maniera efficiente mediante una flotta di dieci minibus.

$$N^{\circ}_{\text{mezzi}} = \frac{\text{Domanda} \left[\frac{\text{pass}}{h} \right]}{\text{Capacità}_{\text{minibus}} \left[\frac{\text{pass}}{\text{bus}} \right]} \cdot T_G[h] \quad (1)$$

La scelta di adottare minibus da 22 posti deriva da una valutazione comparativa rispetto ad alternative di capacità inferiore o superiore. Veicoli di piccola taglia (8–12 posti) risultano ottimali in presenza di domanda fortemente dispersa, ma avrebbero comportato un aumento del numero di veicoli necessari per assorbire il carico massimo stimato, con conseguente incremento dei costi operativi e maggiore complessità gestionale. Al contrario, l'impiego di autobus di capacità superiore (30–40 posti) avrebbe determinato un sovradimensionamento rispetto ai livelli medi di domanda nelle ore di morbida, riducendo il coefficiente di riempimento e compromettendo l'efficienza economica del servizio. Il minibus da 22 posti rappresenta pertanto una soluzione intermedia coerente con il modello semiflessibile adottato: sufficientemente capiente da garantire continuità e affidabilità nelle fasce di morbida con domanda concentrata su alcuni assi principali, ma al contempo adeguatamente dimensionato per operare su percorsi con deviazioni e fermate opzionali. Tale configurazione consente inoltre di gestire eventuali richieste di deviazione senza compromettere la regolarità del servizio.

La gestione del servizio è stata ipotizzata in capo all'azienda di trasporto pubblico AMAT, già operativa nel territorio comunale. In questa prospettiva, il nuovo servizio DRT non rappresenta un'aggiunta isolata al sistema esistente, bensì una componente integrata della rete, finalizzata a migliorarne l'efficienza e l'equità territoriale. Di conseguenza, si prevede una parziale riorganizzazione delle risorse attualmente in esercizio, in modo da evitare duplicazioni di servizio e ottimizzare l'utilizzo dei mezzi.

In particolare, si ipotizza la riconversione di otto autobus attualmente impiegati su linee che ricadono all'interno dell'area di studio, selezionate sulla base delle frequenze di esercizio e delle zone servite. Nello specifico, si prevede la dismissione di tre autobus dalla linea 614, tre dalla linea 645, e uno rispettivamente dalle linee 603 e 616. Le linee 614 e 645, pur garantendo una buona regolarità di servizio, coprono itinerari che saranno serviti dal nuovo servizio a chiamata, rendendo pertanto opportuno un intervento di riallocazione delle risorse. Le linee 603 e 616, invece, presentano frequenze ridotte (circa 1,5 bus/ora) ma servono aree periferiche e a bassa densità, quali Barcarello e Sferracavallo. Per tali aree, che risultano particolarmente sensibili sotto il profilo dell'accessibilità, è stato previsto un

ridimensionamento contenuto, con la rimozione di un solo autobus per ciascuna linea. Un'ulteriore considerazione riguarda la linea 603, che collega la zona costiera dell'Addaura con il quartiere di Vergine Maria, attualmente priva di alternative di trasporto pubblico diretto. Per prevenire l'isolamento di quest'area e preservarne i livelli minimi di accessibilità, si è scelto di ridurre solo parzialmente il servizio, mantenendo la presenza di un mezzo.

Complessivamente, la proposta progettuale prevede quindi l'impiego di dieci minibus da 22 posti, ottenuti in parte dalla riconversione di otto veicoli esistenti e in parte mediante l'introduzione di due nuovi mezzi. Tale configurazione consentirà di rispondere efficacemente alla domanda di mobilità prevista, favorendo l'integrazione con la rete ferroviaria e con la linea 806, che costituisce uno dei principali collegamenti verso il centro urbano. Il risultato atteso è una rete più flessibile, multimodale e socialmente equa, capace di combinare l'efficienza del trasporto collettivo tradizionale con la flessibilità e la capillarità tipiche dei servizi a domanda.

I risultati ottenuti da questa fase di analisi non assumono rilevanza esclusivamente dal punto di vista operativo, ma rappresentano anche una base conoscitiva essenziale per le successive valutazioni di equità sociale del sistema. In particolare, la distribuzione dei flussi di domanda, le caratteristiche dei percorsi e la disponibilità della flotta costituiranno elementi centrali nella definizione della funzione obiettivo volta a individuare la combinazione tariffaria ottimale, capace di garantire un equilibrio tra sostenibilità economica, accessibilità e inclusione sociale.

4.12. IDENTIFICAZIONE DEI PUDO

L'efficacia e l'affidabilità di un servizio di trasporto a domanda, come quello di tipo Demand-Responsive Transit (DRT), dipendono in larga misura dalla corretta individuazione e configurazione dei punti di *Pick-Up* e *Drop-Off* (PUDO), ossia le fermate in cui gli utenti possono salire o scendere dal veicolo. Tali punti rappresentano il collegamento fisico tra l'utente e il sistema di trasporto, e costituiscono un elemento fondamentale sia per la qualità percepita del servizio, sia per l'efficienza operativa della flotta. La progettazione di una rete di PUDO adeguata richiede una valutazione integrata di diversi aspetti: la sicurezza per utenti e veicoli, l'accessibilità pedonale, la riconoscibilità dei punti di fermata e la loro prossimità alle principali attrazioni e poli di interesse. In particolare, la corretta distribuzione spaziale delle fermate incide direttamente sul livello di copertura territoriale e sulla facilità

di accesso al servizio, influenzando di conseguenza la propensione all'utilizzo del microtransit rispetto al mezzo privato. In questo paragrafo si illustrerà il processo di definizione dei PUDO all'interno dell'area di studio, in coerenza con gli obiettivi di equità, accessibilità e integrazione multimodale delineati nelle fasi precedenti della ricerca. Dopo aver stabilito i criteri tecnico-funzionali e di sicurezza necessari per la scelta delle fermate, sono stati analizzati i nodi di fermata esistenti, integrandoli con nuove localizzazioni strategiche individuate tramite un'analisi di accessibilità pedonale. Tale procedura ha consentito di garantire una copertura omogenea del territorio e di massimizzare la connessione con il sistema del trasporto pubblico locale, con particolare attenzione alla stazione ferroviaria di Tommaso Natale e al parcheggio Galatea e ai principali servizi di interesse collettivo. Per l'individuazione dei punti di *Pick-Up* e *Drop-Off* sono stati definiti alcuni criteri fondamentali che ogni localizzazione deve soddisfare affinché possa essere considerata idonea:

1. la posizione deve consentire al veicolo di effettuare la fermata in sicurezza, senza ostacolare il normale flusso veicolare;
2. deve garantire che l'utente possa attendere il veicolo in condizioni di sicurezza;
3. deve essere facilmente identificabile e riconoscibile dagli utenti;
4. deve trovarsi a una distanza pedonale accettabile dalla maggior parte delle residenze e dei punti di interesse presenti nell'area di studio.

Con riferimento al secondo criterio, particolare attenzione è stata posta alla sicurezza pedonale. Le fermate devono essere localizzate su marciapiedi o aree pavimentate, in grado di offrire uno spazio sicuro per l'attesa del mezzo e di minimizzare i conflitti tra utenti e veicoli in movimento. Sono state pertanto escluse le aree prive di infrastrutture pedonali, come banchine sterrate, spartitraffico erbosi o strade senza marciapiede, che avrebbero potuto costringere gli utenti a muoversi pericolosamente a ridosso della carreggiata. Tale attenzione risulta particolarmente rilevante per le fasce di popolazione vulnerabili, come gli anziani o le persone con mobilità ridotta, per le quali tali condizioni rappresentano un rischio significativo. Oltre alla sicurezza fisica, è stato considerato anche l'aspetto della sicurezza percepita, soprattutto nelle aree suburbane o scarsamente illuminate. Per questo motivo, le fermate selezionate e le nuove proposte sono state localizzate in corrispondenza di tratti

stradali dotati di illuminazione pedonale adeguata, fattore riconosciuto come determinante nel migliorare la percezione di sicurezza degli utenti (Wei et al., 2025).

Nella prima fase di analisi, sono state prese in considerazione le fermate del trasporto pubblico locale esistenti lungo i percorsi fissi e le deviazioni del servizio proposto, includendole nel set iniziale dei potenziali PUDO. Tali fermate, già collocate in punti sicuri e ben conosciuti dalla popolazione locale, presentano ulteriori vantaggi: la loro visibilità, la familiarità per gli utenti e la possibilità di utilizzare i pali o le pensiline esistenti per fornire informazioni relative al nuovo servizio DRT. Inoltre, la loro localizzazione è stata definita dall'azienda di trasporto pubblico tenendo conto della prossimità a poli di attrazione e punti di interesse, garantendo così una base ottimale per la progettazione del sistema di fermate. Per soddisfare il quarto criterio, ossia la raggiungibilità pedonale, è stata condotta un'analisi di accessibilità alle fermate, finalizzata a individuare le aree effettivamente servite e quelle invece scoperte. Tale analisi ha valutato le aree di influenza pedonale (*catchment areas*) entro 5 minuti (300 m) e 10 minuti (600 m) di cammino da ciascuna fermata. Le aree non coperte dalle *catchment areas* sono state identificate e successivamente integrate mediante l'introduzione di nuovi PUDO, con l'obiettivo di estendere la copertura territoriale e di servire efficacemente i principali punti di interesse non raggiunti. (Fig. 40).

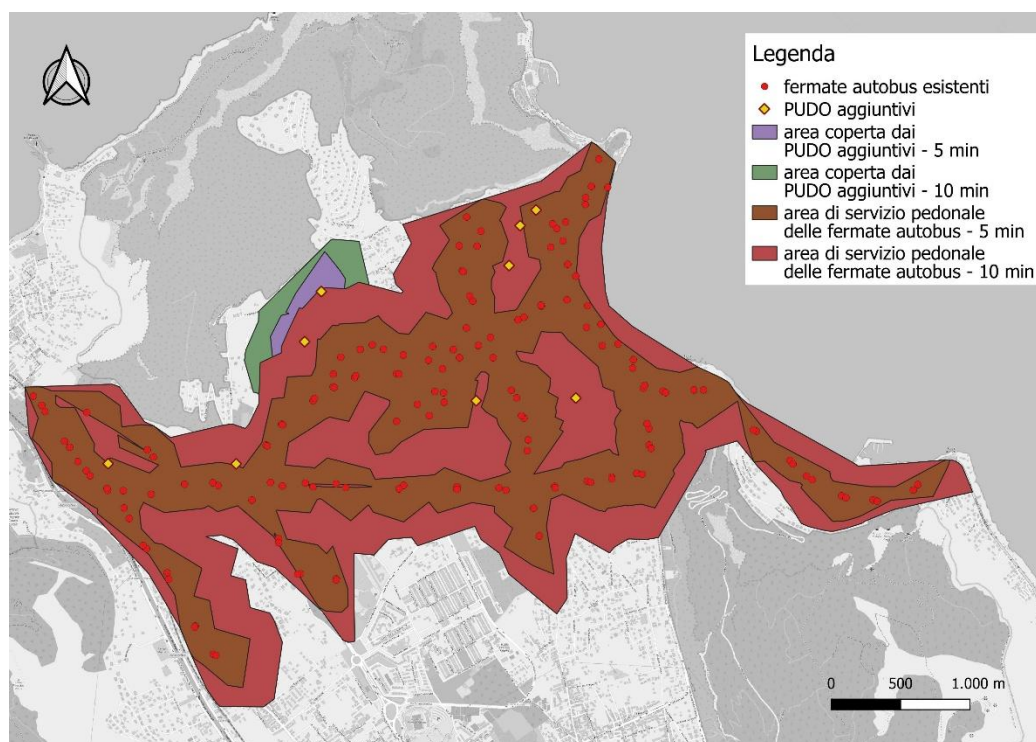


Figura 40- Identificazione delle aree scoperte e definizione di PUDOs addizionali

In particolare, sono stati aggiunti nuovi PUDO nella parte settentrionale dell'area di studio per migliorare l'accessibilità complessiva, uno in corrispondenza della stazione ferroviaria di Tommaso Natale, con lo scopo di promuovere l'integrazione intermodale con il servizio ferroviario, e un altro in prossimità di alcuni supermercati, considerati poli attrattori di flussi quotidiani significativi. Tutti i nuovi PUDO sono stati localizzati in siti che rispettano pienamente i criteri di sicurezza, visibilità e accessibilità precedentemente definiti. Per garantire che i punti di salita e discesa siano facilmente identificabili dagli utenti, si è scelto di collocare i nuovi PUDO in corrispondenza di intersezioni stradali o in prossimità di servizi di riferimento facilmente riconoscibili (come supermercati o edifici pubblici). Nella fase di sperimentazione (descritta nel Capitolo 6), tali PUDO saranno denominati in base al nome delle vie intersecanti o al servizio principale presente in prossimità della fermata, così da agevolarne il riconoscimento e l'utilizzo. È stato inoltre introdotto un vincolo tecnico legato al funzionamento delle applicazioni mobili di supporto al servizio: per consentire ai sistemi di navigazione basati su GPS di distinguere correttamente le fermate lungo la stessa linea, è necessario che due PUDO consecutivi siano distanti almeno 200 metri. A seguito di questa condizione, alcune fermate originariamente incluse nel set iniziale sono state rimosse per evitare interferenze e garantire la compatibilità tecnologica del sistema.

Completata la definizione e la verifica dei PUDO, è stata infine calcolata la quota di popolazione servita dal servizio di microtransit entro una distanza pedonale accessibile. I risultati mostrano che, considerando le linee fisse e le deviazioni della Linea A, circa il 54% degli abitanti risiede entro 5 minuti a piedi da un PUDO, e quasi il 90% entro 10 minuti (Fig. 41). Per la Linea B, tali percentuali aumentano rispettivamente al 60% e al 92% (Fig. 42).

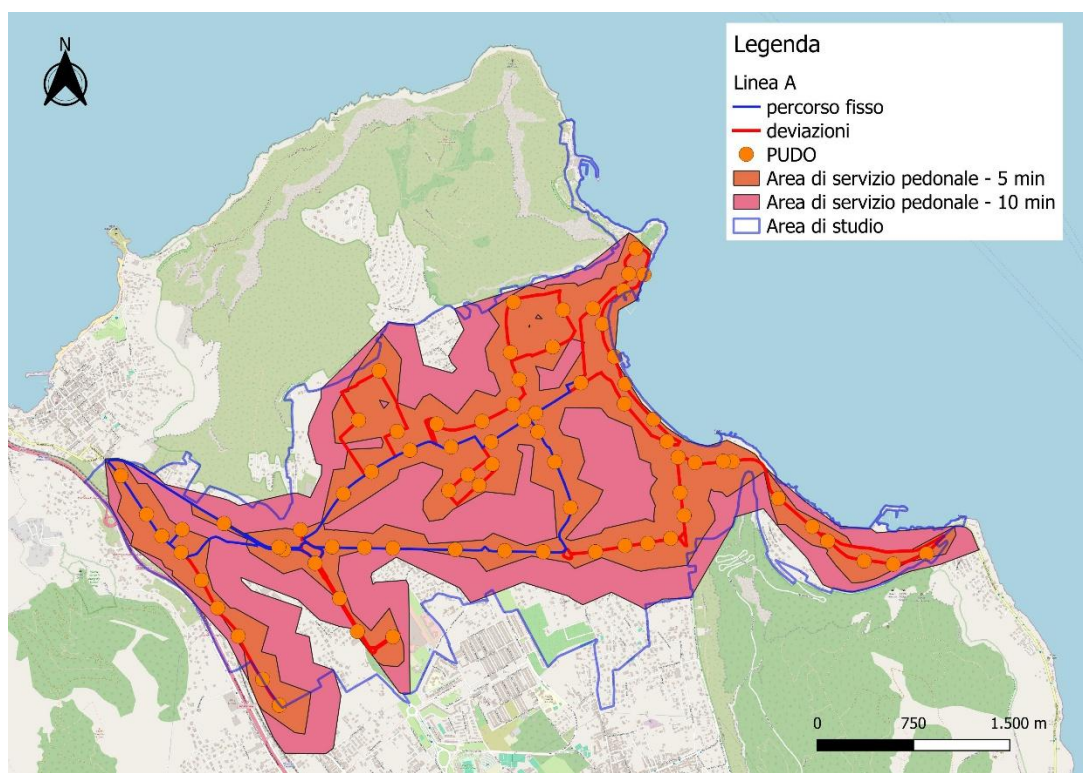


Figura 41- La catchment area pedonale dei PUDO per la Linea A entro 5 minuti (arancione) e 10 minuti (rosa).

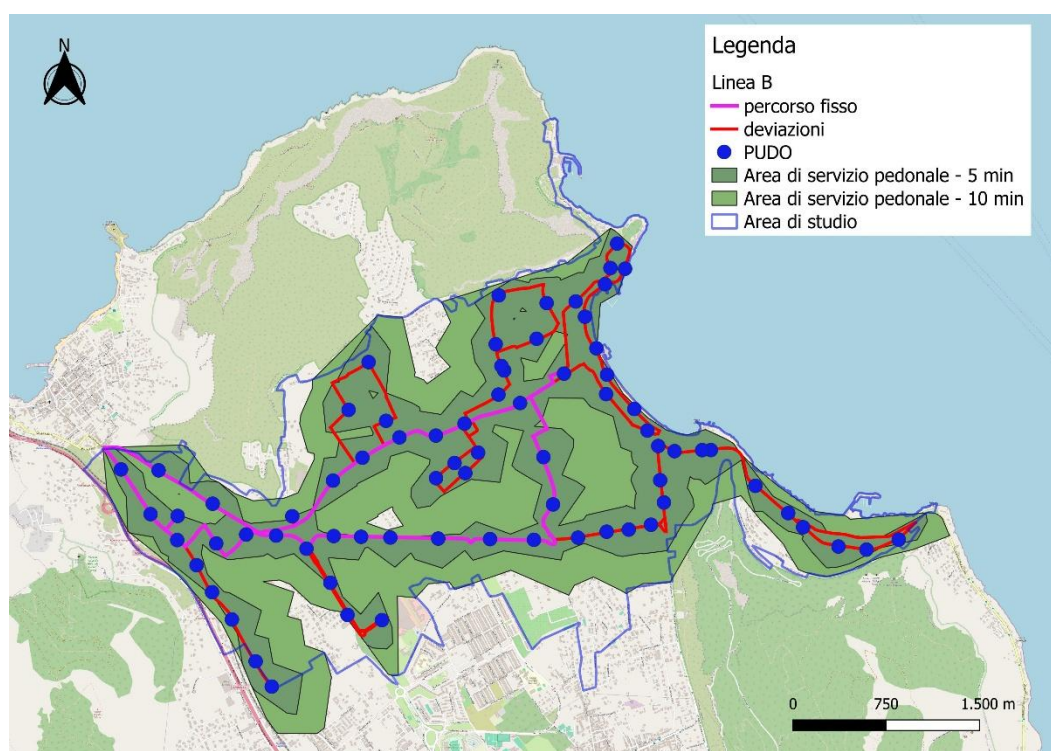


Figura 42-La catchment area pedonale dei PUDO per la Linea B entro 5 minuti (verde scuro) e 10 minuti (verde chiaro).

Questi risultati confermano che la rete di fermate proposta soddisfa pienamente il requisito di accessibilità temporale entro 10 minuti di cammino dalle residenze, come previsto in fase di progettazione del questionario *Stated Preference* e coerente con le ipotesi adottate per la

stima della matrice Origine/Destinazione. Tale coerenza metodologica assicura che il servizio DRT proposto sia progettato in modo integrato, accessibile e orientato all'effettiva domanda di mobilità espressa dalla popolazione residente.

In conclusione, la definizione e la verifica dei PUDO hanno rappresentato l'ultimo passaggio della prima fase metodologica, garantendo una copertura capillare del territorio e un'integrazione efficace con le infrastrutture di trasporto pubblico già esistenti. Questo processo ha permesso di assicurare che gli utenti potessero accedere al servizio di microtransit in condizioni di sicurezza, comodità e visibilità, riducendo al contempo i tempi di attesa e ottimizzando l'efficienza del servizio. Grazie alla combinazione di percorsi fissi e deviazioni strategiche, è stato possibile delineare un sistema di trasporto flessibile, in grado di rispondere alle esigenze sia dei flussi più consistenti sia delle aree attualmente meno servite dal TPL. Questo step conclude quindi la prima fase della metodologia proposta, gettando le basi per i capitoli successivi, in cui verranno analizzate la sperimentazione del servizio mediante l'applicazione MVMANT e la valutazione della combinazione ottimale delle tariffe secondo criteri di equità sociale, integrando le evidenze quantitative dei flussi con le preferenze e la disponibilità a pagare degli utenti.

5. PRINCIPI DI EQUITÀ E ANALISI TARIFFARIA DEL SISTEMA DI MICROTRANSIT

In questo capitolo si affronta il tema cruciale della definizione di un sistema tariffario equo e sostenibile per il servizio di trasporto pubblico, con particolare riferimento al modello di microtransit sviluppato nei capitoli precedenti. L'obiettivo è quello di individuare una combinazione tariffaria ottimale capace di bilanciare, in un'ottica integrata, l'efficienza economica, l'equità sociale e la convenienza per l'utenza, garantendo al tempo stesso l'accessibilità al servizio per tutte le fasce della popolazione.

A tal fine, è stata implementata una funzione obiettivo che tiene conto di quattro componenti fondamentali:

1. la soddisfazione degli utenti, rappresentativa della percezione di equità e dell'accessibilità economica del servizio;
2. i ricavi complessivi, espressione della sostenibilità economico-finanziaria del sistema;

3. i costi operativi, legati alla gestione e all'erogazione del servizio di microtransit;
4. le esternalità, intese come benefici o costi indiretti generati dal sistema, in particolare in termini di riduzione della congestione e dell'uso dell'auto privata.

L'integrazione di queste variabili ha consentito di analizzare il bilanciamento tra efficienza ed equità, verificando come diverse strutture tariffarie possano incidere sui comportamenti di scelta modale, sulla sostenibilità economica del servizio e sulla distribuzione dei benefici tra le diverse categorie socio-economiche.

Prima di presentare nel dettaglio la costruzione della funzione obiettivo e l'analisi dei singoli elementi che la compongono, verrà affrontato il tema dell'equità tariffaria attraverso una adeguata revisione della letteratura scientifica, al fine di inquadrare il concetto di equità nel contesto della pianificazione e della gestione dei sistemi di trasporto pubblico.

I singoli elementi della funzione obiettivo saranno successivamente analizzati in modo approfondito nei paragrafi seguenti, evidenziando il loro contributo alla valutazione della combinazione tariffaria ottimale.

5.2. IL RUOLO DELL'EQUITÀ NELLA COSTRUZIONE DI SISTEMI DI MOBILITÀ SOSTENIBILI E INCLUSIVI

Il tema delle tariffe nel trasporto pubblico assume una dimensione non solo economica, ma anche profondamente sociale. In un contesto in cui le tecnologie legate ai veicoli e ai sistemi di trasporto stanno assumendo un ruolo sempre più rilevante, è fondamentale ricordare che il trasferimento modale verso il trasporto collettivo rappresenta una delle principali leve per ridurre gli impatti ambientali e sociali della mobilità urbana. Tra le sfide più urgenti, l'inclusione sociale resta un obiettivo prioritario: un sistema di trasporto pubblico realmente accessibile e inclusivo può contribuire a mitigare le condizioni di segregazione territoriale e socio-economica in cui spesso si trovano le categorie più svantaggiate (Giuffrida et al., 2022).

Le politiche tariffarie, in tale prospettiva, svolgono un ruolo cruciale poiché incidono direttamente sull'accessibilità dei servizi per le fasce vulnerabili della popolazione, sulla distribuzione dei benefici e dei costi tra gruppi socio-economici e, più in generale, sul grado

di giustizia sociale insito nel sistema di mobilità urbana. Valutare l'equità delle tariffe implica, quindi, considerare non solo l'efficienza finanziaria dell'operatore, ma anche la capacità del sistema di offrire pari opportunità di mobilità, indipendentemente da reddito, età, genere o localizzazione geografica.

Gli studi condotti da Vietze (2011) hanno evidenziato che, per gli utenti a basso reddito, la sensibilità al prezzo è influenzata da fattori contrapposti: da un lato, la mancanza di alternative di mobilità tende a ridurre l'elasticità della domanda; dall'altro, la minore frequenza di spostamenti sistematici la aumenta. In questa direzione, anche Rubensson et al. (2020) sottolineano come le politiche tariffarie producano effetti redistributivi rilevanti, che devono essere tenuti in debita considerazione nella pianificazione del trasporto pubblico e nell'elaborazione delle politiche urbane.

Esperienze concrete confermano tali evidenze. La riforma tariffaria introdotta a Lisbona nel 2019, ad esempio, ha mostrato come mirate politiche sui prezzi possano ridurre le disuguaglianze di accesso al trasporto pubblico e migliorare l'equità complessiva del sistema (Silver et al., 2023). Analogamente, il caso del Sud-Est del Queensland dimostra che interventi calibrati sulla base di criteri di giustizia sociale e territoriale possono rafforzare l'equità e promuovere un uso più diffuso e sostenibile del trasporto collettivo (Wang et al., 2021).

Tuttavia, la sola leva tariffaria non è sufficiente a garantire la crescita della domanda di trasporto pubblico. Come mostrano Matas et al. (2020), una riduzione anche minima della qualità percepita del servizio può comportare un rapido calo nell'utilizzo del trasporto pubblico, annullando gli effetti positivi di eventuali diminuzioni del prezzo del biglietto. Gli autori evidenziano inoltre come la sensibilità alle variazioni tariffarie risulti più contenuta per gli spostamenti sistematici (casa-lavoro o casa-scuola) rispetto a quelli occasionali, e sottolineano la necessità che le decisioni sulla struttura tariffaria si basino su un'analisi complessiva del benessere collettivo, che consideri in modo integrato fattori economici, sociali e ambientali.

In quest'ottica, la definizione delle politiche tariffarie deve bilanciare sostenibilità economica e equità. Lo studio sul caso di *AC Transit* mostra come interventi apparentemente efficienti possano generare effetti regressivi sui gruppi a basso reddito, rendendo necessario integrare nella funzione obiettivo sia benefici economici sia sociali per ottenere un sistema

di trasporto più equo (Nuworsoo et al., 2012). Una visione analoga è proposta da Tang et al. (2017), che sviluppano un modello di ottimizzazione per la definizione congiunta di strategie operative e strutture tariffarie, in cui la funzione obiettivo massimizza i benefici complessivi di utenti e operatori, considerando parametri legati al tempo di viaggio, ai costi e al comfort. Tale approccio dimostra che l'integrazione di strategie operative con una struttura tariffaria differenziata può migliorare contemporaneamente efficienza ed equità.

Infine, Schöbel et al. (2025) propongono un modello di ottimizzazione volto a garantire coerenza e stabilità nel sistema tariffario, minimizzando la somma delle deviazioni assolute tra le nuove tariffe e i prezzi di riferimento. Questo approccio consente di mantenere equilibrio tra continuità e innovazione, assicurando un'evoluzione del sistema tariffario coerente con gli obiettivi di equità e sostenibilità.

Alla luce di tali evidenze, nei paragrafi successivi si analizzerà una funzione obiettivo capace di valutare diversi scenari ipotetici, confrontando le nuove tariffe proposte con gli scenari di riferimento esistenti. Tale analisi considererà, in modo integrato, i fattori ambientali, i costi operativi e i ricavi, al fine di identificare una configurazione tariffaria equilibrata, sostenibile e socialmente giusta.

5.3. ASPETTI GENERALI DELLA FUNZIONE OBIETTIVO

Nella progettazione e valutazione dei sistemi di trasporto pubblico, la funzione obiettivo rappresenta il cuore del processo decisionale. Essa sintetizza, in un'unica formulazione matematica, i diversi obiettivi e criteri che devono essere considerati per garantire un equilibrio tra efficienza, sostenibilità economica, qualità del servizio ed equità sociale. L'ottimizzazione di un sistema di trasporto, infatti, non può basarsi su un solo indicatore di performance (ad esempio la riduzione dei costi o l'aumento della domanda), ma deve tenere conto di un insieme di fattori interconnessi che riflettono sia le esigenze dell'utenza sia quelle dell'operatore e della collettività.

In questo contesto, la funzione obiettivo viene generalmente costruita come un problema in cui si bilanciano diverse componenti: soddisfazione degli utenti, ricavi, costi operativi ed esternalità negative. L'obiettivo complessivo è quindi quello di trovare un compromesso ottimale tra tali componenti, attraverso l'assegnazione di diversi attributi che riflettano le priorità del decisore politico, dell'ente gestore e dell'utente. L'individuazione della

combinazione di tariffa ottimale, in particolare, è frutto della massimizzazione di una funzione obiettivo così definita:

$$\theta^* = \underset{\theta_{\min} \leq \theta \leq \theta_{\max}}{\operatorname{argmax}} f(\theta) = \Delta \text{Soddisfazione}_{\text{utenti}} + \Delta \text{Ricavi}_{\text{DRT}} - \Delta \text{Costi operativi}_{\text{DRT}} + \Delta \text{Esterneità} \quad (2)$$

in cui θ^* è il valore della tariffa che massimizza la funzione obiettivo, all'interno di un intervallo di valori e per ciascun valore selezionato i singoli elementi della funzione obiettivo devono essere calcolati tenendo conto dell'interazione tra domanda e offerta di trasporto. In essa compaiono i seguenti termini:

- $\Delta \text{Soddisfazione}_{\text{utenti}}$: rappresenta la variazione del livello di soddisfazione degli utenti a seguito dell'introduzione del servizio DRT in funzione delle varie combinazioni tariffarie. Tale indicatore è calcolato come il prodotto tra la domanda complessiva e la differenza del valore di utilità percepita tra lo scenario di progetto e quello di riferimento. La misura della soddisfazione è derivata dall'applicazione della *funzione logsum* per ciascuna coppia origine–destinazione.
- $\Delta \text{Ricavi}_{\text{DRT}}$: indica la variazione dei ricavi derivanti dal servizio DRT al variare della tariffa, determinata dalla differenza tra la nuova tariffa pagata dagli utenti che adotteranno il sistema DRT (integrato con il trasporto pubblico su gomma e su ferro) e quella corrisposta attualmente per l'utilizzo del servizio di autobus tradizionale.
- $\Delta \text{Costi operativi}_{\text{DRT}}$: esprime la variazione dei costi complessivi legati all'erogazione del servizio DRT, includendo i costi chilometrici, il numero di veicoli aggiunti e le ore operative del servizio.
- $\Delta \text{Esterneità}$: rappresenta la variazione delle esterneità negative associate al sistema di trasporto, con particolare riferimento alla diminuzione dei chilometri percorsi in auto privata conseguente al trasferimento di una quota di utenza dal mezzo privato al trasporto pubblico.

Nei paragrafi successivi, ciascun componente della funzione obiettivo verrà approfondito nel dettaglio, al fine di comprenderne il contributo specifico al risultato complessivo.

L'analisi sarà condotta considerando le quattro combinazioni tariffarie ipotizzate per le due categorie di utenti, suddivise per fasce d'età: 15–29 anni e over 60 da un lato, 30–44 e 45–59 dall'altro. Le combinazioni analizzate, 1€ + 2,5€, 1€ + 3€, 1,5€ + 2,5€ e 1,5€ + 3€, permetteranno di valutare come la struttura tariffaria influenzi non solo la sostenibilità

economica del servizio, ma anche la percezione di soddisfazione ed equità delle due macro categorie socio-economiche analizzate.

5.3.1. SODDISFAZIONE DEGLI UTENTI

Il primo elemento che compone la funzione obiettivo da massimizzare è rappresentato dalla soddisfazione degli utenti a seguito dell'introduzione del servizio DRT. In questa fase, l'analisi si è concentrata sulla variazione della soddisfazione complessiva in funzione delle diverse combinazioni tariffarie ipotizzate per il servizio. La prima combinazione tariffaria (1€ + 2,5€) è stata inizialmente confrontata con lo scenario di riferimento attuale, rappresentativo della situazione del trasporto pubblico oggi disponibile nell'area di studio, al fine di valutare l'effettivo miglioramento percepito dagli utenti in termini di qualità e convenienza del servizio. Successivamente, i risultati ottenuti sono stati posti a confronto con le altre combinazioni tariffarie previste. Per stimare la variazione della soddisfazione percepita dagli utenti tra due differenti livelli tariffari del servizio DRT, è stato applicato un procedimento analitico basato sulla differenza tra i prodotti della domanda di mobilità totale e dei rispettivi valori di soddisfazione, questi ultimi calcolati mediante la *funzione logsum* derivante dal modello di scelta modale precedentemente calibrato.

Il risultato di tale differenza è stato normalizzato rispetto al coefficiente dell'attributo di costo, al fine di esprimere la variazione in termini monetari e consentire un confronto coerente tra le diverse combinazioni tariffarie considerate. Infine, tale valore è stato sommato alla variazione di soddisfazione calcolata per la tariffa più bassa tra le due analizzate, così da tenere conto dell'effetto cumulativo della percezione d'utilità al crescere del prezzo del servizio.

In forma sintetica, l'intero procedimento può essere rappresentato attraverso la seguente relazione, espressa in €/giorno:

$$\begin{aligned} \Delta \text{Soddisfazione}_{\text{utenti}(t2,t0)} \\ &= \Delta \text{Soddisfazione}_{\text{utenti}(t0,t1)} \\ &+ 2 \sum_i \sum_o \sum_d \left[\frac{(\text{Soddisfazione}_{\text{utenti}(t2)} - \text{Soddisfazione}_{\text{utenti}(t1)}) * d_{od}^i}{\beta_{\text{costo}}} \right] \end{aligned} \quad (3)$$

In cui la domanda di mobilità d_{od}^i è stata raddoppiata per considerare gli spostamenti sia di andata che di ritorno e il β_{costo} dalla calibrazione del modello è risultato pari a 0,198.

Il valore della soddisfazione associato a ciascuna combinazione tariffaria è stato calcolato attraverso l'applicazione della *funzione logsum*, derivante dal modello di scelta modale, alle probabilità di scelta determinate per ogni segmento di mercato considerato e per ciascuna coppia origine/destinazione (OD), sia interna all'area di studio sia con destinazione esterna:

$$\text{Soddisfazione}_{\text{utenti}}(t) = \sum_i \sum_o \sum_d \ln \left(\frac{e^{V_{DRT}(t)}}{\text{Prob. Scelta DRT}(t)} \right)_{od}^i \quad (4)$$

dove t rappresenta la generica tariffa analizzata, $V_{DRT}(t)$ indica l'utilità sistematica associata all'alternativa modale DRT, calcolata in funzione della tariffa t per una specifica coppia origine/destinazione e per il corrispondente segmento di mercato i .

Infine, Prob.Scelta DRT (t) rappresenta la probabilità di scelta del servizio DRT, ottenuta dal modello di scelta modale calibrato, che riflette la propensione degli utenti ad adottare il nuovo servizio in relazione alle condizioni tariffarie e agli attributi imposti.

Nei casi in cui, per una generica coppia origine/destinazione, la distanza risultasse troppo ridotta e la probabilità di scelta del servizio DRT assumesse valore nullo, in quanto gli utenti tendono a preferire gli spostamenti pedonali per tragitti brevi, il valore della *funzione logsum* è stato convenzionalmente posto pari a zero, poiché l'utente non può percepire alcuna soddisfazione nel prendere un servizio che, nella realtà, non percepisce come alternativa ammissibile.

Al fine di valutare il primo termine della (3) nel primo scenario ipotetico, è stato necessario stimare la variazione della soddisfazione degli utenti associata alla combinazione tariffaria 1€ + 2,5€, confrontandola con lo scenario di riferimento attuale, in cui non opera il servizio DRT ma soltanto il servizio TPL gestito dall'azienda Amat. La relazione adottata, espressa in €/giorno, è rappresentabile come segue:

$\Delta \text{Soddisfazione}_{\text{utenti}}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{d_{\text{futura int}_{\text{DRT}}} + d_{\text{attuale int}_{\text{Bus}}}}{2} \\
 &\cdot \left(\frac{\text{risparmio temporale} \cdot 3}{60} \cdot \text{VOT} + (C_{\text{biglietto}_{\text{Bus}}} - C_{\text{biglietto}_{\text{DRT}}}) \right) \\
 &+ \frac{d_{\text{futura ext}_{\text{DRT}+\text{Treno}}} + d_{\text{attuale ext}_{\text{Bus}/\text{Treno}}}}{2} \\
 &\cdot \left(\frac{\text{risparmio temporale} \cdot 3}{60} \cdot \text{VOT} + (C_{\text{biglietto}_{\text{Bus}}} \right. \\
 &\quad \left. - (C_{\text{biglietto}_{\text{DRT}}} + C_{\text{biglietto}_{\text{Treno}}})) \right) + \frac{d_{\text{futura ext}_{\text{DRT}+806}} + d_{\text{attuale ext}_{\text{Bus}/806}}}{2} \\
 &\cdot \left(\frac{\text{risparmio temporale} \cdot 3}{60} \cdot \text{VOT} + (C_{\text{biglietto}_{\text{Bus}}} \right. \\
 &\quad \left. - (C_{\text{biglietto}_{\text{DRT}}} + C_{\text{biglietto}_{\text{Bus}}})) \right)
 \end{aligned}$$

In cui:

- $d_{\text{futura int}_{\text{DRT}}}$, rappresenta i futuri utenti del servizio DRT che effettueranno spostamenti esclusivamente all'interno dell'area di studio;
- $d_{\text{attuale int}_{\text{Bus}}}$, rappresenta gli attuali utenti del servizio TPL che si spostano all'interno dell'area di studio con gli attuali autobus;
- $d_{\text{futura ext}_{\text{DRT}+\text{Treno}}}$, corrisponde agli utenti che, nello scenario di attuazione del servizio DRT, utilizzerebbero tale modalità per raggiungere la stazione ferroviaria "Palermo Tommaso Natale", con l'obiettivo di proseguire il proprio viaggio verso destinazioni esterne all'area di studio mediante il servizio ferroviario; (5)
- $d_{\text{attuale ext}_{\text{Bus}/\text{Treno}}}$, che rappresenta l'attuale domanda di mobilità diretta verso l'esterno dell'area di studio e che, con l'entrata in esercizio del servizio DRT, verrà soddisfatta attraverso l'utilizzo del treno, in un'ottica di integrazione modale tra trasporto flessibile e servizio su ferro. Tale domanda è stata depurata dagli spostamenti verso destinazioni esterne non raggiungibili, in prospettiva, dal sistema integrato DRT-treno;
- $d_{\text{futura ext}_{\text{DRT}+806}}$, ossia gli utenti che, con l'attivazione del servizio DRT, lo utilizzerebbero per raggiungere la fermata "Principe di Scalea – Galatea", al fine di completare il proprio spostamento verso l'esterno dell'area di studio mediante la linea autobus 806;
- $d_{\text{attuale ext}_{\text{Bus}/806}}$, che rappresenta l'attuale domanda di mobilità diretta verso l'esterno dell'area di studio e che, con l'entrata in esercizio del servizio

DRT, sfrutterà la linea autobus 806 come mezzo di prosecuzione del viaggio, al netto degli spostamenti verso destinazioni non servibili in futuro dal sistema integrato DRT–autobus;

- *risparmio temporale*, ossia il tempo, espresso in minuti, che indica il beneficio ottenuto in termini di riduzione dei tempi di attesa e di accesso rispetto alla situazione attuale, stimato pari a 10 minuti;
- *VOT*, cioè il valore del tempo ottenuto dalla calibrazione del modello di scelta modale, e pari a 3,63 €/h percepiti da ogni persona;
- $C_{\text{biglietto}_{\text{Bus}}}$ cioè, l'attuale costo del biglietto dell'autobus, pari a 1,40 €;
- $C_{\text{biglietto}_{\text{DRT}}}$, cioè il costo del biglietto del servizio DRT, nelle combinazioni precedentemente dette;
- $C_{\text{biglietto}_{\text{Treno}}}$ cioè l'attuale costo del biglietto del servizio su ferro, pari a 2 €.

Per quanto riguarda il primo elemento, $d_{\text{futura int}_{\text{DRT}}}$, sono state considerate le richieste di utilizzo del servizio DRT, ottenute dal modello di simulazione nell'arco della giornata (Tabella 48), al netto degli utenti che, nello scenario futuro, utilizzeranno il servizio DRT come mezzo di adduzione al treno o alla linea autobus 806 per completare i propri spostamenti verso l'esterno dell'area di studio.

$$d_{\text{futura int}_{\text{DRT}}} = 2 \cdot \text{Richieste DRT} - (d_{\text{futura ext}_{\text{DRT}+\text{Treno}}} + d_{\text{futura ext}_{\text{DRT}+806}}) \quad (6)$$

Per quanto riguarda i due elementi del secondo termine, $d_{\text{futura ext}_{\text{DRT}+\text{Treno}}}$ e $d_{\text{futura ext}_{\text{DRT}+806}}$, partendo dai dati della domanda di mobilità del DRT riportati negli stralci delle tabelle finali del paragrafo 4.8, sono state individuate le due zone censuarie nella quale ricadono la stazione Palermo-Tommaso Natale e il Parcheggio Galatea, rispettivamente le 2699 e 2364. Agli spostamenti con destinazione nelle due sezioni censuarie individuate sono stati aggregati anche quelli diretti verso destinazioni esterne all'area di studio ma raggiungibili tramite i due nodi di interscambio selezionati. In particolare, la domanda diretta verso viale Strasburgo, stazione Notarbartolo, stazione Vespri, stazione San Lorenzo Colli e Cardillo è stata sommata a quella della sezione 2699, sede della stazione ferroviaria "Palermo Tommaso Natale", poiché tali destinazioni risultano accessibili mediante il Passante Ferroviario.

Analogamente, gli spostamenti diretti verso lo stadio e il centro città sono stati aggregati alla domanda della sezione 2364, in quanto in futuro potranno essere raggiunti attraverso l'interscambio tra il servizio DRT e la linea autobus 806.

È stato dunque possibile stimare preliminarmente la domanda di mobilità del servizio DRT, sia quella interna all'area di studio che quella esterna, considerando gli spostamenti che hanno origine nelle diverse zone $o \in O$, ossia alle origini appartenenti all'insieme di tutte le origini dell'area di studio, e che sono diretti prima verso la zona censuaria 2699 e successivamente verso la zona censuaria 2364. Considerando d' come tutte le destinazioni raggiungibili con il trasporto su ferro e d'' come quelle raggiungibili dalla linea 806, le equazioni utilizzate sono riportate di seguito:

$$d_{interna+esterna_{o-2699}} = d_{interna_{o-2699}} + d_{esterna_{o-d'}} \quad \forall o \in O \quad (7)$$

$$d_{interna+esterna_{o-2364}} = d_{interna_{o-2364}} + d_{esterna_{o-d''}} \quad \forall o \in O \quad (8)$$

Dalla sommatoria della (7) e della (8) si ottengono le domande di mobilità degli utenti che utilizzeranno il servizio DRT per spostarsi sia internamente che esternamente all'area di studio.

$$d_{*Treno} = \sum_o d_{interna+esterna_{o-2699}} \quad \forall o \in O \quad (9)$$

$$d_{*806} = \sum_o d_{interna+esterna_{o-2364}} \quad \forall o \in O \quad (10)$$

Per ottenere, infine, la domanda di mobilità complessiva diretta verso l'esterno dell'area di studio, attraverso l'utilizzo combinato del servizio ferroviario e della linea autobus 806, si è proceduto sottraendo alle relazioni (9) e (10) le rispettive domande interne del DRT aventi come destinazione i centroidi 2699 e 2364.

Successivamente, il risultato è stato moltiplicato per un coefficiente pari a 2, al fine di considerare entrambe le direzioni di spostamento, ossia i viaggi di andata e quelli di ritorno dalle diverse origini dell'area di studio.

$$d_{futura\ ext_{DRT+Treno}} = 2 \cdot \left(d_{*Treno} - \sum_o d_{interna_{o-2699}} \right) \quad (11)$$

$$d_{futura\ ext_{DRT+806}} = 2 \cdot \left(d_{*806} - \sum_0 d_{interna_{0-2364}} \right) \quad (12)$$

Nella Tabella 49 si riportano i risultati ottenuti considerando le combinazioni di costo ipotizzate:

Tabella 49- Risultati della stima della domanda di mobilità futura del servizio DRT, integrato con il trasporto su ferro e la linea 806, per gli spostamenti verso l'esterno dell'area di studio al variare delle tariffe

Domanda di mobilità [pass/gg]		
Costo	d futura ext_{DRT+Treno}	d futura ext_{DRT+806}
1€+2,5€	842,7867572	763,2465054
1€+3€	818,7292236	742,080805
1,5€+2,5€	800,6929208	725,394367
1,5€+3€	776,6353872	704,2286666

Applicando la (6) è possibile, dunque, risalire al valore di domanda di mobilità futura interna all'area di studio, i cui valori sono riportati in tabella 50.

Tabella 50-Valori della domanda di mobilità interna che in futuro utilizzerà il servizio DRT per le varie combinazioni di costo

Domanda di mobilità [pass/gg]	
Costo	d futura int_{DRT}
1€+2,5€	2338,47
1€+3€	2276,98
1,5€+2,5€	2257,11
1,5€+3€	2195,61

Per quanto concerne i temini dell'equazione (5), relativi alla domanda attualmente servita dal trasporto pubblico, l'analisi è stata condotta utilizzando sia i dati forniti dal PUMS sia quelli derivanti dai rilievi sperimentali realizzati sul campo in una settimana durante la primavera del 2022. In particolare, per quest'ultimo, sono state individuate, per ciascuna linea di autobus operante nell'area di Partanna Mondello e nelle zone limitrofe, le fermate interessate lungo le due direzioni di marcia: la direttrice Nord-Sud, in uscita dall'area di studio e la direttrice opposta Sud-Nord, in ingresso nell'area.

A partire dalla prima fermata, per ogni linea è stato effettuato il conteggio dei passeggeri saliti e discesi a ciascuna fermata fino al raggiungimento dell'ultima fermata interna all'area

di studio, ripetendo successivamente la rilevazione lungo la direzione opposta. Per garantire la rappresentatività dei dati, sono stati condotti due rilievi per ciascuna direzione, sia nella fascia oraria mattutina sia in quella pomeridiana.

La somma dei passeggeri serviti per ora da ciascuna linea ha permesso di determinare la domanda complessiva oraria all'interno dell'area, pari a 266,375 passeggeri/ora. Successivamente, per stimare la domanda giornaliera, tale valore è stato moltiplicato per un coefficiente pari a 9 ore/giorno, tenendo conto del fatto che i rilievi sono stati effettuati durante le ore di morbida. Il valore così ottenuto corrisponde a 2397,375 passeggeri/giorno, rappresentativo della domanda attuale servita dal sistema di trasporto pubblico locale nell'area oggetto di studio.

Per quanto riguarda, invece, i valori ricavati dalle matrici O/D del PUMS di Palermo, è stata presa in considerazione la matrice invernale relativa al periodo lavorativo (lunedì-venerdì) e alle ore di morbida (9:00-13:00 e 15:00-20:00). È stato utilizzato il valore medio (*"Average Count"*), includendo gli spostamenti interni all'area di studio, quelli in uscita verso il resto della città e quelli attratti all'interno dell'area. Il valore complessivo ottenuto risulta pari a 9.606,75 passeggeri/giorno.

Tale risultato si discosta sensibilmente da quello derivante dai rilievi diretti condotti nel 2022. Per tale motivo, si è ritenuto opportuno adottare un valore medio tra i due, al fine di ottenere una stima più realistica e rappresentativa della domanda effettiva di mobilità. Questa scelta metodologica è motivata da alcune considerazioni di natura qualitativa e quantitativa. Da un lato, i rilievi sul campo presentano un maggiore grado di attendibilità, poiché derivano da osservazioni dirette del comportamento degli utenti, ma il periodo di rilevamento limitato non consente di garantire una piena rappresentatività statistica dei risultati. Dall'altro, la matrice PUMS, basata su dati da celle telefoniche, consente di coprire un arco temporale più ampio (un mese) e di ottenere informazioni su tutte le fasce orarie della giornata, restituendo quindi un quadro più completo e uniforme della domanda. Tuttavia, questo approccio può introdurre margini di errore dovuti al processo di attribuzione del mezzo di trasporto e può talvolta classificare in modo impreciso il modo di spostamento effettivamente utilizzato.

L'utilizzo congiunto dei due insiemi di dati ha quindi permesso di compensare i rispettivi limiti, garantendo una stima più bilanciata della domanda attuale di mobilità nell'area oggetto di analisi, ottenendo un valore di 6002,06 passeggeri/giorno. Il valore medio così ottenuto è stato successivamente suddiviso per 2, in quanto dall'analisi della matrice O/D

del PUMS è emerso che, in media, il numero di passeggeri/giorno generati e attratti dall'area di studio risultano pressoché equivalenti. Poiché, ai fini dell'analisi, è stato necessario considerare esclusivamente la domanda generata all'interno dell'area di studio, si è pertanto assunto come valore di riferimento finale quello pari a 3.001,03 passeggeri/giorno.

L'analisi, tuttavia, è stata condotta utilizzando la matrice semi giornaliera, si è reso necessario distribuire il valore di 1.500,51 passeggeri/giorno tra gli spostamenti interni ed esterni all'area di studio. Successivamente, la domanda esterna è stata ulteriormente ripartita tra le due modalità di trasporto pubblico presenti nell'area, ovvero autobus e treno.

In particolare, dai dati del PUMS emerge che, nella mezza giornata considerata, gli spostamenti interni ammontano a 472,68 passeggeri, mentre quelli esterni a 1.975,34 passeggeri. Applicando una proporzione diretta a tali valori rispetto al totale giornaliero di riferimento, è stato possibile stimare la quota di domanda interna e quella esterna. Quest'ultima, per semplicità di calcolo, è stata infine distribuita equamente tra le due modalità di trasporto pubblico, bus e treno, ipotizzando una ripartizione bilanciata della mobilità esterna tra i due sistemi di trasporto (Tab. 51).

Tabella 51-Stima della ripartizione della domanda attuale su TPL tra spostamenti interni e verso l'esterno, divisa quest'ultima tra servizio ferroviario e linea 806

Domanda attuale TPL	
Domanda interna [pass/gg]	289,73
Domanda esterna [pass/gg]	1210,8
Domanda ext_{bus} [pass/gg]	605,39
Domanda ext_{treno} [pass/gg]	605,39
Totale	1500,51

La domanda di mobilità diretta verso l'esterno dell'area di studio deve tuttavia essere corretta tenendo conto degli spostamenti giornalieri verso destinazioni che, in futuro, non saranno raggiungibili mediante il servizio integrato DRT–ferrovia o DRT–servizio su gomma, a differenza dell'attuale configurazione del sistema di trasporto.

Per stimare tale riduzione della domanda potenziale, è stato necessario calcolare la differenza tra: il numero complessivo di spostamenti occasionali generati dall'area di studio ed effettuati con qualsiasi modalità di trasporto, e il numero complessivo di spostamenti occasionali che, invece, risultano diretti verso destinazioni interne ed esterne effettivamente servibili dal futuro sistema integrato DRT + TPL (Tab. 52). In questo modo, è stato possibile

determinare la quota di mobilità non compatibile con il nuovo sistema di trasporto e, di conseguenza, correggere opportunamente il valore della domanda esterna considerata.

I risultati di tale analisi sono riassunti nella Tabella seguente:

Tabella 52-Spostamenti occasionali totali emessi ripartiti tra aree in futuro servibili e non servibili dal servizio DRT integrato con il TPL

spostamenti occasionali totali emessi	11722,2
spostamenti occasionali totali verso zone servibili	9174,71625
spostamenti occasionali totali verso zone non servibili	2547,48375

Degli spostamenti stimati in precedenza, solo una quota limitata, pari all'11,71%, si sposterebbe sull'attuale servizio di trasporto pubblico su gomma, evidenziando come la gran parte degli utenti potenziali oggi preferisca altre modalità di trasporto, principalmente l'auto privata.

A partire da questa distribuzione, e considerando le due principali macro-categorie di età (15–59 anni e over 60), è stato possibile stimare il numero di spostamenti occasionali per ciascun gruppo, applicando un indice di mobilità occasionale (MI*) opportunamente calibrato (Capodici et al., 2022). La definizione di tale indice è stata condotta sulla base di considerazioni legate alle abitudini di spostamento caratteristiche di ciascuna fascia d'età (Tab. 53):

- per la popolazione 15–59 anni, si è ritenuto che gli individui effettuino in prevalenza spostamenti sistematici (casa–lavoro, casa–studio e ritorni), riducendo quindi il valore dell'indice di mobilità MI di due unità, in modo da rappresentare più correttamente la minore propensione a spostamenti di tipo occasionale;
- per la popolazione over 60, invece, poiché gli spostamenti risultano essere principalmente di natura non sistematica (svago, salute, visite, acquisti, ecc.), l'indice MI è stato mantenuto invariato rispetto al valore originario.

Tabella 53- Numero totale spostamenti occasionali applicando gli opportuni indici di mobilità

Fasce d'età	Residenti	MI*	Spostamenti occasionali potenziali	N° totale spostamenti occasionali	% spostamenti occasionali
15-59	16473	0,56	9224,88	25637,92	11,71%
>60	8374	1,96	16413,04		

Si ottiene, pertanto, che il numero di spostamenti semi giornalieri effettuati sull'attuale servizio di trasporto pubblico su gomma, ma diretti verso destinazioni che, in futuro, non risulteranno più servibili dal sistema integrato DRT–ferrovia o DRT–linea 806, ammonta a

circa 298,19 spostamenti al giorno. È possibile dunque ottenere i valori finali di $d_{attuale\ int_{Bus}}$, $d_{attuale\ ext_{Bus/Treno}}$ e $d_{attuale\ ext_{Bus/806}}$ (Tab. 54):

Tabella 54-Valori finali della domanda di mobilità attuale su TPL verso l'interno e l'esterno dell'area di studio, ridotti della frazione di spostamenti diretti verso l'esterno ma non servibili dal futuro servizio DRT

Domanda attuale TPL	
Domanda attuale interna [pass/gg]	289,7314282
Domanda attuale esternaTPL [pass/gg]	912,5900241
Domanda attuale ext bus/806[pass/gg]	456,2950121
Domanda attuale ext bus/treno [pass/gg]	456,2950121
Totale	1202,321452

Pertanto, disponendo ora di tutti gli elementi necessari per la stima della soddisfazione percepita dagli utenti, è stato possibile procedere con l'applicazione sequenziale delle equazioni (5), (4) e (3).

I risultati ottenuti da tale processo di valutazione sono riportati nella tabella 55:

Tabella 55-Variatione della soddisfazione degli utenti al variare della combinazione tariffarie

Combinazione di tariffa	ΔSoddisfazione_{utenti} [€/giorno]
1€ + 2,5€	2170,757239
1,5€+2,5€	1563,122784
1€+3€	678,3951456
1,5€+3€	70,76070043

5.3.2. VARIAZIONE DEGLI INCASSI

Un ulteriore elemento da esaminare all'interno della funzione obiettivo da massimizzare riguarda la variazione degli incassi attesi per il servizio DRT al variare della sua tariffa, in confronto alla situazione attuale caratterizzata dall'offerta di trasporto pubblico su gomma. In particolare, tale componente tiene conto della domanda di mobilità diretta verso le destinazioni che, in futuro, saranno servite dal sistema DRT integrato con il trasporto pubblico locale. La stima degli incassi è funzione del numero totale di richieste di servizio DRT (Tabella 48) nell'arco della giornata, della domanda di mobilità futura che si muoverà verso l'esterno dell'area di studio usufruendo del sistema integrato DRT-ferrovia o DRT-bus (Tabella 49), e della domanda attuale di spostamenti interni ed esterni serviti dal trasporto pubblico su gomma (Tabella 54). Ciascuna componente della domanda considerata

in tale calcolo è ponderata con il corrispondente valore di tariffa del servizio, così da ottenere la seguente relazione, espressa in €/giorno:

$$\Delta \text{Incassi}_{DRT} = 2 \cdot \text{Richieste}_{DRT} \cdot \text{Costo}_{DRT} + d_{\text{futura ext}_{DRT+Treno}} \cdot \text{Costo}_{Treno} + d_{\text{futura ext}_{DRT+806}} \cdot \text{Costo}_{Bus} - (d_{\text{attuale int}_{Bus}} + d_{\text{attuale ext}_{Bus/806}} + d_{\text{attuale ext}_{Bus/Treno}}) \cdot \text{Costo}_{Bus} \quad (13)$$

Nell'espressione è riportata la differenza tra gli incassi futuri derivanti dall'attivazione del servizio DRT e gli incassi attuali generati dall'attuale servizio di trasporto pubblico su gomma.

Questa impostazione nasce dall'ipotesi che la gestione del nuovo servizio DRT venga affidata alla stessa azienda di trasporto pubblico locale, AMAT, già operante nel territorio in esame. Tale assunzione consente di valutare l'effetto economico netto dell'introduzione del servizio DRT rispetto al sistema tradizionale, mantenendo invariato il soggetto gestore e quindi garantendo una valutazione coerente dell'impatto economico complessivo sul bilancio aziendale e sull'equilibrio economico del servizio. I risultati sono riportati di seguito nella tabella 56:

Tabella 56-Variatione degli incassi del servizio DRT al variare delle combinazioni tariffarie

Combinazione di tariffa	$\Delta \text{Incassi}_{DRT}$ [€/giorno]
1€ + 2,5€	5396,194962
1,5€+2,5€	6301,27332
1€+3€	5686,318462
1,5€+3€	6591,396819

5.3.3. VARIAZIONE DEI COSTI OPERATIVI DI GESTIONE

Il terzo termine che entra in gioco nella funzione obiettivo è rappresentato dalla variazione dei costi di gestione al variare delle tariffe del servizio DRT. In particolare, questa componente tiene conto di diversi fattori legati al futuro servizio DRT, tra cui la velocità commerciale (pari a 20 km/h), il costo chilometrico sostenuto dall'azienda AMAT, il numero di veicoli aggiuntivi necessari e le ore operative del servizio. Per quest'ultimo aspetto, come già descritto nei paragrafi precedenti, il servizio DRT sarà attivo prevalentemente nelle ore di morbida, cioè nelle fasce orarie a domanda medio-bassa, mentre nelle ore di punta il servizio continuerà ad essere garantito dalla rete tradizionale di autobus. Tuttavia, poiché il sistema deve essere dimensionato in modo da garantire continuità operativa e capacità

adeguata anche durante le ore di maggior affluenza, evitando di penalizzare gli utenti che già utilizzano il TPL, si è ritenuto opportuno considerare 14 ore operative complessive per ciascun giorno. Per quanto riguarda il numero di veicoli necessari, come esposto nel paragrafo 4.11, il dimensionamento del servizio ha evidenziato la necessità di 10 minibus da 22 posti per coprire l'intera area di studio in modo efficiente. L'ipotesi progettuale prevede la sostituzione di 8 autobus tradizionali attualmente in esercizio con questi mezzi più piccoli e flessibili, e l'aggiunta di 2 unità supplementari, in modo da garantire la copertura completa della domanda. Infine, il costo chilometrico del servizio è stato fissato a 6 €/km. Tale valore è stato stimato sulla base dei dati di bilancio dell'AMAT relativi all'anno 2019. Esso tiene implicitamente conto dei costi operativi complessivi, comprensivi di carburante, manutenzione, personale e oneri amministrativi. L'equazione, espressa in €/giorno, è così rappresentata:

$$\Delta \text{Costi Operativi}_{DRT} = \text{Numero veicoli aggiunti} \cdot \text{Ore operative}_{DRT} \cdot v_{cmDRT} \cdot \text{Costo}_{kmBus} \quad (14)$$

I risultati sono riportati nella tabella 57 di seguito:

Tabella 57- Variazione dei costi operativi di gestione del servizio DRT

Combinazione di tariffa	$\Delta \text{Costi Operativi}_{DRT}$ [€/giorno]
1€ + 2,5€	-3360
1,5€+2,5€	-3360
1€+3€	-3360
1,5€+3€	-3360

5.3.4. VARIAZIONE DELLE ESTERNALITÀ NEGATIVE

L'ultimo termine che concorre alla definizione della funzione obiettivo da massimizzare è quello relativo alla variazione delle esternalità negative, ossia all'insieme degli effetti indesiderati generati dal traffico veicolare privato, come l'inquinamento atmosferico, il rumore, la congestione stradale e gli incidenti, che si intendono mitigare grazie all'introduzione del servizio DRT.

Tale componente viene stimata come la riduzione del numero complessivo di auto-chilometri percorsi sulla rete stradale. L'ipotesi di base è che una parte degli spostamenti oggi effettuati con mezzi privati venga trasferita al servizio DRT, comportando una diminuzione complessiva della mobilità individuale motorizzata e, di conseguenza, delle esternalità negative associate.

La stima della variazione di tali esternalità è stata condotta applicando la relazione proposta da Migliore et al. (2014), che consente di quantificare i benefici economici derivanti dalla riduzione dei chilometri percorsi in auto privata. Nell'espressione compare un coefficiente pari a 0,11 €/ (passeggero·km), che rappresenta il valore monetario medio del costo esterno unitario associato alla circolazione di veicoli privati:

$$\Delta Esternalità = 0,11 \cdot auto_{km_{tot}} \quad (15)$$

Il termine $auto_{km_{tot}}$ è stato stimato aggregando le diverse componenti di domanda che concorrono alla generazione di chilometri percorsi in auto, opportunamente convertite in auto-km mediante coefficienti di trasformazione. Nello specifico, la valutazione considera: la domanda futura servita dal DRT all'interno dell'area di studio, ridotta del fattore 1/3 in quanto si assume che, nello scenario attuale, circa un terzo dei residenti effettui i propri spostamenti con veicolo privato; i flussi attuali esterni che oggi utilizzano bus e treno (cioè la domanda in uscita dall'area per TPL su gomma e su ferro) e la domanda futura esterna che si prevede sarà servita dal DRT integrato con il TPL (ferro e gomma). Ciascuna di queste grandezze è poi moltiplicata per il relativo coefficiente di conversione in km/auto: $km_{auto_{interno}}$ e $km_{auto_{esterno}}$

$$\begin{aligned} auto_{km_{tot}} = & \left(\frac{d_{futura\ int_{DRT}}}{3} \right) \cdot km_{auto_{interno}} \\ & + \left(d_{futura\ ext_{DRT+Treno}} - d_{attuale\ ext_{Bus/Treno}} \right) \cdot km_{auto_{esterno}} \\ & + \left(d_{futura\ ext_{DRT+806}} - d_{attuale\ ext_{Bus/806}} \right) \cdot km_{auto_{esterno}} \\ & + Numero\ veicoli\ aggiunti \cdot Ore\ operative_{DRT} \cdot v_{cm_{DRT}} \cdot Coeff_{auto_{Bus}} \end{aligned} \quad (16)$$

I coefficienti presenti nell'equazione assumono un ruolo fondamentale per la stima corretta degli auto-km totali e rappresentano le seguenti grandezze:

- $km_{auto_{interno}}$: indica i chilometri medi percorsi in auto per gli spostamenti interni all'area di studio. Sulla base delle caratteristiche territoriali e delle distanze medie rilevate, tale valore è stato stimato pari a 2 km;
- $km_{auto_{esterno}}$: rappresenta la distanza media percorsa in auto per gli spostamenti con origine all'interno e destinazione all'esterno dell'area di studio (e viceversa).

Considerando la maggiore estensione di questi percorsi, il valore ipotizzato è pari a 4 km;

- $Coeff_{autoBus}$: costituisce il coefficiente di equivalenza tra auto e autobus, utile a tradurre i passeggeri serviti dal TPL in numero equivalente di auto circolanti, è stato posto pari a 2,5.

Applicando dunque le relazioni (16) e (15), si ottengono i valori finali della riduzione delle esternalità negative (Tab. 58):

Tabella 58- Variazione delle esternalità negative del servizio DRT al variare delle combinazioni tariffarie

Combinazione di tariffa	Δ Esternalità [€/giorno]
1€ + 2,5€	399,6030593
1,5€+2,5€	358,4598473
1€+3€	375,1952502
1,5€+3€	334,0520382

5.3.5. INDIVIDUAZIONE DELLA COMBINAZIONE OTTIMALE DI TARIFFA

Una volta calcolati tutti i contributi della funzione obiettivo in relazione alle diverse combinazioni tariffarie del servizio DRT, è stato possibile individuare la combinazione di tariffe che massimizza la funzione stessa. Integrando i risultati riportati in Tabella 55, Tabella 56, Tabella 57 e Tabella 58 e applicando la relazione (2), si ottengono i valori riportati nella seguente tabella:

Tabella 59- Variazione della funzione obiettivo per le diverse combinazioni tariffarie

	Δ Soddisfazione _{utenti} [€/giorno]	Δ Incessi _{utenti} [€/giorno]	Δ Costi Operativi _{utenti} [€/giorno]	Δ Esternalità [€/giorno]	Funzione Obiettivo [€/giorno]
1€ + 2,5€	2170,757	5396,194962	-3360	399,603	4606,555
1,5€+2,5€	1563,122	6301,27332	-3360	358,459	4862,855
1€+3€	678,395	5686,318462	-3360	375,195	3379,908
1,5€+3€	70,760	6591,396819	-3360	334,052	3636,209

Come si evince dalla Tabella 59, il valore massimo della funzione obiettivo, pari a 4862,855, si registra in corrispondenza della combinazione tariffaria che prevede una tariffa di 1,50 € per le categorie di utenti più svantaggiate (15–29 anni e over 60) e di 2,50 € per le restanti fasce d'età (30–44 e 45–59 anni). Tale configurazione risulta essere quella in grado di massimizzare simultaneamente i diversi contributi considerati nella funzione obiettivo, bilanciando in modo efficace la soddisfazione degli utenti, la sostenibilità economica del

servizio, i costi operativi e la riduzione delle esternalità negative. Questo risultato evidenzia come l'introduzione di una struttura tariffaria differenziata per classi socio-demografiche consenta di perseguire in modo più efficace i principi di equità sociale, garantendo un maggiore livello di accessibilità economica per le fasce di popolazione più sensibili al prezzo, senza compromettere la sostenibilità economica complessiva del servizio. Inoltre, la combinazione tariffaria risultata ottimale trova un'ulteriore conferma empirica nei risultati della sperimentazione descritta nei capitoli successivi, durante la quale la disponibilità a pagare dichiarata dagli utenti si è attestata su valori intermedi, prossimi ai 2,00 €, rafforzando la coerenza tra l'analisi modellistica e le percezioni reali degli utenti potenziali del servizio. Se effettuiamo un confronto con il dimensionamento ottimale di servizi DRT (Capodici et al., 2024) applicato alla medesima area di studio possiamo evidenziare ulteriormente la rilevanza dei risultati ottenuti. Infatti, nel precedente studio era stata ipotizzata l'introduzione di un servizio DRT operato mediante van da 8 posti, caratterizzati da percorrenze completamente flessibili e privi di un percorso prestabilito, con movimento dinamico tra le fermate prefissate in funzione delle richieste degli utenti. L'analisi tariffaria era stata condotta considerando una tariffa media unica (1 €, 1,50 €, 2 € e 3 €), senza differenziazione per classi socio-demografiche. In quel contesto, la combinazione ottimale era risultata pari a 2 €, con un valore della funzione obiettivo pari a 3079,38 €/giorno. Nel presente studio, invece, l'introduzione di una struttura tariffaria differenziata per fasce d'età e l'impiego di minibus da 22 posti, inseriti in uno schema semi-flessibile con percorso principale e deviazioni controllate, hanno condotto a un valore massimo della funzione obiettivo pari a 4862,855 €/giorno. Tale incremento non è riconducibile unicamente alla dimensione del mezzo, ma soprattutto alla maggiore efficienza sistemica derivante da tre fattori principali: (i) una migliore saturazione dei veicoli grazie alla maggiore capacità, con conseguente riduzione del costo unitario per passeggero trasportato; (ii) una struttura tariffaria equa e segmentata, in grado di intercettare differenti disponibilità a pagare e quindi ampliare la base di utenza potenziale; (iii) una configurazione operativa meno dispersiva rispetto al modello completamente “*demand-driven*” privo di tracciato predefinito, che comportava maggiori percorrenze e costi operativi dovuti all'elevata variabilità delle traiettorie. Il valore più elevato della funzione obiettivo indica, pertanto, una configurazione maggiormente equilibrata tra ricavi, costi operativi, accessibilità sociale e riduzione delle esternalità negative, dimostrando come l'integrazione tra ottimizzazione tariffaria e

progettazione operativa del servizio consenta di migliorare simultaneamente le prestazioni economiche e sociali del sistema.

6. SPERIMENTAZIONE: MVMANT

Lo step conclusivo è dedicato alla descrizione della fase sperimentale condotta nell'area oggetto di studio, finalizzata a testare in maniera operativa il funzionamento del servizio di trasporto a domanda proposto. La sperimentazione è stata realizzata con il supporto dell'applicazione *MVMANT*, sviluppata dalla start up *Edisonweb*, che consente la prenotazione del servizio in tempo reale, garantendo un'interazione immediata tra l'utente e il sistema di gestione del trasporto (Fig. 43). L'obiettivo principale di questa fase è stato quello di verificare la fattibilità tecnica e operativa del servizio, valutandone l'affidabilità, la precisione e la coerenza tra i tempi stimati e quelli effettivamente registrati. Per la sperimentazione sono stati coinvolti studenti dell'Università degli Studi di Palermo, che hanno partecipato come utenti ipotetici del servizio simulato, e fornendo dati concreti sull'esperienza di viaggio e sull'interazione con l'applicazione. Durante le prove sono state effettuate numerose prenotazioni di test, in diverse fasce orarie e lungo le linee fisse e deviazioni di percorso precedentemente progettate all'interno dell'area di studio, al fine di analizzare la risposta del sistema nelle varie condizioni operative. In particolare, per ogni corsa prenotata sono stati rilevati i tempi di attesa del mezzo e i tempi di percorrenza effettivi, confrontandoli successivamente con i valori stimati e visualizzati dall'app al momento della prenotazione. Inoltre, Al termine della fase di sperimentazione, è stato somministrato un breve questionario, volto a raccogliere informazioni sulla soddisfazione complessiva degli utenti, la percezione della qualità del servizio, la facilità d'uso dell'applicazione e la disponibilità a pagare per il servizio.



Figura 43-Logo dell'applicazione real-time utilizzata per la fase sperimentale

6.3. IL SISTEMA DIGITALE DI PRENOTAZIONE E GESTIONE DEL SERVIZIO DRT: APPLICAZIONE MVMANT

La fase sperimentale è stata strutturata su due linee circolari principali, denominate Linea A e Linea B, ciascuna con relative deviazioni attivabili solo in presenza di una prenotazione. Alla Linea A e alle sue deviazioni sono stati assegnati due veicoli, così come alla Linea B, per un totale di quattro mezzi in servizio contemporaneamente. Le corse sono state effettuate quotidianamente, dal lunedì al sabato, nella fascia oraria compresa tra le 15:00 e le 19:00, con il servizio offerto gratuitamente agli utenti per l'intera durata della sperimentazione. Per le motivazioni accennate nei precedenti capitoli, sono stati individuati due nodi principali: uno situato di fronte alla stazione ferroviaria di Palermo Tommaso Natale, nodo di interscambio strategico con il passante ferroviario, e l'altro presso il parcheggio Galatea, nell'area costiera di Mondello, che ha rappresentato il punto di interscambio con la linea bus 806. La sperimentazione ha previsto l'utilizzo e la verifica di due applicazioni per smartphone distinte, entrambe integrate nella piattaforma MVMANT: una dedicata agli utenti e una ai conducenti.

L'applicazione destinata agli utenti costituiva il principale strumento di interazione tra il sistema di trasporto e i passeggeri, consentendo di prenotare il viaggio in tempo reale, visualizzare i tempi di attesa e di percorrenza stimati, e ricevere notifiche aggiornate relative all'arrivo del mezzo e all'avanzamento della corsa.

Attraverso l'app, l'utente poteva prenotare una corsa indicando liberamente l'origine e la destinazione del proprio spostamento, scegliendo tra tutte le fermate disponibili lungo le due linee sperimentali, comprendendo sia le fermate obbligatorie che le fermate opzionali, quest'ultime attivate solo in presenza di una richiesta. Il sistema, una volta inseriti i dati di partenza e di arrivo, mostrava all'utente diverse soluzioni alternative di viaggio, calcolate in base alla posizione dei veicoli in servizio e all'ottimizzazione del percorso complessivo del DRT. Per ciascuna delle soluzioni proposte, l'applicazione forniva in tempo reale una stima del tempo di attesa alla fermata e del tempo di percorrenza a bordo, valori che risultavano dinamici e variabili in funzione della localizzazione effettiva del veicolo disponibile rispetto al punto di origine dello spostamento e delle prenotazioni simultanee presenti nel sistema. La scelta delle fermate, sia di partenza che di arrivo, poteva avvenire in due modalità: mediante selezione diretta sulla mappa interattiva, che mostrava la rete delle linee e la posizione dei veicoli in tempo reale, oppure tramite selezione testuale da un elenco completo delle fermate disponibili. Una volta confermata la prenotazione, l'utente riceveva un

biglietto elettronico contenente un codice QR univoco. Al momento dell'arrivo del mezzo, il passeggero mostrava il proprio biglietto digitale al conducente, che ne effettuava la scansione tramite l'applicazione dedicata ai *driver*, registrando così l'avvenuto check-in. La stessa procedura veniva ripetuta al termine del viaggio, per il check-out. Un ulteriore elemento innovativo dell'applicazione era rappresentato dal sistema di crediti virtuali, denominati “*MVMILES*”. Ogni volta che l'utente effettuava una prenotazione, veniva scalato un determinato numero di crediti, proporzionale alla distanza del viaggio richiesto (Fig. 44).

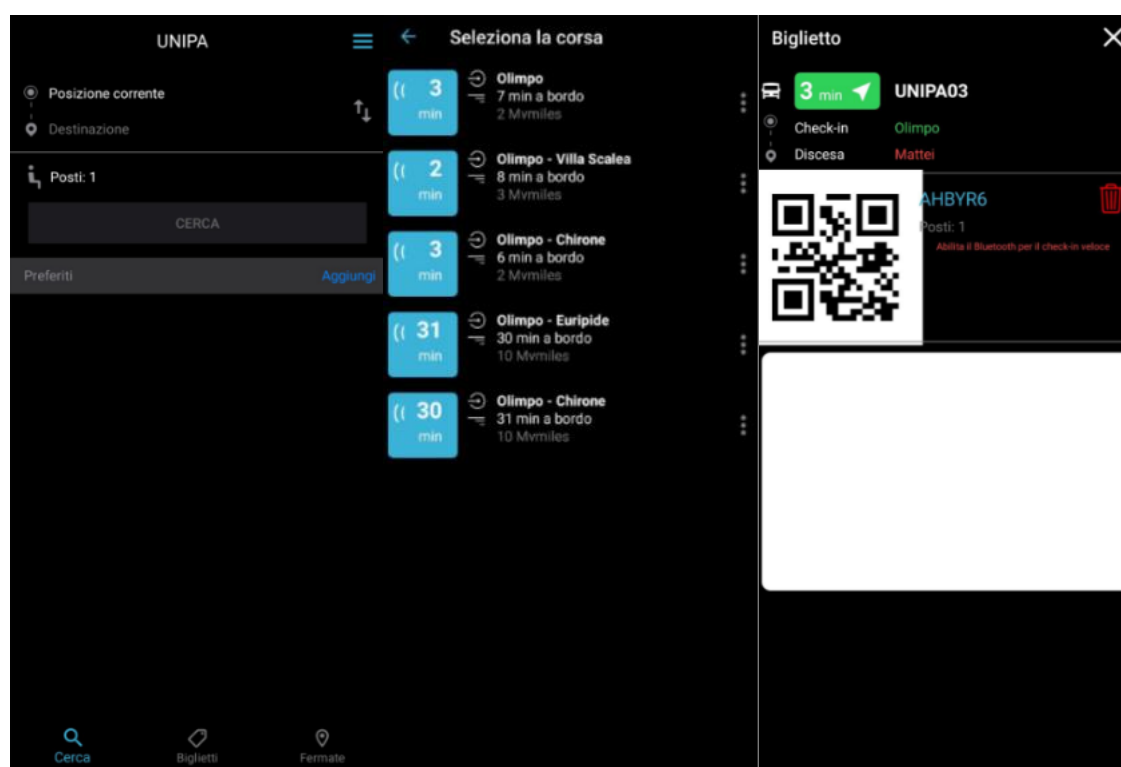


Figura 44- Interfaccia applicazione destinata agli utenti: schermata di prenotazione (sinistra), opzioni di prenotazione (centro) e biglietto digitale (destra)

Come si può osservare, l'interfaccia dell'applicazione presentava in modo chiaro e intuitivo le diverse opzioni di viaggio disponibili per l'utente, specificando per ciascuna di esse i tempi di attesa del mezzo alla fermata (evidenziati in azzurro) e i tempi stimati di percorrenza a bordo, oltre al numero di crediti (*MVMILES*) necessari per completare la corsa. Tra le varie alternative mostrate, l'app suggeriva inoltre più fermate di salita possibili, offrendo così una certa flessibilità nella pianificazione del viaggio. L'utente aveva anche la possibilità di prenotare più posti contemporaneamente, funzione utile nel caso di spostamenti condivisi da parte di piccoli gruppi.

Per quanto riguarda l'applicazione destinata ai conducenti, essa consentiva a gestione dinamica delle richieste. Una volta effettuato l'accesso, il conducente poteva selezionare una delle due linee circolari previste dal servizio (Linea A o Linea B) e, successivamente, riceveva le prenotazioni generate dagli utenti attraverso l'applicazione passeggeri. Ogni prenotazione veniva notificata con un messaggio contenente tutte le informazioni operative essenziali, tra cui la fermata di salita e quella di discesa del cliente, l'orario stimato di arrivo alla fermata e una mappa interattiva che mostrava in tempo reale il percorso ottimale da seguire per raggiungere il punto di presa. Questo sistema permetteva all'autista di adattare costantemente il tragitto in base alle richieste ricevute, garantendo una maggiore efficienza del servizio e una riduzione dei tempi morti tra una corsa e l'altra. Nel momento in cui il mezzo raggiungeva una delle fermate richieste, l'applicazione segnalava automaticamente all'autista la necessità di effettuare operazioni di check-in o check-out, modificando la schermata principale e fornendo le istruzioni corrispondenti. Inoltre, l'applicazione indicava la presenza di un passeggero in attesa alla fermata o, al contrario, il nome dell'utente che doveva scendere dal veicolo. Questo meccanismo semplificava notevolmente la gestione del flusso dei passeggeri, garantendo un corretto tracciamento dei viaggi (Fig.45).

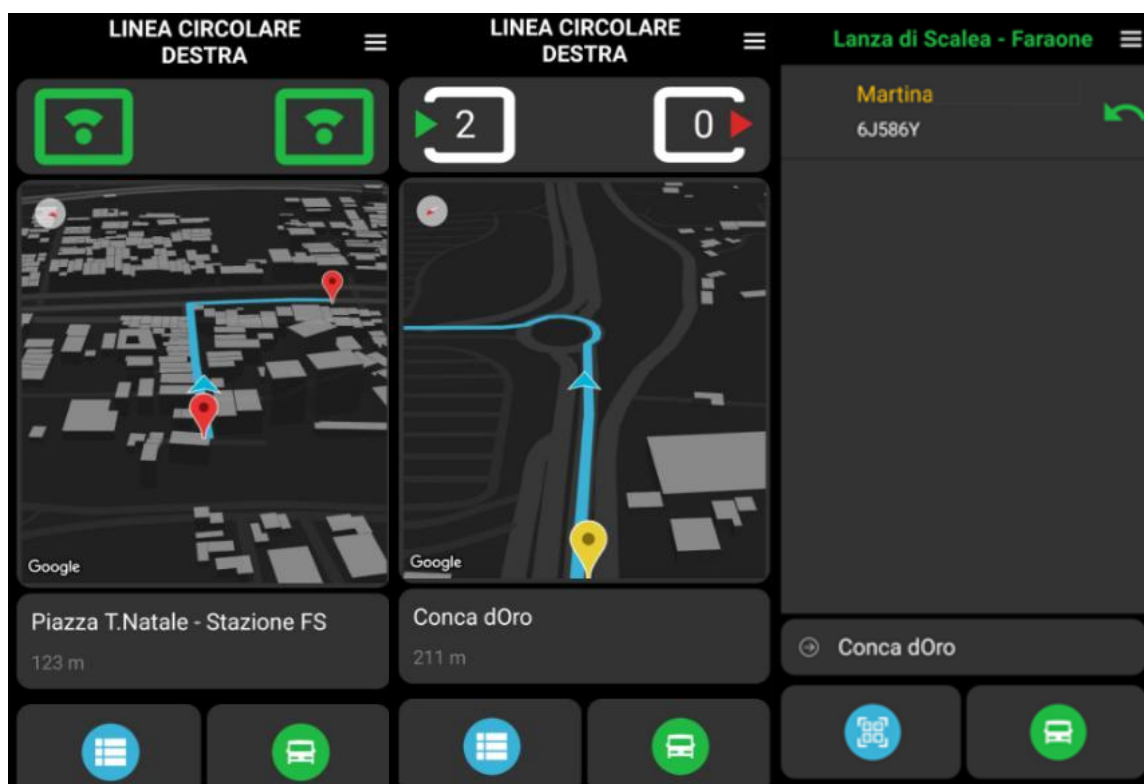


Figura 45-Interfaccia applicazione destinata ai conducenti: linea attiva con percorso e fermate (obbligatorie in rosso e opzionali in giallo) e nessuna prenotazione (sinistra), utenti in salita e/o discesa (centro), informazione utenti in prossimità della fermata in fase di check-in o check-out (destra)

Come si può osservare, nel momento in cui venivano effettuate una o più prenotazioni, l'applicazione aggiornava automaticamente la schermata principale mostrando il tragitto che l'autista doveva percorrere per soddisfare le richieste attive. Il percorso visualizzato includeva sia la posizione corrente del veicolo sia le fermate di salita e discesa da raggiungere, consentendo al conducente di avere una visione chiara e immediata della sequenza operativa da seguire.

Una volta raggiunta la fermata di *check-in*, l'interfaccia dell'applicazione si aggiornava mostrando il numero di passeggeri in attesa di salire a bordo, insieme alle informazioni relative all'utente che aveva effettuato la prenotazione (come il nome e il codice della corsa). Questi dati consentivano all'autista di verificare la corrispondenza tra il passeggero e la prenotazione registrata, rendendo più fluido e sicuro il processo di imbarco.

Allo stesso modo, in prossimità della fermata di discesa (*check-out*), l'applicazione segnalava con un messaggio dedicato la necessità di far scendere uno o più passeggeri, indicando i relativi nominativi. In questo modo, l'app dell'autista si configurava come uno strumento di supporto operativo essenziale, capace di guidare in tempo reale il conducente nella gestione delle corse e nel coordinamento delle diverse prenotazioni attive.

6.4. ANALISI TEMPORALE DELLE CORSE: ATTESA, PERCORRENZA E VERIFICA DELL'APPLICAZIONE

I dati raccolti durante la sperimentazione sono stati organizzati e gestiti attraverso un foglio di calcolo Excel, che ha costituito la base per le successive fasi di analisi. In primo luogo, è stata effettuata un'attenta operazione di *data cleaning* volta a eliminare tutte le prenotazioni che presentavano informazioni incomplete, incongruenze o evidenti errori nella rilevazione dei tempi di percorrenza e di attesa. Al termine di questa fase preliminare di filtraggio, il campione finale utilizzato per l'analisi è risultato composto da 94 corse valide.

Completata la fase di organizzazione dei dati, si è proceduto al calcolo delle differenze tra i tempi stimati e quelli effettivamente registrati. In particolare, per ciascuna corsa sono stati confrontati il tempo di attesa alla fermata mostrato all'utente dall'applicazione al momento della prenotazione e il tempo effettivo di arrivo del mezzo, e il tempo di percorrenza a bordo stimato dall'app e quello realmente impiegato per completare il percorso prenotato (Tab. 60).



Questo confronto ha consentito di valutare il grado di affidabilità del sistema di previsione dei tempi integrato nell'applicazione, identificando i casi in cui il mezzo è giunto in anticipo, puntuale o in ritardo, sia in fase di attesa che durante la percorrenza. Tale analisi ha inoltre permesso di verificare l'efficacia complessiva del servizio in condizioni operative reali, fornendo una misura quantitativa della coerenza tra le prestazioni promesse e quelle effettivamente erogate. Di seguito si riporta la tabella contenente i dati ricavati dalla sperimentazione:



Tabella 60- Risultati della sperimentazione

ORIGINE	DESTINAZIONE	ORARIO PREN.	ORARIO SALITA	ORARIO DISCESA	T _{ATTESA APP} [min]	T _{ATTESA EFF} [min]	T _{PERCORRENZA APP} [min]	T _{PERCORRENZA EFF} [min]	CIRCOLARE SELEZIONATA	AUTO
Piazza T.Natale - Piazza Mandorle	Aiace	15:17	15:22	15:50	00:02	00:05	00:19	00:28	SX	3
Piazza T.Natale - Stazione FS	Torre - Piano Gallo	15:24	15:26	15:44	00:03	00:02	00:23	00:18	DX	1
Piazza T.Natale - Piazza Mandorle	Conca d'Oro	16:06	16:13	16:26	00:09	00:07	00:07	00:13	SX	3
Santocanale - Anteo	Mattei - Collotti	16:09	16:27	16:37	00:25	00:18	00:12	00:10	DX	1
Tommaso Natale - Betti	Venere - Marinai Alliata	16:12	16:17	16:33	00:06	00:05	00:16	00:16	SX	3
Mattei	Regina Elena - Stabilimento	16:14	16:17	16:23	00:22	00:03	00:06	00:06	SX	4
Mattei - Giunone	Torre - Piano Gallo	16:57	17:02	17:08	00:07	00:05	00:07	00:06	SX	4
Olimpo - Villa Scalea	Roosvelt	16:33	16:37	16:45	00:01	00:04	00:15	00:08	SX	3
Olimpo	Mattei	16:35	16:38	16:52	00:03	00:03	00:07	00:14	SX	3
Torre - Piano Gallo	Santocanale - Anteo	16:49	17:02	17:12	00:14	00:13	00:12	00:10	SX	3
Polibio - Amarilli	Stazione Tommaso Natale	17:10	17:11	17:25	00:01	00:01	00:16	00:14	SX	3
Tommaso Natale - Betti	Conca d'Oro	17:27	17:31	17:39	00:06	00:04	00:11	00:08	SX	3
Olimpo - Castelforte	Margherita di Savoia - Venere	15:51	15:53	16:17	00:09	00:02	00:04	00:24	SX	4
Roosvelt	Mattei	15:54	16:00	16:09	00:10	00:06	00:08	00:09	SX	4
Mattei - Giunone	Regina Elena - Stabilimento	15:59	16:09	16:20	00:20	00:10	00:04	00:11	SX	4
Conca d'Oro	Apollo - Catalano	18:00	18:05	18:26	00:05	00:05	00:24	00:21	DX	2
Conca d'Oro	Stazione Tommaso Natale	18:00	18:05	18:11	00:03	00:05	00:08	00:06	DX	2
Partanna Mondello - Dionisio	Stazione Tommaso Natale	15:40	15:52	16:00	00:26	00:12	00:10	00:08	SX	4
Piazza Tommaso Natale	Stazione Tommaso Natale	15:47	15:59	16:00	00:19	00:12	00:01	00:01	SX	4
Partanna Mondello - Dionisio	Parcheggio Galatea	15:56	16:16	16:34	00:32	00:20	00:31	00:18	SX	4
Piazza T.Natale - Piazza Mandorle	Parcheggio Galatea	16:08	16:12	16:25	00:08	00:04	00:20	00:13	DX	1
Partanna Mondello - Dionisio	Stazione Tommaso Natale	16:10	16:17	16:24	00:11	00:07	00:13	00:07	SX	4



Partanna Mondello - Iandolino	Stazione Tommaso Natale	16:16	16:21	16:34	00:11	00:05	00:24	00:13	DX	1
Caduti sul Lavoro	Parcheggio Galatea	16:20	16:27	16:34	00:12	00:07	00:15	00:07	SX	4
Partanna Mondello - Iandolino	Parcheggio Galatea	16:36	16:43	16:47	00:13	00:07	00:06	00:04	DX	1
Iandolino - Partanna Mondello	Parcheggio Galatea	16:36	16:37	16:57	00:05	00:01	00:31	00:20	SX	4
Caduti sul Lavoro	Parcheggio Galatea	16:00	16:28	16:36	00:33	00:28	00:15	00:08	SX	4
Polibio - Amarilli	Stazione Tommaso Natale	16:03	16:12	16:23	00:14	00:09	00:12	00:11	SX	4
Tommaso Natale - Socrate	Parcheggio Galatea	16:05	16:25	16:35	00:29	00:20	00:17	00:10	SX	4
Caduti sul Lavoro	Conca d'Oro	16:37	16:53	16:56	00:20	00:16	00:05	00:03	SX	4
Polibio - Amarilli	Parcheggio Galatea	16:41	16:46	16:52	00:09	00:05	00:06	00:06	DX	1
Polibio - Amarilli	Stazione Tommaso Natale	16:48	17:17	17:28	00:26	00:29	00:12	00:11	SX	4
Caduti sul Lavoro	Piazza Mondello	16:49	16:53	17:07	00:03	00:04	00:18	00:14	SX	4
Partanna Mondello - Iandolino	Parcheggio Galatea	17:07	17:11	17:15	00:06	00:04	00:06	00:04	DX	1
Atlante-Piazza della Serenità	Parcheggio Galatea	15:17	15:25	15:29	00:09	00:08	00:05	00:04	DX	1
Partanna Mondello - Chimera	Stazione Tommaso Natale	15:20	15:26	15:34	00:12	00:06	00:11	00:08	SX	4
Iandolino - Partanna Mondello	Tommaso Natale - Socrate	15:21	15:25	15:36	00:06	00:04	00:15	00:11	SX	4
Tommaso Natale - Socrate	Piazza Mondello	15:23	15:28	15:44	00:06	00:05	00:24	00:16	DX	2
Caduti sul Lavoro	Olimpo	15:31	15:40	15:47	00:09	00:09	00:04	00:07	SX	4
Torre - Piano Gallo	Stazione Tommaso Natale	15:32	15:37	15:50	00:03	00:05	00:22	00:13	DX	1
Mattei - Calliope	Stazione Tommaso Natale	15:38	15:45	15:52	00:10	00:07	00:13	00:07	DX	1
Mattei	Parcheggio Galatea	15:38	15:41	15:45	00:05	00:03	00:04	00:04	SX	3
Nicoletti	Stazione Tommaso Natale	15:45	15:52	15:56	00:13	00:07	00:04	00:04	SX	3
Caduti sul Lavoro	Conca d'Oro	15:50	16:00	16:03	00:14	00:10	00:05	00:03	SX	3
Santocanale - Anteo	Stazione Tommaso Natale	15:53	16:04	16:24	00:15	00:11	00:26	00:20	DX	1
Caduti sul Lavoro	Partanna Mondello - Matotta	15:54	16:00	16:17	00:07	00:06	00:23	00:17	SX	3
Tommaso Natale - Pass. a Livello	Parcheggio Galatea	15:58	16:03	16:15	00:14	00:05	00:18	00:12	DX	2
Conca d'Oro	Parcheggio Galatea	16:52	17:21	17:32	00:01	00:29	00:13	00:11	SX	3
Sferracavallo - Delegazione	Parcheggio Galatea	16:56	17:04	17:15	00:08	00:08	00:16	00:11	DX	1
Partanna Mondello - Dionisio	Tommaso Natale - Socrate	16:58	17:03	17:16	00:06	00:05	00:14	00:13	SX	4



Tommaso Natale - Socrate	Conca d'Oro	17:01	17:15	17:23	00:17	00:14	00:07	00:08	SX	4
Mattei - Calliope	Stazione Tommaso Natale	17:07	17:17	17:41	00:15	00:10	00:13	00:24	DX	1
Roosvelt	Stazione Tommaso Natale	17:07	17:25	17:41	00:25	00:18	00:20	00:16	DX	1
Mattei	Parcheggio Galatea	17:10	17:29	17:32	00:18	00:19	00:04	00:03	SX	4
Olimpo	Stazione Tommaso Natale	17:15	17:34	17:41	00:26	00:19	00:09	00:07	DX	1
Partanna Mondello - Iandolino	Conca d'Oro	17:24	17:30	17:39	00:06	00:06	00:22	00:09	DX	2
Sferracavallo - Passaggio a Livello	Parcheggio Galatea	17:25	17:42	17:56	00:25	00:17	00:18	00:14	DX	1
Olimpo	Parcheggio Galatea	17:30	17:34	18:02	00:07	00:04	00:29	00:28	DX	1
Iandolino - Partanna Mondello	Stazione Tommaso Natale	15:06	15:11	15:19	00:11	00:05	00:13	00:08	SX	4
Galatea - Saline	Stazione Tommaso Natale	15:23	15:32	15:41	00:16	00:09	00:16	00:09	SX	4
Partanna Mondello - Dionisio	Conca d'Oro	15:38	16:08	16:23	00:32	00:30	00:21	00:15	SX	4
Apollo - Aglialia	Stazione Tommaso Natale	15:45	16:06	16:16	00:17	00:21	00:16	00:10	SX	4
Stazione Tommaso Natale	Parcheggio Galatea	15:51	16:16	16:31	00:21	00:25	00:17	00:15	SX	4
Partanna Mondello - Dionisio	Salgari - Papini	16:03	16:19	16:36	00:03	00:16	00:14	00:17	SX	4
Mattei	Parcheggio Galatea	16:05	16:11	16:14	00:29	00:06	00:04	00:03	SX	4
Partanna Mondello - Dionisio	T.Natale - Passaggio a Livello	16:05	16:20	16:34	00:04	00:15	00:15	00:14	SX	4
Mattei - Calliope	Stazione Tommaso Natale	16:12	16:35	16:47	00:23	00:23	00:13	00:12	DX	2
Iandolino	Parcheggio Galatea	16:19	16:26	16:29	00:11	00:07	00:05	00:03	DX	2
Partanna Mondello - Chimera	Parcheggio Galatea	16:20	16:23	16:29	00:08	00:03	00:07	00:06	DX	2
Mondello - Tolomea	Stazione Tommaso Natale	16:24	16:31	16:46	00:12	00:07	00:20	00:15	DX	2
Salgari - Papini	Iandolino - Catalano	16:28	16:36	17:00	00:05	00:08	00:19	00:24	SX	4
Roosvelt	Parcheggio Galatea	16:35	16:47	16:57	00:20	00:12	00:12	00:10	SX	4
Tommaso Natale - Socrate	Parcheggio Galatea	16:37	16:42	17:06	00:10	00:05	00:21	00:24	DX	2
Santocanale - Anteo	Parcheggio Galatea	16:50	16:58	17:08	00:06	00:08	00:09	00:10	DX	2
Polibio - Amarilli	Stazione Tommaso Natale	16:50	17:04	17:15	00:19	00:14	00:12	00:11	SX	4
Torre - Piano Gallo	Parcheggio Galatea	17:05	17:09	17:12	00:08	00:04	00:49	00:03	DX	2
Santocanale - Anteo	Stazione Tommaso Natale	15:00	15:14	15:25	00:20	00:14	00:14	00:11	SX	3



Sferracavallo - Passaggio a Livello	Parcheggio Galatea	15:04	15:11	15:26	00:06	00:07	00:18	00:15	DX	2
Santocanale - Anteo	Parcheggio Galatea	15:06	15:19	15:26	00:20	00:13	00:08	00:07	DX	2
Tommaso Natale - Socrate	Conca d'Oro	15:19	15:28	15:35	00:12	00:09	00:07	00:07	SX	3
Piazza T.Natale - Stazione FS	Parcheggio Galatea	15:25	15:49	15:59	00:23	00:24	00:19	00:10		2
Cristoforo Colombo - Caronia Roberti	Stazione Tommaso Natale	15:28	15:35	15:48	00:10	00:07	00:20	00:13	DX	2
Salgari - Papini	Partanna Mondello - Dionisio	15:42	15:58	16:10	00:24	00:16	00:21	00:12	SX	3
Venere - Castelforte	Stazione Tommaso Natale	15:53	16:06	16:14	00:18	00:13	00:13	00:08	DX	2
Margherita di S. - Piazza Caboto	Stazione Tommaso Natale	16:01	16:06	16:14	00:11	00:05	00:16	00:08	DX	2
Tommaso Natale - Socrate	Iandolino	17:18	17:26	17:46	00:07	00:08	00:16	00:20	DX	2
Iandolino - Partanna Mondello	Tommaso Natale - Socrate	17:22	17:31	17:52	00:14	00:09	00:15	00:21	SX	3
Diomede - Aiace	Parcheggio Galatea	17:26	17:42	17:49	00:21	00:16	00:07	00:07	DX	2
Santocanale - Anteo	Stazione Tommaso Natale	17:27	17:36	17:49	00:08	00:09	00:14	00:13	SX	3
Tommaso Natale - Socrate	Parcheggio Galatea	17:29	18:00	18:10	00:34	00:31	00:16	00:10	SX	4
Parcheggio Galatea	Eurospin	17:35	17:40	17:51	00:08	00:05	00:10	00:11	SX	4
Sferracavallo - Delegazione	Parcheggio Galatea	17:47	17:56	18:10	00:10	00:09	00:21	00:14	SX	4
Castelforte - Chirone	Stazione Tommaso Natale	15:20	15:30	15:41	00:02	00:10	00:17	00:11	SX	4
Olimpo - Chirone	Stazione Tommaso Natale	15:23	15:42	15:46	00:10	00:19	00:07	00:04	DX	2
Polibio - Amarilli	Tommaso Natale - Socrate	15:46	16:02	16:11	00:19	00:16	00:14	00:09	SX	4
Castelforte - Chirone	Parcheggio Galatea	15:50	15:57	16:05	00:15	00:07	00:07	00:08	DX	2
Mondello - Tolomea	Tommaso Natale - Socrate	15:50	15:54	16:10	00:07	00:04	00:23	00:16	SX	4
Antigone - Nicoti	Stazione Tommaso Natale	15:20	15:30	15:41	00:18	00:10	00:15	00:11	SX	4
Antigone - Nicoti	Parcheggio Galatea	15:47	16:03	16:05	00:17	00:16	00:05	00:02	DX	2

Come si può osservare dalla tabella riportata, sono elencate una serie di informazioni utili alla comprensione e all'analisi delle corse effettuate durante la sperimentazione. In particolare, per ciascuna prenotazione sono riportati: la fermata di origine e quella di destinazione, l'orario della prenotazione, gli orari effettivi di salita e di discesa, nonché i tempi di attesa e di percorrenza a bordo, sia quelli stimati dall'applicazione sia quelli effettivamente rilevati durante l'esecuzione della corsa.

La tabella riporta inoltre la circolare impegnata nel singolo tragitto: la circolare destra corrisponde alla Linea A e la circolare sinistra alla Linea B. A ciascuna di esse erano associati specifici veicoli, identificati con un numero progressivo: le auto 1 e 2 erano assegnate alla circolare destra, mentre le auto 3 e 4 operavano sulla circolare sinistra.

I veicoli impiegati lungo la Linea A hanno soddisfatto complessivamente 39 richieste di viaggio, mentre quelli operanti sulla Linea B hanno gestito 55 richieste. Analizzando più nel dettaglio, i veicoli 1 e 2 lungo la Linea A hanno servito rispettivamente 17 e 22 richieste, mentre sulla Linea B il veicolo 3 ha soddisfatto 17 richieste, risultando meno utilizzato rispetto al veicolo 4, che si è confermato il più utilizzato con 38 richieste completate.

Si è osservato che alcuni valori di ritardo risultavano assolutamente anomali, e un'analisi più approfondita ha evidenziato che i maggiori ritardi si verificavano quando venivano effettuate prenotazioni in presenza di deviazioni già attive dovute a prenotazioni precedenti sullo stesso veicolo. Ciò suggerisce che l'applicazione non considera adeguatamente le deviazioni in corso nel calcolo dei tempi stimati, determinando ritardi sensibili, specialmente su percorsi più lunghi come quello lungo l'Addaura. I ritardi residui, sia per l'attesa sia per la percorrenza, risultano invece contenuti e sono attribuibili a fenomeni locali di congestione o ad altri perditempo occasionali.

Dunque, considerando tutte le richieste di viaggio registrate durante la sperimentazione, i tempi di attesa (*waiting time*) effettivamente sperimentati dagli utenti hanno mostrato una variabilità significativa, con un minimo di 1 minuto e un massimo di 31 minuti, e un tempo medio di attesa pari a 10 minuti. Parallelamente, i tempi effettivi di percorrenza a bordo dei veicoli (*in-vehicle time*) hanno variato tra un minimo di 1 minuto e un massimo di 28 minuti, con un tempo medio di 11 minuti.

Analizzando la distribuzione dei dati, si osserva che per circa il 34% delle corse il tempo di attesa degli utenti rientrava nell'intervallo tra 6 e 10 minuti, mentre per il 36% delle corse il tempo trascorso a bordo si collocava nello stesso intervallo di 6-10 minuti (Fig. 46).

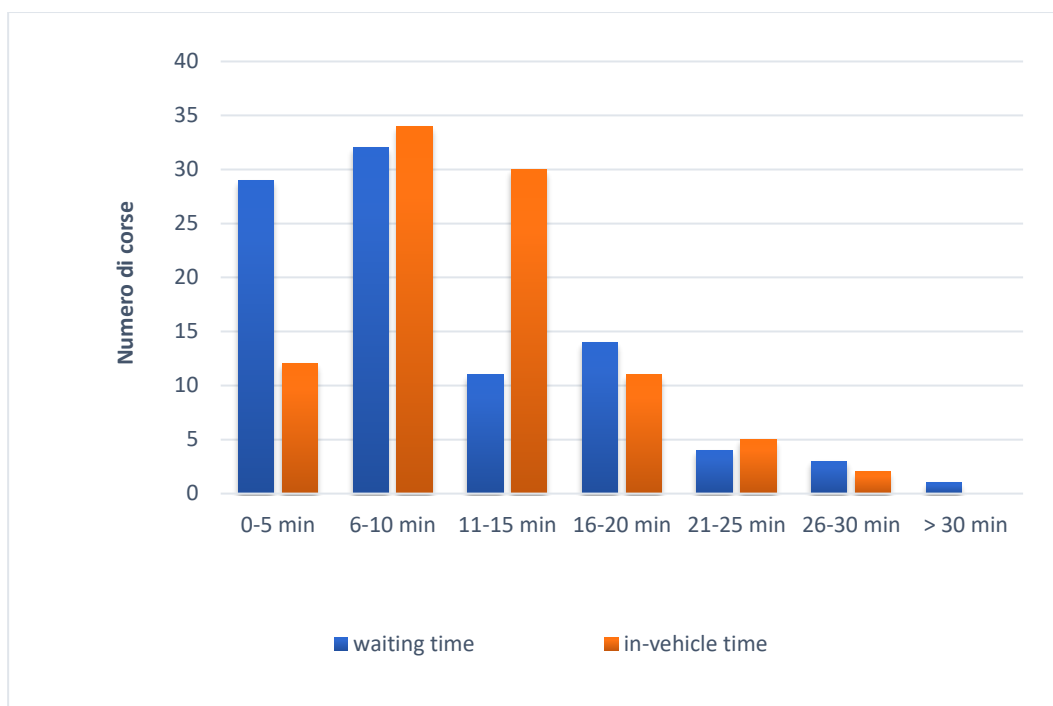


Figura 46-Distribuzione dei tempi di attesa e di percorrenza a bordo del mezzo

Dall'analisi dei dati sperimentali è stato possibile quantificare le differenze tra i tempi di attesa e di percorrenza a bordo effettivamente osservati e quelli stimati dall'applicazione mobile. In particolare, la discrepanza tra i tempi di attesa registrati e quelli previsti dall'applicazione è risultata pari a 5 minuti, con un valore medio di attesa di 10 minuti, corrispondente a un errore percentuale %RMSE del 50% e a un coefficiente di correlazione di Pearson (PCC) pari a 0,83. Analogamente, per i tempi di percorrenza a bordo, la differenza tra i valori osservati e quelli stimati dall'app è stata anch'essa di 5 minuti, considerando un tempo medio a bordo di 11 minuti, con un %RMSE del 46% e un PCC pari a 0,74.

Inoltre, come si può osservare dalle Figure 47 e 48, l'applicazione tende, nella maggior parte dei casi, a sovrastimare sia i tempi di attesa alle fermate sia i tempi di percorrenza a bordo effettivamente sperimentati dagli utenti.

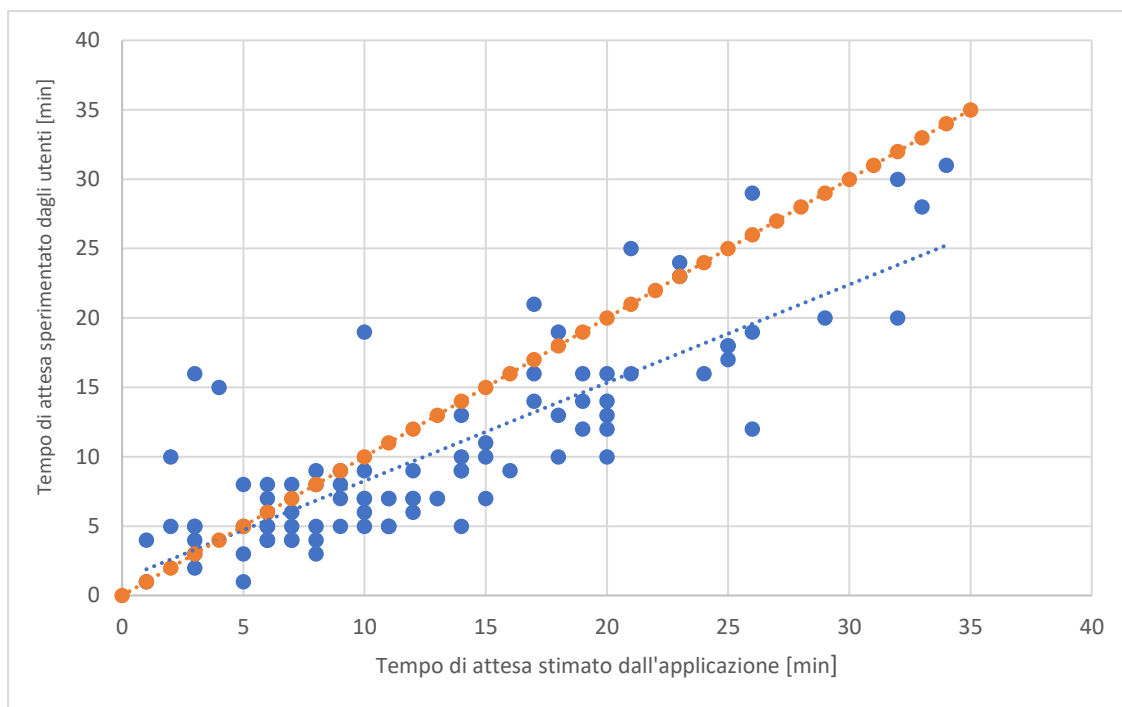


Figura 47-Differenze tra i tempi di attesa osservati e stimati dall'applicazione

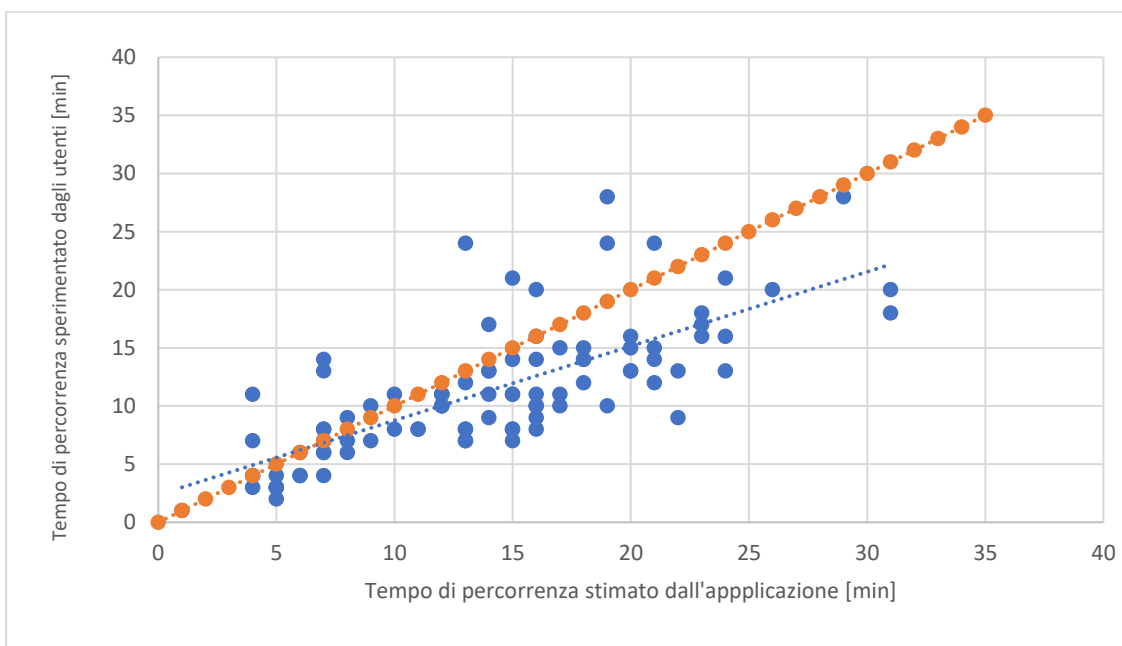


Figura 48-Differenze tra i tempi di percorrenza osservati e stimati dall'applicazione

6.5. INDAGINE SUL GRADIMENTO DEL SERVIZIO DRT TRAMITE UN QUESTIONARIO

Al termine del pilot study, è stato somministrato un breve questionario di soddisfazione agli utenti che hanno partecipato alla sperimentazione. Lo strumento di indagine aveva

l'obiettivo di raccogliere informazioni qualitative sulle esperienze dei partecipanti, valutando diversi aspetti del servizio DRT e dell'applicazione mobile *MVMANT*. In particolare, il questionario includeva domande relative alla facilità d'uso dell'applicazione, all'intuitività e all'efficacia dell'interfaccia utente, alla corrispondenza tra i tempi di attesa e di percorrenza stimati dall'app e quelli effettivamente sperimentati, e a una valutazione complessiva del servizio offerto (Fig. 49). I dati raccolti hanno permesso di comprendere sia le percezioni soggettive degli utenti sia eventuali criticità nella fruizione del servizio.

Secondo il tuo giudizio quanto è stato facile utilizzare l'app MVMANT? *

1 2 3 4 5

Molto difficile ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Molto facile

Come giudichi l'interfaccia complessiva (es. comunicazione dei tempi) dell'app? *

1 2 3 4 5

Poco intuitiva ☐ ☐ ☒ ☐ ☐ Molto intuitiva

Come valuti l'attendibilità dei tempi mostrati dall'app? *

1 2 3 4 5

Poco attendibili ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Molto attendibili

Il sistema di mobilità proposto nella sperimentazione è a titolo gratuito, con l'utilizzo di crediti di viaggi virtuali. Qualora entrasse a regime e fosse a pagamento, quanto saresti disposto a pagare per tale sistema? *

☐ €1,50

☐ €2,00

☐ €2,50

☐ €3,00

Qual è complessivamente il tuo giudizio sul sistema sperimentale offerto? *

☐ Scarso

☐ Sufficiente

☐ Discreto

☐ Buono

☐ Ottimo

Altri suggerimenti e/o commenti:

La tua risposta

Figura 49- Questionario somministrato agli utenti

Le risposte degli studenti coinvolti nella sperimentazione hanno evidenziato un generale apprezzamento per l'applicazione *MVMANT*, in particolare per l'interfaccia complessiva, che ha ottenuto un punteggio medio superiore a 4 su 5. La facilità d'uso, seppur valutata positivamente, ha ricevuto giudizi leggermente inferiori rispetto all'interfaccia, suggerendo margini di miglioramento nell'intuitività delle funzioni disponibili.

Per quanto riguarda la stima dei tempi fornita dall'app, sia di attesa che di percorrenza a bordo, la valutazione complessiva è risultata buona, con un punteggio medio leggermente inferiore a 4 su 5. Un'altra sezione del questionario era dedicata alla disponibilità a pagare per il servizio: il 70% degli utenti avrebbe sostenuto un costo di 2,00 €, mentre un ulteriore 20% sarebbe stato disposto a pagare fino a 2,50 €. Complessivamente, la percezione del servizio è stata positiva: il 50% degli intervistati ha giudicato il servizio "buono", il 20% "discreto" e il 10% "ottimo".

Dall'analisi dei commenti aperti emerge come gli utenti attribuiscono grande importanza alla stabilità dell'applicazione e alla rapidità con cui questa propone le prenotazioni, aspetti ritenuti fondamentali per garantire un servizio affidabile e appetibile. Alcune osservazioni hanno sottolineato la necessità di ottimizzare la distribuzione degli utenti tra i veicoli disponibili, al fine di evitare che alcuni mezzi risultino affollati mentre altri restano vuoti. Altri commenti, invece, hanno riguardato l'adozione di un sistema tariffario variabile, in cui eventuali ritardi subiti dal primo utente a causa di una deviazione generata da un secondo utente possano essere compensati con una riduzione del costo del biglietto. Ulteriori criticità segnalate riguardano la presentazione delle informazioni: la grafica attuale tende a enfatizzare visivamente il tempo di attesa rispetto a quello a bordo, con il rischio di influenzare le scelte degli utenti verso opzioni percepite come più rapide, ma non necessariamente ottimali in termini di tempo complessivo di spostamento. Anche la gestione delle fermate di salita ha generato confusione, poiché l'app continuava a mostrare più punti di salita alternativi anche quando l'utente aveva selezionato una fermata specifica dall'elenco. Questi elementi evidenziano la necessità, in future implementazioni, di rendere più chiara e coerente la visualizzazione delle informazioni, adottando criteri grafici più gerarchici e guidati, in modo da facilitare l'esperienza dell'utente e rendere più efficiente il processo decisionale durante la prenotazione.

In conclusione, dalla sperimentazione condotta è emerso un generale apprezzamento sia per l'applicazione *MVMANT* sia, più in generale, per il servizio di trasporto a domanda proposto.

Gli utenti hanno espresso valutazioni complessivamente positive, riconoscendo la bontà dell'interfaccia grafica e la funzionalità del sistema di prenotazione in tempo reale, pur segnalando alcuni aspetti migliorabili legati alla chiarezza delle informazioni e alla stabilità del sistema. Un risultato di particolare rilievo riguarda la disponibilità a pagare espressa dagli utenti. Il valore medio di 2,00 € indicato dagli intervistati come tariffa ritenuta congrua per l'utilizzo del servizio risulta pienamente coerente con gli esiti dell'analisi tariffaria illustrata nel Capitolo 5, dove la tariffa ottimale era risultata pari a 1,50 € per le categorie socio-economiche più svantaggiate e 2,50 € per i restanti utenti. La disponibilità media di 2,00 €, dunque, si colloca esattamente tra queste due soglie, confermando la coerenza tra la valutazione modellistica e la percezione reale degli utenti. Tale convergenza suggerisce che il modello proposto per la definizione di un sistema tariffario equo e sostenibile riesce a rappresentare in maniera efficace le preferenze e le aspettative della domanda potenziale. In definitiva, la sperimentazione ha offerto riscontri significativi non solo sull'affidabilità tecnica e funzionale del sistema DRT supportato da piattaforma digitale, ma anche sulla sua accettabilità sociale ed economica. I risultati ottenuti rafforzano l'ipotesi che l'introduzione di un servizio di trasporto flessibile e integrato, correttamente dimensionato e accompagnato da un sistema tariffario calibrato sulle reali capacità dei mezzi e caratteristiche dell'utenza, possa costituire una soluzione efficace per migliorare l'accessibilità e la sostenibilità del trasporto pubblico nelle aree urbane e periferiche.

7. CONCLUSIONI

Le analisi e le sperimentazioni condotte nel corso di questa tesi, con riferimento all'area di Partanna Mondello e Tommaso Natale, non devono essere interpretate come un esercizio circoscritto a un singolo contesto urbano, bensì come la definizione di un modello di esercizio e di pianificazione potenzialmente replicabile in altri ambiti territoriali caratterizzati da analoghe criticità del trasporto pubblico locale. In tale prospettiva, il caso studio analizzato rappresenta un banco di prova per valutare l'efficacia di un servizio di microtransit integrato, concepito come strumento di supporto e complemento alla rete di trasporto pubblico esistente, piuttosto che come alternativa ad essa. Nel contesto urbano di Palermo, la presenza di un sistema su ferro in progressiva evoluzione, costituito dal Passante Ferroviario, dall'Anello Ferroviario e dalla rete tranviaria, offre un'opportunità strategica per ripensare l'organizzazione della mobilità nelle aree periferiche e semi-periferiche della città. Tuttavia, l'estensione e la distribuzione spaziale di tali infrastrutture evidenziano ancora ampie porzioni di territorio non direttamente servite dal ferro, in cui il trasporto pubblico su gomma risulta spesso poco competitivo in termini di frequenza, affidabilità e tempi di percorrenza. Alla luce di queste considerazioni, il modello sviluppato e testato nell'area di Partanna Mondello–Tommaso Natale può essere interpretato come un sistema operativo applicabile a quelle zone della città che, pur non essendo direttamente intercettate dalle infrastrutture ferroviarie o tranviarie, presentano una domanda di mobilità diffusa, prevalentemente non sistematica, e una forte esigenza di connessione con i nodi principali della rete di trasporto pubblico ad alta capacità. In tali contesti, un servizio di microtransit a linee fisse con deviazioni attivabili su richiesta può svolgere un duplice ruolo: da un lato, rispondere in modo efficiente agli spostamenti localizzati all'interno dei quartieri; dall'altro, fungere da servizio di adduzione verso il sistema su ferro e le linee portanti del TPL, favorendo una reale integrazione modale. In questo quadro si inserisce l'analisi preliminare condotta nei contesti di Mezzomonreale e Villa Tasca, scelti come esempi rappresentativi di aree periferiche palermitane accomunate da un livello di servizio del trasporto pubblico insufficiente e da una quasi del tutto nulla accessibilità al sistema su ferro. Tali ambiti costituiscono, pertanto, potenziali candidati all'estensione del modello proposto, confermando come l'approccio metodologico sviluppato in questa ricerca possa fornire un contributo concreto alla progettazione di servizi di mobilità più flessibili, integrati ed equi nelle periferie urbane. Nello specifico tale quartiere, che si colloca nella parte occidentale

del territorio urbano di Palermo, a ridosso delle principali direttrici che collegano il centro cittadino con le aree periferiche e con i comuni limitrofi situati lungo l'asse che conduce verso Monreale, non è attualmente servita da infrastrutture di trasporto pubblico su ferro, né da linee ferroviarie né da linee tranviarie. Tale assenza limita le possibilità di mobilità sostenibile e riduce la capacità del quartiere di connettersi in maniera rapida ed efficiente con il resto della città. La dipendenza esclusiva dal trasporto su gomma, unita a un servizio autobus caratterizzato da frequenze spesso irregolari e da una copertura non completamente capillare, rappresenta un fattore critico per la qualità e l'accessibilità della mobilità locale. Nell'ambito delle valutazioni di pianificazione della mobilità urbana, è inoltre necessario tenere conto delle trasformazioni previste per il sistema di trasporto pubblico di massa, in particolare della nuova rete tranviaria delineata nel PUMS di Palermo 2024. Tale rete, la cui attuazione è programmata per fasi successive a partire dalle prime tre linee (A, B e C), prevede il completamento degli interventi entro il 2028 e rappresenta uno degli elementi cardine della strategia di riequilibrio modale perseguita dall'amministrazione comunale. Sebbene l'area oggetto di studio non sia direttamente attraversata dalle nuove infrastrutture tranviarie, è ragionevole ipotizzare che la loro entrata in esercizio produca effetti indiretti anche sui quartieri limitrofi, contribuendo nel medio periodo a una riduzione dell'uso del mezzo privato e a un incremento dell'attrattività del trasporto pubblico collettivo.

Un caso particolarmente rilevante in questa prospettiva è rappresentato dalla Linea C della futura rete tranviaria (attuale Tram 4), che oggi collega la Stazione Notarbartolo con Corso Calatafimi attraverso un tracciato di tipo circolare. Il PUMS 2024 prevede per tale linea un'estensione significativa del percorso, che, a partire dallo svincolo Calatafimi, si svilupperà lungo Viale della Regione Siciliana per poi proseguire verso la Stazione ferroviaria Orleans e raggiungere infine la Stazione Centrale, principale nodo di interscambio del sistema ferroviario regionale e nazionale. Questo prolungamento rafforzerà il ruolo della linea come asse portante della mobilità urbana, migliorando l'accessibilità ai principali poli della città e aumentando le opportunità di interscambio modale. In questo contesto evolutivo, il servizio di *Demand Responsive Transport* progettato e analizzato in questa tesi assume un ruolo strategico come servizio di adduzione flessibile al trasporto pubblico esistente e futuro. Il DRT può infatti intercettare la domanda di mobilità generata nelle aree non direttamente servite dal ferro o dal tram, garantendo collegamenti efficienti verso i principali nodi di interscambio e consentendo agli utenti di effettuare spostamenti di maggiore lunghezza appoggiandosi alle linee strutturali del TPL. In tal modo, il microtransit

non si configura come un servizio sostitutivo delle infrastrutture ad alta capacità, ma come un elemento complementare e adattivo, capace di valorizzare gli investimenti infrastrutturali previsti dal PUMS e di amplificarne gli effetti in termini di accessibilità, sostenibilità ed equità territoriale. Anche l'analisi della domanda di mobilità, condotta anche in questo caso con l'ausilio della matrice O/D PUMS 2023, ha evidenziato le forti criticità legate all'uso dei mezzi pubblici. In particolar modo, dall'analisi dei risultati, riportati in dettaglio nelle tabelle di riferimento contenute nell'APPENDICE E, emerge come la modalità *road* continui a rappresentare, anche in questo contesto, la componente largamente dominante della mobilità, con quote che si attestano mediamente intorno all'80%. Un comportamento leggermente differenziato si osserva nel caso degli spostamenti interni all'area, per i quali la quota attribuibile alla modalità *road* risulta più contenuta. Questo andamento è spiegabile considerando che una parte significativa degli spostamenti di brevissima distanza viene assorbita dalla categoria degli *slowmodes*, che raggiunge valori prossimi al 30%. Tale dato appare coerente con la natura prevalentemente residenziale dell'area, caratterizzata da una certa presenza di servizi di prossimità e da distanze compatibili con spostamenti pedonali o tramite micromobilità. Per quanto riguarda la modalità *bus*, i valori di utilizzo risultano decisamente contenuti durante i fine settimana, sia nel periodo estivo sia in quello invernale, con percentuali comprese tra il 2% e il 7%. Durante i giorni feriali (lunedì–venerdì) si osserva invece un incremento della quota di utilizzo del trasporto pubblico, in particolare per gli spostamenti generati dall'area e diretti verso il resto della città, così come per quelli attratti dall'esterno, con valori che raggiungono circa il 15%. Questo andamento suggerisce che una parte dell'utenza percepisce il servizio bus come una soluzione relativamente adeguata a effettuare i propri spostamenti, pur permanendo evidenti margini di miglioramento in termini di affidabilità, frequenza e integrazione modale.

Nel complesso, i risultati confermano un quadro di mobilità fortemente sbilanciato verso l'uso del mezzo privato motorizzato, affiancato da un utilizzo non trascurabile della mobilità dolce per gli spostamenti interni e da un ruolo ancora marginale del trasporto pubblico. In tale prospettiva, il modello di esercizio del servizio DRT sviluppato e sperimentato nell'area di Partanna Mondello – Tommaso Natale appare potenzialmente replicabile anche nei contesti di Mezzomonreale e Villa Tasca.

In conclusione, la presente tesi di dottorato ha affrontato il tema della progettazione e valutazione di servizi di trasporto pubblico flessibili, con particolare riferimento ai servizi di *Demand Responsive Transport* (DRT), nel contesto delle aree urbane periferiche caratterizzate da una domanda di mobilità frammentata, discontinua e fortemente dipendente dal mezzo privato. L'obiettivo generale del lavoro è stato quello di sviluppare un modello integrato di analisi, progettazione e valutazione di un servizio DRT inserito all'interno di un sistema di trasporto pubblico multimodale, ponendo particolare attenzione agli aspetti di equità tariffaria, accessibilità e soddisfazione dell'utenza. Il lavoro si è articolato in una prima parte di inquadramento teorico e metodologico, seguita da una fase applicativa e sperimentale, e infine da un'estensione del modello ad altri contesti urbani, con l'obiettivo di verificarne la trasferibilità e la robustezza.

Nei capitoli iniziali è stato delineato il quadro concettuale di riferimento, approfondendo l'evoluzione dei servizi di trasporto flessibile e il loro ruolo all'interno dei sistemi di mobilità urbana contemporanei. La revisione della letteratura ha evidenziato come i servizi DRT rappresentino una soluzione potenzialmente efficace per colmare i vuoti di offerta del trasporto pubblico tradizionale, in particolare nelle aree a bassa densità o con domanda fortemente variabile nel tempo. Allo stesso tempo, è emerso come il successo di tali servizi sia fortemente condizionato dalla loro integrazione con il TPL esistente, dalla qualità delle informazioni fornite all'utenza e dalla definizione di schemi tariffari percepiti come equi e sostenibili. Successivamente, l'attenzione si è concentrata sull'analisi del contesto territoriale e del sistema di trasporto pubblico locale della città di Palermo. Attraverso l'utilizzo di dati provenienti dal PUMS e da fonti locali, sono state messe in evidenza le principali criticità del TPL, in termini di frequenza, regolarità del servizio, tempi di attesa e di percorrenza, che contribuiscono a mantenere elevata la quota di utilizzo del mezzo privato. In questo quadro, l'area di Partanna Mondello – Tommaso Natale è stata individuata come caso studio rappresentativo di una periferia urbana caratterizzata da una domanda di mobilità articolata, dalla presenza di un'infrastruttura ferroviaria sottoutilizzata e da un'offerta di trasporto pubblico su gomma non pienamente adeguata alle esigenze degli utenti.

Su tali basi è stata sviluppata la proposta progettuale del servizio DRT, articolata in una rete di linee fisse con deviazioni di percorso attivabili su richiesta. Il modello è stato costruito integrando l'analisi della domanda, la definizione delle fermate obbligatorie e opzionali, la progettazione dei percorsi e il dimensionamento della flotta. Particolare attenzione è stata dedicata alla valutazione degli impatti del servizio in termini di riduzione degli spostamenti

in auto privata, miglioramento dell'accessibilità e integrazione con il trasporto pubblico su ferro. Un aspetto di particolare rilevanza del presente lavoro riguarda lo sviluppo dell'algoritmo dedicato alla definizione delle linee fisse e delle relative deviazioni di percorso del servizio DRT. Tale algoritmo rappresenta uno dei principali contributi metodologici della tesi, in quanto consente di tradurre l'analisi della domanda di mobilità e della rete esistente in uno schema di esercizio flessibile, ma al contempo strutturato e replicabile. L'approccio adottato permette di individuare un insieme di corridoi principali, serviti da linee fisse, e di associare a questi un sistema di deviazioni attivabili su richiesta, in grado di intercettare una domanda diffusa e puntuale senza compromettere l'efficienza complessiva del servizio. Altro aspetto di particolare rilevanza è rappresentato dallo sviluppo di un modello di analisi tariffaria basato su una funzione obiettivo multi-componente, in grado di tenere conto sia degli aspetti economici e operativi del servizio sia delle caratteristiche socio-economiche dell'utenza. L'analisi ha portato all'individuazione di una struttura tariffaria differenziata per classi di età, con una tariffa pari a 1,50 € per le categorie più svantaggiate (15–29 anni e over 60) e a 2,50 € per le restanti categorie. Tale risultato evidenzia come sia possibile conciliare criteri di equità sociale con la sostenibilità economica del servizio, fornendo un supporto quantitativo alle politiche tariffarie orientate all'inclusione.

La fase sperimentale ha rappresentato un momento centrale del lavoro. Il servizio è stato testato attraverso un *pilot study*, realizzato grazie all'utilizzo dell'applicazione MVMANT sviluppata da *Edisonweb*, coinvolgendo studenti e personale dell'Università degli Studi di Palermo. La sperimentazione ha permesso di analizzare nel dettaglio il funzionamento del sistema di prenotazione, la gestione operativa del servizio e l'interazione tra utenti, autisti e piattaforma digitale. L'analisi dei dati raccolti durante la sperimentazione ha consentito di confrontare i tempi di attesa e di percorrenza stimati dall'applicazione con quelli effettivamente rilevati, evidenziando un buon livello di affidabilità complessiva, seppur con alcune criticità. In particolare, è emerso come il sistema tenda a sovrastimare i tempi di attesa e di percorrenza nella maggior parte dei casi, con errori medi quantificabili tramite indicatori statistici quali *RMSE* e coefficiente di correlazione. I ritardi più significativi sono risultati principalmente associati alla presenza di deviazioni di percorso già attive, che non vengono pienamente considerate dall'algoritmo di stima dei tempi, suggerendo possibili miglioramenti futuri del sistema.

A completamento dell'analisi quantitativa, è stato somministrato un breve questionario di soddisfazione agli utenti coinvolti nella sperimentazione. I risultati hanno mostrato un generale apprezzamento del servizio e dell'applicazione, in particolare per quanto riguarda l'interfaccia e la qualità complessiva dell'esperienza di viaggio. Le criticità emerse riguardano soprattutto la chiarezza nella presentazione delle informazioni e la stabilità dell'applicazione, aspetti ritenuti fondamentali per l'accettabilità del servizio. Di particolare rilievo è il fatto che la disponibilità a pagare emersa dal questionario, pari a 2,00 € per la maggior parte degli utenti, risulti pienamente coerente con i risultati dell'analisi tariffaria, confermando la validità del modello teorico proposto.

Nella parte conclusiva del lavoro, l'attenzione si è spostata verso una riflessione di carattere più generale sulla possibile estensione del modello proposto ad altri contesti periferici della città di Palermo, quali le aree di Mezzo Monreale e Villa Tasca. In questo senso, il modello sviluppato e sperimentato nell'area di Partanna Mondello – Tommaso Natale può essere interpretato come un modello di esercizio replicabile, suscettibile di future implementazioni e approfondimenti applicativi in altri contesti urbani, da sviluppare nell'ambito di studi successivi o di sperimentazioni operative su scala più ampia.

In una prospettiva più ampia, la trasferibilità del modello DRT sviluppato non deve essere intesa esclusivamente in relazione ad altri quartieri della città di Palermo, ma può essere estesa a contesti urbani differenti, caratterizzati da analoghe condizioni di domanda frammentata e limitata accessibilità al trasporto pubblico ad alta capacità. Tuttavia, l'applicazione del modello in ambiti territoriali esterni richiederebbe una ricalibrazione di alcune componenti chiave, alla luce dei risultati quantitativi emersi nel presente studio.

In particolare, dovrebbero essere reconsiderati: (i) i parametri di domanda, con specifico riferimento alla distribuzione spaziale e temporale degli spostamenti; (ii) il dimensionamento della flotta e i relativi tempi; (iii) il grado di integrazione con le infrastrutture di trasporto esistenti, elemento che ha inciso in modo significativo sulla configurazione delle linee e delle deviazioni; (iv) la struttura tariffaria, calibrata in funzione delle caratteristiche socio-economiche locali.

I risultati ottenuti suggeriscono che il modello possa essere applicato con efficacia anche in altre città medie o in aree periferiche di contesti metropolitani, purché supportato da un'analisi *data-driven* della domanda e da un adeguato coordinamento con la rete di trasporto esistente.

In questo senso, il contributo della presente ricerca non si limita alla proposta di un caso studio locale, ma consiste nella definizione di un *framework* metodologico e integrato potenzialmente adattabile a una pluralità di contesti territoriali.

In conclusione, i risultati ottenuti nel presente studio si collocano in linea con le evidenze emerse nella letteratura recente sui servizi di *Demand Responsive Transport* in contesti urbani a domanda diffusa e bassa densità. I risultati ottenuti nel presente studio sono coerenti con quanto evidenziato da ricerche recenti su sistemi DRT in contesti urbani a bassa domanda. Ad esempio, l'analisi condotta da Mortazavi et al., (2024) ha evidenziato come la sostituzione di linee di autobus fissi con sistemi DRT integrati possa ridurre i costi operativi e i tempi medi di viaggio, migliorando al contempo l'equità nella distribuzione dei ritardi degli utenti. Analogamente, esperienze pilota in contesti urbani europei hanno messo in luce il ruolo del servizio DRT all'interno della rete tradizionale, i cui risultati hanno mostrato che, se la progettazione fosse accompagnata da una riduzione delle tariffe, si incrementerebbe il numero di potenziali nuovi utenti nell'area da servire (Zahedi et al., 2024). Risultato ottenuto anche da Silver (2025) i cui risultati hanno evidenziato che l'integrazione del DRT con servizi a orario fisso può favorire sia l'utilizzo del trasporto pubblico sia il benessere soggettivo dei residenti, soprattutto per categorie più svantaggiate come gli anziani. Per cui, il presente studio si configura come un contributo metodologico e applicativo di tipo integrato, che combina modellazione progettuale ex-ante e una sperimentazione pilota su scala limitata. Pur includendo una validazione empirica attraverso il *pilot study*, non rappresenta ancora un'implementazione strutturale del servizio su scala urbana, ma piuttosto un test operativo finalizzato a verificarne la fattibilità tecnica e l'accettabilità da parte dell'utenza. L'applicazione digitale sviluppata per la gestione del servizio è stata testata e validata nell'ambito della sperimentazione, consentendo di raccogliere dati operativi reali e *feedback* diretti degli utenti. Tuttavia, occorre precisare che il pilot è stato condotto in regime di gratuità del servizio. Tale condizione potrebbe aver influenzato i livelli di adesione e di utilizzo osservati; pertanto, in un'eventuale implementazione a pagamento, le dinamiche di domanda e le preferenze espresse dall'utenza potrebbero differire. Questo aspetto rappresenta un elemento di cautela nell'interpretazione dei risultati e uno spunto per future fasi di sperimentazione con struttura tariffaria reale.

LIMITI DELLO STUDIO E POSSIBILI SVILUPPI FUTURI

Pur avendo consentito di raggiungere gli obiettivi prefissati e di fornire risultati significativi sia dal punto di vista metodologico sia applicativo, il presente lavoro presenta alcuni limiti intrinseci, che al tempo stesso delineano interessanti linee di sviluppo future.

Un primo limite riguarda la scala della sperimentazione reale condotta nell'area di Partanna Mondello – Tommaso Natale. Il *pilot study*, pur essendo stato fondamentale per validare il funzionamento del servizio DRT e dell'applicazione di prenotazione in condizioni operative reali, ha coinvolto un numero contenuto di utenti, prevalentemente studenti universitari, e si è svolto in un arco temporale limitato. Questo aspetto non consente di cogliere pienamente fenomeni di adattamento comportamentale di medio-lungo periodo, né di osservare variazioni stagionali o legate a differenti profili socio-economici dell'utenza. Un'estensione temporale della sperimentazione e un ampliamento del bacino di utenti rappresentano pertanto un naturale sviluppo futuro per consolidare i risultati ottenuti. Un ulteriore limite è legato alle ipotesi semplificative adottate nella modellazione della domanda, in particolare per quanto riguarda l'attribuzione modale e la distribuzione temporale degli spostamenti. Sebbene l'utilizzo delle matrici O/D PUMS consenta di disporre di un quadro informativo ampio e strutturato, tali dati derivano da elaborazioni su base indiretta (celle telefoniche) e possono presentare incertezze nell'attribuzione della modalità di trasporto. Futuri sviluppi potrebbero integrare queste informazioni con indagini campionarie più approfondite o con dati di tipo *smart mobility* (ad esempio GPS o *smart ticketing*), al fine di migliorare ulteriormente l'accuratezza della stima della domanda. Dal punto di vista operativo, un limite emerso durante la sperimentazione riguarda l'algoritmo di stima dei tempi di attesa e di percorrenza mostrati all'utente. In particolare, si è osservato come il sistema non tenga pienamente conto delle prenotazioni già attive e delle deviazioni in corso, generando in alcuni casi ritardi non trascurabili rispetto alle previsioni. Questo aspetto suggerisce la necessità di sviluppare algoritmi di *dispatching* e di previsione più avanzati, in grado di aggiornare dinamicamente le stime in funzione dello stato reale del sistema e delle richieste già assegnate ai veicoli. Per quanto riguarda l'analisi economica e tariffaria, il modello proposto si basa su ipotesi coerenti con il contesto di studio e su dati disponibili a livello locale. Tuttavia, l'introduzione di meccanismi tariffari più sofisticati, quali tariffe dinamiche, sconti compensativi per utenti penalizzati da deviazioni o strategie di *revenue*

management, rappresenta un ambito di ricerca promettente, in grado di migliorare ulteriormente l'equilibrio tra sostenibilità economica del servizio ed equità sociale. In questa prospettiva, recenti studi suggeriscono ulteriori possibilità di sviluppo. Ad esempio, Luvisetto e Ricci (2025) hanno analizzato le politiche di *free-fare public transport* (FFPT), evidenziando come l'eliminazione delle tariffe possa contribuire a migliorare l'accessibilità, ridurre le disuguaglianze socio-economiche e incentivare il trasferimento modale verso il trasporto pubblico. Pur non essendo prevista una gratuità del servizio nel presente studio, che calibra già le tariffe in funzione di età e reddito degli utenti, tali evidenze indicano come future estensioni del modello potrebbero esplorare scenari ancora più inclusivi, valutando l'impatto di politiche tariffarie radicali o innovative sul livello di equità e sull'utilizzo del servizio DRT.

Un ulteriore elemento critico riguarda il quadro istituzionale e il meccanismo di finanziamento del trasporto pubblico locale. Il servizio proposto è orientato ad essere gestito dall'azienda di trasporto pubblico locale AMAT; tuttavia, l'attuale sistema di contribuzione regionale in Sicilia prevede trasferimenti economici parametrati prevalentemente sui chilometri percorsi. Nel caso di un servizio semiflessibile, caratterizzato da deviazioni dinamiche di percorso e da una variabilità intrinseca dei chilometraggi effettuati, tale criterio di finanziamento risulta difficilmente applicabile in modo coerente e stabile, a meno di interventi normativi riguardo alla contribuzione dei servizi di trasporto pubblico locale.

La natura adattiva del DRT rende infatti complesso definire ex-ante un volume chilometrico certo, elemento che costituisce oggi la base per l'assegnazione dei contributi pubblici. Ne deriva la necessità di ripensare i meccanismi di co-finanziamento, superando una logica esclusivamente chilometrica e introducendo formule che tengano conto di indicatori di servizio, accessibilità garantita, utenti trasportati o benefici sociali prodotti. In questa prospettiva, l'implementazione strutturale del servizio richiederebbe una maggiore integrazione tra ente locale, Regione Siciliana e azienda di trasporto, nonché la possibile attivazione di forme di co-investimento da parte di enti pubblici, università o soggetti privati interessati a sostenere servizi di mobilità dedicati.

Infine, per quanto concerne l'estensione del modello ad altri contesti urbani, l'analisi svolta sulle aree di Mezzo Monreale e Villa Tasca deve essere interpretata come un primo esercizio esplorativo. Sebbene i risultati della domanda evidenzino condizioni favorevoli all'introduzione di un servizio DRT integrato con il TPL, una reale implementazione



richiederebbe un'analisi più approfondita della rete, della domanda potenziale e delle interazioni con le infrastrutture di trasporto esistenti e future. In questo senso, tali aree possono essere considerate potenziali casi studio futuri, utili per testare la trasferibilità del modello proposto e per adattarlo a contesti urbani con caratteristiche morfologiche e socio-economiche differenti. In conclusione, i limiti individuati non riducono la validità dei risultati ottenuti, ma piuttosto aprono la strada a ulteriori sviluppi scientifici e applicativi. Nel complesso, la tesi evidenzia come un approccio integrato, *data-driven* e orientato all'utente possa fornire strumenti concreti per ripensare il ruolo del trasporto pubblico nelle aree periferiche, ponendo il servizio DRT non come alternativa, ma come elemento strutturale di un sistema di mobilità urbana più efficiente, accessibile e socialmente sostenibile.

APPENDICE A

Nella presente appendice sono riportati alcuni esempi di tracciamento delle linee di autobus, ottenuti tramite l'applicazione di monitoraggio e successivamente elaborati in formato KML, al fine di consentirne la visualizzazione in ambiente Google Earth. Le linee prese in considerazione a titolo esemplificativo sono la 106, la 110, la 124 e la 309.

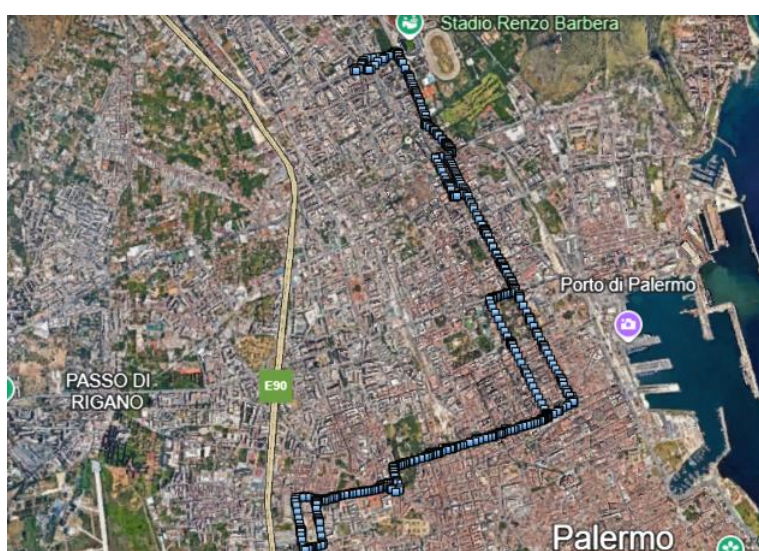
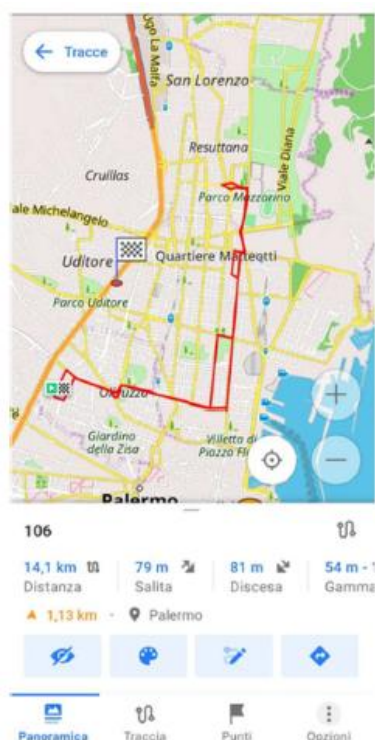


Figura A.1-Linea 106 su OsmAnd (sinistra) e formato KML su Google Earth (destra)

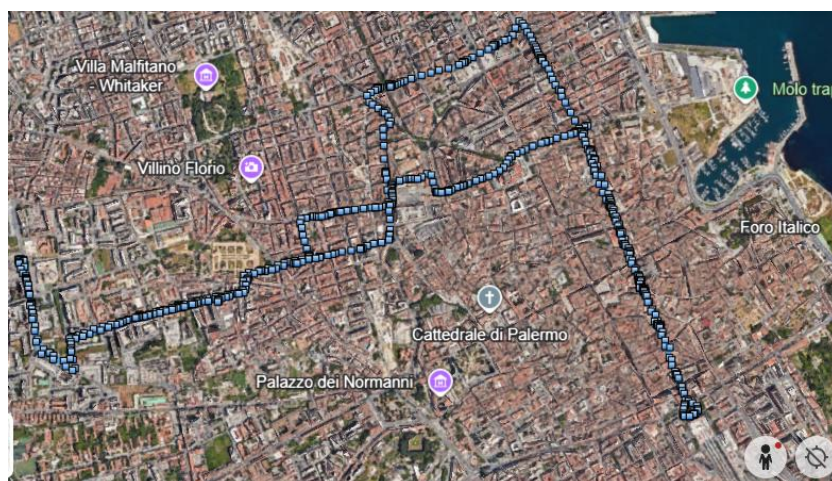
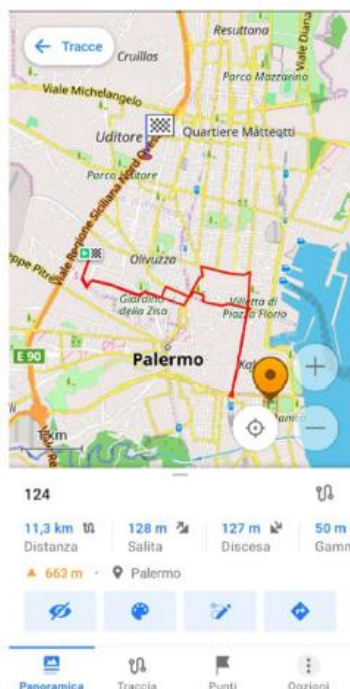


Figura A.2-Linea 124 su OsmAnd (sinistra) e in formato KML su Google Earth (destra)

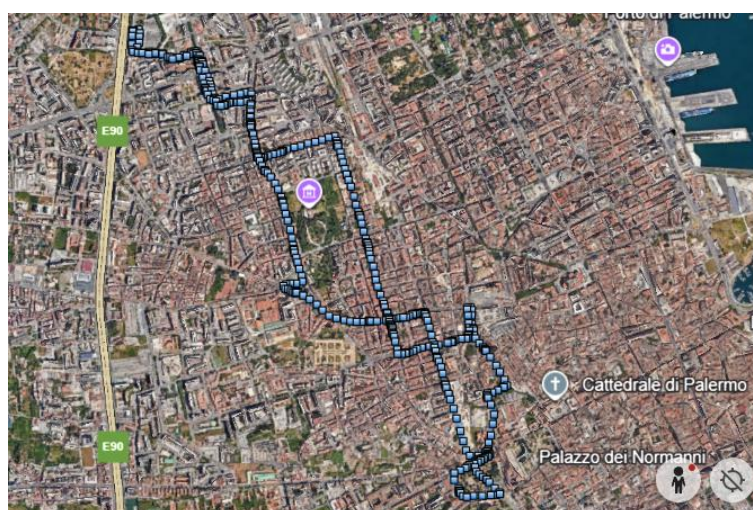
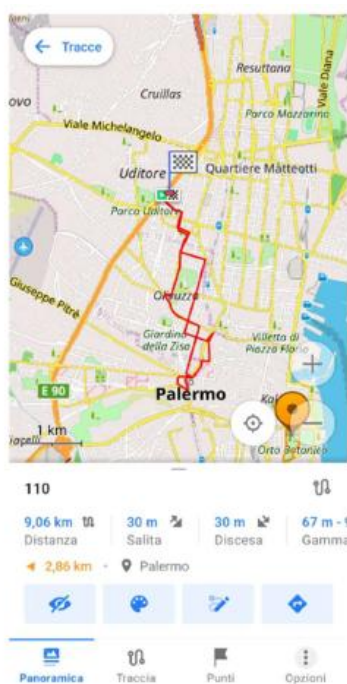


Figura A.350-Linea 110 su OsmAnd (sinistra) e in formato KML su Google Earth (destra)

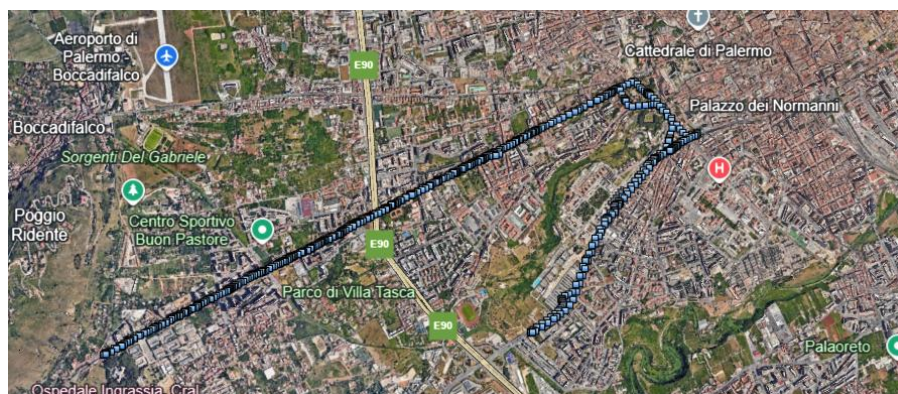
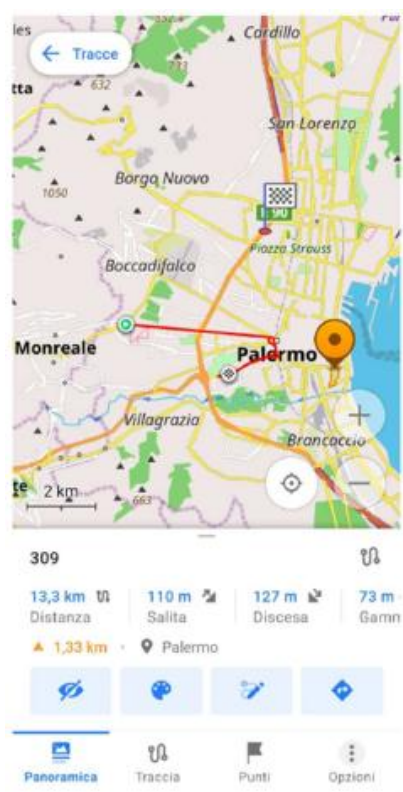


Figura A.4-Linea 309 su OsmAnd (sinistra) e in formato KML su Google Earth (destra)

APPENDICE B

Nella presente appendice sono riportati alcuni esempi di confronto delle fermate, effettuati mediante OpenTripPlanner (OTP), l'applicazione "Muoversi a Palermo" e le indagini condotte in loco.

Tabella B.1-Confronto fermate linea 101 direzione Stazione Centrale

LINEA 101: STADIO-STAZIONE CENTRALE		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
STADIO	STADIO	STADIO
CROCE ROSSA - DE GASPERI	CROCE ROSSA - DE GASPERI	CROCE ROSSA - DE GASPERI
CROCE ROSSA - VALDEMONE	CROCE ROSSA - VALDEMONE	CROCE ROSSA - VALDEMONE
CROCE ROSSA - EMILIA	CROCE ROSSA - EMILIA	CROCE ROSSA - EMILIA
CROCE ROSSA - STATUA	CROCE ROSSA - STATUA	CROCE ROSSA - STATUA
LIBERTA' - LAZIO	LIBERTA' - LAZIO	LIBERTA' - LAZIO
LIBERTA' - DON BOSCO	LIBERTA' - DON BOSCO	LIBERTA' - DON BOSCO
LIBERTA' - MATTEOTTI	LIBERTA' - MATTEOTTI	LIBERTA' - MATTEOTTI
LIBERTA' - UGDULENA	LIBERTA' - UGDULENA	LIBERTA' - UGDULENA
LIBERTA' - D'ANNUNZIO	LIBERTA' - D'ANNUNZIO	LIBERTA' - D'ANNUNZIO
LIBERTA' - VILLA PAINO	LIBERTA' - VILLA PAINO	LIBERTA' - VILLA PAINO
LIBERTA' - ARIMONDI	LIBERTA' - ARIMONDI	LIBERTA' - ARIMONDI
LIBERTA' - NOTARBARTOLO	LIBERTA' - NOTARBARTOLO	LIBERTA' - NOTARBARTOLO
LIBERTA' - CROCI	LIBERTA' - CROCI	LIBERTA' - CROCI
LIBERTA' - QUINTINO SELLA	LIBERTA' - QUINTINO SELLA	LIBERTA' - QUINTINO SELLA
POLITEAMA	TURATI-LA LUMIA	TURATI-LA LUMIA
RUGGIERO SETTIMO - STABILE	ROMA-BELMONTE	ROMA-BELMONTE
CAVOUR	ROMA-CAVOUR	ROMA-CAVOUR
ROMA - POSTE	ROMA-POSTE	ROMA - POSTE
ROMA - BANDIERA	ROMA-BANDIERA	ROMA - BANDIERA
ROMA - VUCCIRIA	ROMA - VUCCIRIA	ROMA - VUCCIRIA
ROMA - LATTARINI	ROMA - LATTARINI	ROMA - LATTARINI
ROMA - PALAZZO GANCI	ROMA - PALAZZO GANCI	ROMA - PALAZZO GANCI
ROMA - FIUME	ROMA - FIUME	ROMA - FIUME
ORETO - S. ANTONINO	ORETO - S. ANTONINO	ORETO - S. ANTONINO
STAZ. CENTRALE CUPANI 2	STAZ. CENTRALE CUPANI 2	STAZ. CENTRALE CUPANI 2
S. CENTRALE GIULIO CESARE	S. CENTRALE-GIULIO CESARE	S. CENTRALE-GIULIO CESARE

Tabella B.2-Confronto fermate linea 101 direzione Stadio

LINEA 101: STAZIONE CENTRALE-STADIO		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
S. CENTRALE-GIULIO CESARE	S. CENTRALE-GIULIO CESARE	S. CENTRALE-GIULIO CESARE
ROMA - FS	ROMA - FS	ROMA - FS
ROMA - PALAZZO GANCI	ROMA - PALAZZO GANCI	ROMA - PALAZZO GANCI
ROMA - LATTARINI	ROMA - LATTARINI	ROMA - LATTARINI
ROMA - VUCCIRIA	ROMA - VUCCIRIA	ROMA - VUCCIRIA
ROMA - S. DOMENICO	ROMA - S. DOMENICO	ROMA - S. DOMENICO



ROMA - POSTE	ROMA - POSTE	ROMA - POSTE
ROMA - STABILE	ROMA - STABILE	ROMA - STABILE
ROMA - BELMONTE	ROMA - BELMONTE	ROMA - BELMONTE
POLITEAMA - TURATI	POLITEAMA - TURATI	POLITEAMA - TURATI
LIBERTA' - QUINTINO SELLA	LIBERTA' - QUINTINO SELLA	LIBERTA' - QUINTINO SELLA
LIBERTA' - ARCHIMEDE	LIBERTA' - ARCHIMEDE	LIBERTA' - ARCHIMEDE
LIBERTA' - CROCI	LIBERTA' - CROCI	LIBERTA' - CROCI
LIBERTA' - NOTARBARTOLO	LIBERTA' - NOTARBARTOLO	LIBERTA' - NOTARBARTOLO
LIBERTA' - ARIMONDI	LIBERTA' - ARIMONDI	LIBERTA' - ARIMONDI
LIBERTA' - VILLA PAINO	LIBERTA' - VILLA PAINO	LIBERTA' - VILLA PAINO
LIBERTA' - UGDULENA	LIBERTA' - UGDULENA	LIBERTA' - UGDULENA
LIBERTA' - MATTEOTTI	LIBERTA' - MATTEOTTI	LIBERTA' - MATTEOTTI
LIBERTA' - DON BOSCO	LIBERTA' - DON BOSCO	LIBERTA' - DON BOSCO
LIBERTA' - LAZIO	LIBERTA' - LAZIO	CROCE ROSSA - STATUA
CROCE ROSSA - STATUA	CROCE ROSSA - STATUA	CROCE ROSSA - EMILIA
CROCE ROSSA - EMILIA	CROCE ROSSA - EMILIA	CROCE ROSSA - VALDEMONE
CROCE ROSSA - VALDEMONE	CROCE ROSSA - VALDEMONE	CROCE ROSSA - DE GASPERI
CROCE ROSSA - DE GASPERI	CROCE ROSSA - DE GASPERI	PIAZZA PAPA GIOVANNI PAOLO II
PIAZZA PAPA GIOVANNI PAOLO II	PIAZZA PAPA GIOVANNI PAOLO II	VILLA SOFIA - CROCE ROSSA
VILLA SOFIA - CROCE ROSSA	VILLA SOFIA - CROCE ROSSA	STADIO
STADIO	STADIO	

Tabella B.3-Confronto fermate linea 102 direzione Stazione Centrale

LINEA 102: STAZIONE NOTARBARTOLO-STAZIONE CENTRALE		
OTP	"Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
PIAZZA BOIARDO	PIAZZA BOIARDO	PIAZZA BOIARDO
SCIUTI - NOTARBARTOLO	SCIUTI - NOTARBARTOLO	SCIUTI - NOTARBARTOLO
NOTARBARTOLO - MORELLO	NOTARBARTOLO - MORELLO	NOTARBARTOLO - MORELLO
NOTARBARTOLO - PETRARCA	NOTARBARTOLO - PETRARCA	NOTARBARTOLO - PETRARCA
LIBERTA' - NOTARBARTOLO	LIBERTA' - NOTARBARTOLO	LIBERTA' - NOTARBARTOLO
LIBERTA' - CROCI	LIBERTA' - CROCI	LIBERTA' - CROCI
LIBERTA' - QUINTINO SELLA	LIBERTA' - QUINTINO SELLA	LIBERTA' - QUINTINO SELLA
POLITEAMA	TURATI-LA LUMIA	DANTE XX SETTEMBRE
RUGGIERO SETTIMO - STABILE	ROMA-BELMONTE	DANTE VILLAFRANCA
CAVOUR	ROMA-CAVOUR	DANTE SAMMARTINO
ROMA - POSTE	ROMA - POSTE	LATINI
ROMA - BANDIERA	ROMA - BANDIERA	VOLTURNO CAPO
ROMA - VUCCIRIA	ROMA - VUCCIRIA	PIAZZA VERDI
ROMA - LATTARINI	ROMA - LATTARINI	CAVOUR
ROMA - PALAZZO GANCI	ROMA - PALAZZO GANCI	ROMA - POSTE
ROMA - FIUME	ROMA - FIUME	ROMA - BANDIERA
S. CENTRALE - PENSILINA ESTERNA	S. CENTRALE - PENSILINA ESTERNA	ROMA - VUCCIRIA
		ROMA - LATTARINI
		ROMA - PALAZZO GANCI
		ROMA - FIUME

Tabella B.4-Confronto fermate linea 102 direzione Stazione Notarbartolo

LINEA 102: STAZIONE CENTRALE-STAZIONE NOTARBARTOLO		
OTP	"Muoversi a Palermo"	On-site surveys
S. CENTRALE-PENSILINA ESTERNA	S. CENTRALE-PENSILINA ESTERNA	S. CENTRALE-PENSILINA ESTERNA
ROMA - FS	ROMA - FS	ROMA - FS
ROMA - PALAZZO GANCI	ROMA - PALAZZO GANCI	ROMA - PALAZZO GANCI
ROMA - LATTARINI	ROMA - LATTARINI	ROMA - LATTARINI
ROMA - VUCCIRIA	ROMA - VUCCIRIA	ROMA - VUCCIRIA
ROMA - S. DOMENICO	ROMA - S. DOMENICO	ROMA - S. DOMENICO
ROMA - POSTE	ROMA - POSTE	ROMA - POSTE
ROMA - STABILE	ROMA - STABILE	ROMA - STABILE
ROMA - BELMONTE	ROMA - BELMONTE	ROMA - BELMONTE
PUGLISI BERTOLINO	PUGLISI BERTOLINO	PUGLISI BERTOLINO
ISIDORO CARINI	ISIDORO CARINI	ISIDORO CARINI
PASQUALE CALVI	PASQUALE CALVI	PASQUALE CALVI
DALLA CHIESA	DALLA CHIESA	DALLA CHIESA
DUCA DELLA VERDURA - LIBERTA'	DUCA DELLA VERDURA - LIBERTA'	DUCA DELLA VERDURA - LIBERTA'
NOTARBARTOLO - PETRARCA	NOTARBARTOLO - PETRARCA	NOTARBARTOLO - PETRARCA
NOTARBARTOLO - SCIUTI	NOTARBARTOLO - SCIUTI	NOTARBARTOLO - SCIUTI
PIAZZA BOIARDO	PIAZZA BOIARDO	PIAZZA BOIARDO

Tabella B.5-Confronto fermate linea 103 direzione Porta Felice

LINEA 103: PIAZZALE JOHN LENNON-PORTA FELICE		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
PIAZZALE JOHN LENNON 103	PIAZZALE JOHN LENNON 103	PIAZZALE JOHN LENNON 103
PIAZZALE JOHN LENNON MONTE	PIAZZALE JOHN LENNON MONTE	PIAZZALE JOHN LENNON MONTE
GIOTTO - GALILEI	GIOTTO - GALILEI	GIOTTO - GALILEI
GALILEI - GIOTTO	GALILEI - GIOTTO	GALILEI - GIOTTO
PACINOTTI	PACINOTTI	PACINOTTI
CAMPOLO - SERRADIFALCO	CAMPOLO - SERRADIFALCO	CAMPOLO - SERRADIFALCO
MALASPINA - PIAZZA ZIINO	MALASPINA - PIAZZA ZIINO	MALASPINA - PIAZZA ZIINO
NOTARBARTOLO - DI MARIA	NOTARBARTOLO - DI MARIA	NOTARBARTOLO - DI MARIA
TERRASANTA - COSTANTINO	TERRASANTA - COSTANTINO	TERRASANTA - COSTANTINO
TERRASANTA - RANDAZZO	TERRASANTA - RANDAZZO	TERRASANTA - RANDAZZO
CUSMANO - CATANIA	CUSMANO - CATANIA	CUSMANO - CATANIA
CUSMANO - TURRISI COLONNA	CUSMANO - TURRISI COLONNA	CUSMANO - TURRISI COLONNA
DANTE - SAMMARTINO	LATINI	LATINI
PATERNOSTRO - VILLAFRANCA	GOETHE	VOLTURNO CAPO
RUGGIERO SETTIMO - STABILE	VOLTURNO CAPO	PIAZZA VERDI
CAVOUR	PIAZZA VERDI	CAVOUR
CAVOUR - PREFETTURA	CAVOUR	CAVOUR - PREFETTURA
BARILLAI - S. SEBASTIANO	CAVOUR - PREFETTURA	BARILLAI - S. SEBASTIANO

CALA - MERCATO ITTICO	BARILLAI - S. SEBASTIANO	CALA - MERCATO ITTICO
VIT. EM. - S. MARIA DELLA CATENA	CALA - MERCATO ITTICO	VIT. EM. - S. MARIA DELLA CATENA
PORTA FELICE	VIT. EM. - S. MARIA DELLA CATENA	

Tabella B.6-Confronto fermate linea 103 direzione Piazzale John Lennon

LINEA 103: PORTA FELICE-PIAZZALE JOHN LENNON		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
PORTA FELICE		
VIT. EM - ISTITUTO NAUTICO	VIT. EM. - S. MARIA DELLA CATENA	VIT. EM. - S. MARIA DELLA CATENA
VIT. EM. - S. MARIA DELLA CATENA	CALA-S. MARIA DELLA CATENA	CALA-S. MARIA DELLA CATENA
VIT. EM. - FONTANA DEL GARRAFFO	CALA-MERCATO ITTICO	CALA-MERCATO ITTICO
VITTORIO EMANUELE - VUCCIRIA	CAVOUR-PREFETTURA	CAVOUR-PREFETTURA
ROMA - VUCCIRIA	ROMA - STABILE	ROMA - STABILE
ROMA - S. DOMENICO	ROMA - BELMONTE	ROMA - BELMONTE
ROMA - POSTE	POLITEAMA - TURATI	POLITEAMA - TURATI
ROMA - STABILE	DANTE - XX SETTEMBRE	DANTE - XX SETTEMBRE
ROMA - BELMONTE	DANTE - VILLAFRANCA	DANTE - VILLAFRANCA
POLITEAMA - TURATI	SAMMARTINO - DEL FERVORE	SAMMARTINO - DEL FERVORE
DANTE - XX SETTEMBRE	SAMMARTINO - SIRACUSA	SAMMARTINO - SIRACUSA
DANTE - VILLAFRANCA	SAMMARTINO - CATANIA	SAMMARTINO - CATANIA
SAMMARTINO - DEL FERVORE	SALINAS - VILLA TRABIA	SALINAS - VILLA TRABIA
SAMMARTINO - SIRACUSA	NOTARBARTOLO - SCIUTI	NOTARBARTOLO - SCIUTI
SAMMARTINO - CATANIA	PIAZZA BOIARDO	PIAZZA BOIARDO
SALINAS - VILLA TRABIA	PIAZZA ZIINO	PIAZZA ZIINO
NOTARBARTOLO - SCIUTI	LEONARDO DA VINCI - GALILEI	LEONARDO DA VINCI - GALILEI
PIAZZA BOIARDO	L. DA VINCI - CENTRO BORSELLINO	L. DA VINCI - CENTRO BORSELLINO
PIAZZA ZIINO	L.DA VINCI - PIAZZA EINSTEIN	L. DA VINCI - PIAZZA EINSTEIN
LEONARDO DA VINCI - GALILEI	REGIONE SICILIANA - GIOTTO	REGIONE SICILIANA - GIOTTO
L. DA VINCI - CENTRO BORSELLINO	REGIONE SICILIANA - DE SALIBA	REGIONE SICILIANA - DE SALIBA
L. DA VINCI - PIAZZA EINSTEIN	PIAZZALE JOHN LENNON 103	PIAZZALE JOHN LENNON 103
REGIONE SICILIANA - GIOTTO		
REGIONE SICILIANA - DE SALIBA		
PIAZZALE JOHN LENNON 103		

Tabella B.7-Confronto fermate linea 109 direzione Stazione Centrale

LINEA 109: PARCHEGGIO BASILE-STAZIONE CENTRALE		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
PARCHEGGIO BASILE CORSIA INTERNA	PARCHEGGIO BASILE CORSIA INTERNA	PARCHEGGIO BASILE CORSIA INTERNA
BASILE-RAITI	BASILE-RAITI	BASILE-RAITI
BASILE - SABATO	BASILE-SABATO	BASILE-SABATO

BASILE - FACOLTA' DI INGEGNERIA	BASILE - FACOLTA' DI INGEGNERIA	BASILE - FACOLTA' DI INGEGNERIA
BASILE - UNIVERSITA' SEGRETERIE	BASILE - UNIVERSITA' SEGRETERIE	BASILE - UNIVERSITA' SEGRETERIE
BASILE - RE RUGGERO	BASILE - RE RUGGERO	BASILE - RE RUGGERO
TUKORY - FILICIUZZA	TUKORY - FILICIUZZA	TUKORY - FILICIUZZA
TUKORY - ARCOLEO	TUKORY - ARCOLEO	TUKORY - ARCOLEO
SALAMONE MARINO	SALAMONE MARINO	SALAMONE MARINO
PISACANE	PISACANE	PISACANE
MARINUZZI - PISACANE	MARINUZZI - PISACANE	MARINUZZI - PISACANE
ERRANTE - PEREZ	ERRANTE - PEREZ	ERRANTE - PEREZ
STAZIONE CENTRALE - PENSILINA INTERNA	STAZIONE CENTRALE - PENSILINA INTERNA	STAZIONE CENTRALE - PENSILINA INTERNA

Tabella B.8-Confronto fermate linea 109 direzione Parcheggio Basile

LINEA 109: STAZIONE CENTRALE-PARCHEGGIO BASILE		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
STAZIONE CENTRALE PENSILLINA INTERNA	STAZIONE CENTRALE PENSILLINA INTERNA	STAZIONE CENTRALE PENSILLINA INTERNA
TUKORY - BALLARO'	TUKORY - BALLARO'	TUKORY - BALLARO'
TUKORY - PORTA S. AGATA	TUKORY - PORTA S. AGATA	TUKORY - PORTA S. AGATA
TUKORY - ARCOLEO	TUKORY - ARCOLEO	TUKORY - ARCOLEO
TUKORY - FILICIUZZA	TUKORY - FILICIUZZA	TUKORY - FILICIUZZA
RE RUGGERO	RE RUGGERO	RE RUGGERO
INDIPENDENZA - PALAZZO REALE	INDIPENDENZA - PALAZZO REALE	INDIPENDENZA - PALAZZO REALE
INDIPENDENZA	INDIPENDENZA	INDIPENDENZA
INDIPENDENZA - PISANI	INDIPENDENZA - PISANI	INDIPENDENZA - PISANI
RE RUGGERO	RE RUGGERO	RE RUGGERO
BRASA	BRASA	BRASA
BASILE - UNIVERSITA' SEGRETERIE	BASILE - UNIVERSITA' SEGRETERIE	BASILE - UNIVERSITA' SEGRETERIE
BASILE - FACOLTA' DI INGEGNERIA	BASILE - FACOLTA' DI INGEGNERIA	BASILE - FACOLTA' DI INGEGNERIA
BASILE - FACOLTA' DI ECONOMIA E COMMERCIO	BASILE - FACOLTA' DI ECONOMIA E COMMERCIO	BAS - FACOLTA' DI ECONOMIA E COMMERCIO
BASILE - FACOLTA' DI LETTERE	BASILE - FACOLTA' DI LETTERE	BASILE - FACOLTA' DI LETTERE
BASILE - ARTALE	BASILE - ARTALE	BASILE - ARTALE
PARCHEGGIO BASILE CORSIA INTERNA	PARCHEGGIO BASILE CORSIA INTERNA	PARCHEGGIO BASILE CORSIA INTERNA

Tabella B.9-Confronto fermate linea 110 direzione Piazza Indipendenza

LINEA 110: PIAZZALE JOHN LENNON-PIAZZA INDIPENDENZA		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
PIAZZALE JOHN LENNON 110	PIAZZALE JOHN LENNON 110	PIAZZALE JOHN LENNON 110
PIAZZALE JOHN LENNON MONTE	PIAZZALE JOHN LENNON MONTE	PIAZZALE JOHN LENNON MONTE

GIOTTO - GALILEI	GIOTTO - GALILEI	GIOTTO - GALILEI
GALILEI - GIOTTO	GALILEI - GIOTTO	GALILEI - GIOTTO
PACINOTTI	PACINOTTI	PACINOTTI
CAMPOLO - SERRADIFALCO	CAMPOLO - SERRADIFALCO	CAMPOLO - SERRADIFALCO
SERRADIFALCO - BERNABEI	SERRADIFALCO - BERNABEI	SERRADIFALCO - BERNABEI
SERRADIFALCO - AURISPA	SERRADIFALCO - AURISPA	SERRADIFALCO - AURISPA
SERRADIFALCO - CRISPI	SERRADIFALCO - CRISPI	SERRADIFALCO - CRISPI
SERRADIFALCO - RAZZA	SERRADIFALCO - RAZZA	SERRADIFALCO - RAZZA
CAMPOREALE - GILI	CAMPOREALE - GILI	CAMPOREALE - GILI
FINOCCHIARO APRILE - AMATO	FINOCCHIARO APRILE - AMATO	FINOCCHIARO APRILE - AMATO
FINOCCHIARO APRILE - RE FEDERICO	FINOCCHIARO APRILE - RE FEDERICO	FINOCCHIARO APRILE - RE FEDERICO
IMERA - D'OSSUNA	IMERA - D'OSSUNA	IMERA - D'OSSUNA
IMERA - COLONNA ROTTA	IMERA - COLONNA ROTTA	IMERA - COLONNA ROTTA
INDIPENDENZA	INDIPENDENZA	INDIPENDENZA
INDIPENDENZA - PISANI	INDIPENDENZA - PISANI	INDIPENDENZA - PISANI
INDIPENDENZA - PALAZZO REALE	INDIPENDENZA - PALAZZO REALE	INDIPENDENZA - PALAZZO REALE

Tabella B.10-Confronto fermate linea 110 direzione Piazzale John Lennon

LINEA 110: PIAZZA INDIPENDENZA-PIAZZALE JOHN LENNON		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
INDIPENDENZA PALAZZO REALE	INDIPENDENZA PALAZZO REALE	INDIPENDENZA PALAZZO REALE
CALATAFIMI - PORTA NUOVA	CALATAFIMI - PORTA NUOVA	CALATAFIMI - PORTA NUOVA
PIAZZA PERANNI	PIAZZA PERANNI	PIAZZA PERANNI
PAPIRETO - PIAZZA DEL NOVIZIATO	PAPIRETO - PIAZZA DEL NOVIZIATO	PAPIRETO - PIAZZA DEL NOVIZIATO
A. AMEDEO - TRIBUNALE	A. AMEDEO - TRIBUNALE	A. AMEDEO - TRIBUNALE
A. AMEDEO - LASCARIS	A. AMEDEO - LASCARIS	A. AMEDEO - LASCARIS
LASCARIS - IMERA	LASCARIS - IMERA	LASCARIS - IMERA
LASCARIS - ZISA	LASCARIS - ZISA	LASCARIS - ZISA
VENEZIANO - FINOCCHIARO APRILE	VENEZIANO - FINOCCHIARO APRILE	VENEZIANO - FINOCCHIARO APRILE
VENEZIANO - VILLA FLORIO	VENEZIANO - VILLA FLORIO	VENEZIANO - VILLA FLORIO
PARLATORE - DANTE	PARLATORE - DANTE	PARLATORE - DANTE
PARLATORE - ADRIA	PARLATORE - ADRIA	PARLATORE - ADRIA
PARLATORE - AURISPA	PARLATORE - AURISPA	PARLATORE - AURISPA
AURISPA - MERENDA	AURISPA - MERENDA	AURISPA - MERENDA
SERRADIFALCO - AURISPA	SERRADIFALCO - AURISPA	SERRADIFALCO - AURISPA
CAMPOLO - PACINOTTI	CAMPOLO - PACINOTTI	CAMPOLO - PACINOTTI
GALILEI - LEONARDO DA VINCI	GALILEI - LEONARDO DA VINCI	GALILEI - LEONARDO DA VINCI
GIOTTO - REGIONE SICILIANA	GIOTTO - REGIONE SICILIANA	GIOTTO - REGIONE SICILIANA
PIAZZALE JOHN LENNON 110	PIAZZALE JOHN LENNON 110	PIAZZALE JOHN LENNON 110

Tabella B.11-Confronto fermate linea 124 direzione Stazione Centrale

LINEA 124: PARCHEGGIO EMIRI-STAZIONE CENTRALE		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
PARCHEGGIO DEGLI EMIRI	PARCHEGGIO DEGLI EMIRI	PARCHEGGIO DEGLI EMIRI
LIBERO GRASSI	LIBERO GRASSI	LIBERO GRASSI
LIBERO GRASSI - LA TORRE	LIBERO GRASSI - LA TORRE	LIBERO GRASSI - LA TORRE
L'EMIRO - SCOTO	L'EMIRO - SCOTO	L'EMIRO - SCOTO
L'EMIRO - CASTELLUCCIO	L'EMIRO - CASTELLUCCIO	L'EMIRO - CASTELLUCCIO
L'EMIRO - DI SVEVIA	L'EMIRO - DI SVEVIA	L'EMIRO - DI SVEVIA
L'EMIRO - GUERRAZZI	L'EMIRO - GUERRAZZI	L'EMIRO - GUERRAZZI
GUERRAZZI	GUERRAZZI	GUERRAZZI
CONTESSA GIUDITTA	CONTESSA GIUDITTA	CONTESSA GIUDITTA
FINOCCHIARO APRILE - RE FEDERICO	FINOCCHIARO APRILE - RE FEDERICO	FINOCCHIARO APRILE - RE FEDERICO
FINOCCHIARO APRILE - TRIBUNALE	FINOCCHIARO APRILE - TRIBUNALE	FINOCCHIARO APRILE - TRIBUNALE
VOLTURNO - CAPO	VOLTURNO - CAPO	VOLTURNO - CAPO
PIAZZA VERDI	PIAZZA VERDI	PIAZZA VERDI
CAVOUR	CAVOUR	CAVOUR
ROMA - POSTE	ROMA - POSTE	ROMA - POSTE
ROMA - BANDIERA	ROMA - BANDIERA	ROMA - BANDIERA
ROMA - VUCCIRIA	ROMA - VUCCIRIA	ROMA - VUCCIRIA
ROMA - LATTARINI	ROMA - LATTARINI	ROMA - LATTARINI
ROMA - PALAZZO GANCI	ROMA - PALAZZO GANCI	ROMA - PALAZZO GANCI
ROMA - FIUME	ROMA - FIUME	ROMA - FIUME
STAZIONE CENTRALE - PENSILINA ESTERNA	STAZIONE CENTRALE - PENSILINA ESTERNA	S. CENTRALE - PENSILINA ESTERNA

Tabella B.12-Confronto fermate linea 124 direzione Parcheggio Emiri

LINEA 124: STAZIONE CENTRALE-PARCHEGGIO EMIRI		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
S. CENTRALE-PENSILLINA ESTERNA	S. CENTRALE-PENSILLINA ESTERNA	S. CENTRALE-PENSILLINA ESTERNA
ROMA - FS	ROMA - FS	ROMA - FS
ROMA - PALAZZO GANCI	ROMA - PALAZZO GANCI	ROMA - PALAZZO GANCI
ROMA - LATTARINI	ROMA - LATTARINI	ROMA - LATTARINI
ROMA - VUCCIRIA	ROMA - VUCCIRIA	ROMA - VUCCIRIA
ROMA - S. DOMENICO	ROMA - S. DOMENICO	ROMA - S. DOMENICO
ROMA - POSTE	ROMA - POSTE	ROMA - POSTE
ROMA - STABILE	ROMA - STABILE	ROMA - STABILE
ROMA - BELMONTE	ROMA - BELMONTE	ROMA - BELMONTE
POLITEAMA - TURATI	ROMA - BELMONTE (?)	POLITEAMA - TURATI
POLITEAMA	POLITEAMA	DANTE- XX SETTEMBRE
STABILE - PIAZZALE UNGHERIA	STABILE - PIAZZALE UNGHERIA	DANTE-SAMMARTINO

PIAZZA SAN FRANCESCO DI PAOLA	PIAZZA SAN FRANCESCO DI PAOLA	LATINI
GOETHE	GOETHE	GOETHE
A. AMEDEO - LASCARIS	A. AMEDEO - LASCARIS	A. AMEDEO - LASCARIS
LASCARIS - IMERA	LASCARIS - IMERA	LASCARIS - IMERA
LASCARIS - ZISA	LASCARIS - ZISA	LASCARIS - ZISA
MICHELE PIAZZA	MICHELE PIAZZA	MICHELE PIAZZA
L'EMIRO - GUERRAZZI	L'EMIRO - GUERRAZZI	L'EMIRO - GUERRAZZI
L'EMIRO - EDRISI	L'EMIRO - EDRISI	L'EMIRO - EDRISI
L'EMIRO - ARISTIPPO	L'EMIRO - ARISTIPPO	L'EMIRO - ARISTIPPO
L'EMIRO - SCOTO	L'EMIRO - SCOTO	L'EMIRO - SCOTO
LIBERO GRASSI - SICCHERIA	LIBERO GRASSI - SICCHERIA	LIBERO GRASSI - SICCHERIA
LIBERO GRASSI - DEGLI EMIRI	LIBERO GRASSI - DEGLI EMIRI	LIBERO GRASSI - DEGLI EMIRI
NINA SICILIANA - PARCHEGGIO EMIRI	NINA SICILIANA - PARCHEGGIO EMIRI	NINA SICILIANA - PARCHEGGIO EMIRI
PARCHEGGIO EMIRI	PARCHEGGIO EMIRI	PARCHEGGIO EMIRI

Tabella B.13-Confronto fermate linea 134 direzione Piazza XIII vittime

LINEA 134: PIAZZALE JOHN LENNON-PIAZZA XIII VITTIME		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
PIAZZALE JOHN LENNON 134	PIAZZALE JOHN LENNON 134	PIAZZALE JOHN LENNON 134
PIAZZALE JOHN LENNON MONTE	PIAZZALE JOHN LENNON MONTE	PIAZZALE JOHN LENNON MONTE
GIOTTO - GALILEI	GIOTTO - GALILEI	GIOTTO - GALILEI
GALILEI - GIOTTO	GALILEI - GIOTTO	GALILEI - GIOTTO
PACINOTTI	PACINOTTI	PACINOTTI
FALCANDO	FALCANDO	AURISPA - MERENDA
AURISPA - MERENDA	AURISPA - MERENDA	BIXIO - AURISPA
BIXIO - AURISPA	BIXIO - AURISPA	PARLATORE - AURISPA
PARLATORE - AURISPA	PARLATORE - AURISPA	MALASPINA - TURRISI COLONNA
MALASPINA - TURRISI COLONNA	MALASPINA - TURRISI COLONNA	MALASPINA - PIAZZA VIRGILIO
MALASPINA - PIAZZA VIRGILIO	MALASPINA - PIAZZA VIRGILIO	LATINI
DANTE - SAMMARTINO	DANTE - SAMMARTINO	VOLTURNO-CAPO
PATERNOSTRO - VILLAFRANCA	PATERNOSTRO - VILLAFRANCA	PIAZZA VERDI
RUGGIERO SETTIMO - STABILE	RUGGIERO SETTIMO - STABILE	CAVOUR
CAVOUR	CAVOUR	CAVOUR - PREFETTURA
CAVOUR - PREFETTURA	CAVOUR - PREFETTURA	CAVOUR - PREFETTURA
CAVOUR - PREFETTURA	CAVOUR - PREFETTURA	

Tabella B.14-Confronto fermate linea 134 direzione Piazzale John Lennon

LINEA 134: PIAZZA XIII VITTIME-PIAZZALE JOHN LENNON		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
CAVOUR PREFETTURA	CAVOUR PREFETTURA	CAVOUR PREFETTURA
ROMA - STABILE	ROMA - STABILE	ROMA - STABILE
ROMA - BELMONTE	ROMA - BELMONTE	ROMA - BELMONTE
POLITEAMA - TURATI	POLITEAMA - TURATI	POLITEAMA - TURATI
DANTE - XX SETTEMBRE	DANTE - XX SETTEMBRE	DANTE - XX SETTEMBRE
DANTE - VILLAFRANCA	DANTE - VILLAFRANCA	DANTE - VILLAFRANCA
DANTE - SAMMARTINO	DANTE - SAMMARTINO	DANTE - SAMMARTINO
DANTE - PIAZZA VIRGILIO	DANTE - PIAZZA VIRGILIO	DANTE - PIAZZA VIRGILIO
DANTE - STAZIONE LOLLI	DANTE - STAZIONE LOLLI	DANTE - STAZIONE LOLLI
PARLATORE - DANTE	PARLATORE - DANTE	PARLATORE - DANTE
PARLATORE - ADRIA	PARLATORE - ADRIA	PARLATORE - ADRIA
PARLATORE - AURISPA	PARLATORE - AURISPA	PARLATORE - AURISPA
AURISPA - MERENDA	AURISPA - MERENDA	AURISPA - MERENDA
PARISIO - FALCANDO	PARISIO - FALCANDO	PARISIO - FALCANDO
PARISIO - LANCIA DI BROLO	PARISIO - LANCIA DI BROLO	PARISIO - LANCIA DI BROLO
HOLM - GUALTIERO	HOLM - GUALTIERO	SAURO-GUALTIERO
MONTUORO	MONTUORO	REGIONE SICILIANA - DE SALIBA
REGIONE SICILIANA - DE SALIBA	REGIONE SICILIANA - DE SALIBA	PIAZZALE JOHN LENNON 134
PIAZZALE JOHN LENNON 134	PIAZZALE JOHN LENNON 134	

Tabella B.15-Confronto fermate linea 234 direzione Medaglie D'Oro

LINEA 234: STAZIONE CENTRALE-MEDAGLIE D'ORO		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
REGIONE SICILIANA - PARATORE	ROCCELLA - PONTE CORLEONE	BACHELET 1
REGIONE SICILIANA - S. M. DI GESU'	ROCCELLA - CALABRO'	BACHELET 2
REGIONE SICILIANA - CHIAVELLI	ROCCELLA - RAITI	LUSSORIO
REGIONE SICILIANA - LEVRIERE 1	ROCCELLA - S R ARCANGELO	ROCCELLA-PONTE CORLEONE
REGIONE SICILIANA - LEVRIERE 2	ROCCELLA VITALI	ROCCELLA-RAITI
REGIONE SICILIANA - S. FILIPPO	MARINI	ROCCELLA-ARCANGELO
REGIONE SICILIANA - TROINA	ARTALE	ROCCELLA-VITALI
TROINA	BASILE- FACOLTA' INGEGNERIA	MARINI
AIRONE - TROINA	BASILE - UNIVERSITA' SEGRETERIE	ARTALE
AIRONE - USIGNOLO	BASILE - RE RUGGERO	BASILE - FACOLTA' DI INGEGNERIA
USIGNOLO	TUKORY - FILICIUZZA	BASILE - UNIVERSITA' SEGRETERIE
REGIONE SICILIANA - VILLAGRAZIA	TUKORY - ARCOLEO	BASILE - RE RUGGERO
REGIONE SICILIANA - PONTE CORLEONE	SALAMONE MARINO	TUKORY - FILICIUZZA
LUSSORIO CAU - BASILE	PISACANE	TUKORY - ARCOLEO
LUSSORIO CAU - ZACCO	MARINUZZI-PISACANE	SALAMONE MARINO
ZACCO	ERRANTE-PEREZ	PISACANE
BARONE	S. CENTRALE ARDIZZONE 1	MARINUZZI-PISACANE



VERDINOIS		ERRANTE-PEREZ
ZACCO		S. CENTRALE ARDIZZONE 1
ROCCELLA - PONTE CORLEONE		
ROCCELLA - CALABRO'		
ROCCELLA - RAITI		
ROCCELLA - S. R. ARCANGELO		
ROCCELLA - VITALI		
MARINI		
ARTALE		
BASILE - FACOLTA' DI INGEGNERIA		
BASILE - UNIVERSITA' SEGRETERIE		
BASILE - RE RUGGERO		
TUKORY - FILICIUZZA		
TUKORY - ARCOLEO		
SALAMONE MARINO		
PISACANE		
MARINUZZI - PISACANE		
ERRANTE - PEREZ		
STAZIONE CENTRALE - PENSILINA INTERNA		

Tabella B.16-Confronto fermate linea 234 direzione Stazione Centrale

LINEA 234: MEDAGLIE D'ORO-STAZIONE CENTRALE		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
S. CENTRALE - PENSILINA INTERNA	S. CENTRALE - ARDIZZONE	S. CENTRALE ARDIZZONE 1
TUKORY - BALLARO'	S. CENTRALE - PENSILINA INTERNA	TUKORI BALLARO'
TUKORY - PORTA S. AGATA	TUKORI BALLARO'	TUKORY- PORTA S. AGATA
TUKORY - ARCOLEO	TUKORY- PORTA S. AGATA	TUKORY-ARCOLEO
TUKORY - FILICIUZZA	TUKORY-ARCOLEO	TUKORY-FILICIUZZA
BASILE - RE RUGGERO	TUKORY-FILICIUZZA	BASILE RE RUGGERO
BASILE - FACOLTA' DI INGEGNERIA	BASILE RE RUGGERO	BASILE - FACOLTA' DI INGEGNERIA
B. - FACOLTA' DI ECONOMIA E COMMERCIO	BASILE - FACOLTA' DI INGEGNERIA	B. - FACOLTA' DI ECO. E COMMERCIO
BASILE - FACOLTA' DI LETTERE	B. - FACOLTA' DI ECONOMIA E COMMERCIO	BASILE - FACOLTA' DI LETTERE
BASILE - ARTALE	BASILE - FACOLTA' DI LETTERE	BASILE ARTALE
BASILE - PARCHEGGIO BASILE	BASILE ARTALE	BASILE-PARCHEGGIO BASILE
BASILE - RAITI	BASILE-PARCHEGGIO BASILE	BASILE-MEDAGLIE D'ORO
BASILE - SABATO	BASILE-MEDAGLIE D'ORO	BASILE-BRASA
SOLARINO	BASILE-BRASA	
MARINI	COSTA_1	

ROCCELLA - VITALI	COSTA_2
ROCCELLA - S. R. ARCANGELO	COSTA - BACHELET
ROCCELLA - CALLEA	BACHELET 1
ROCCELLA - PONTE CORLEONE	BACHELET 2
REGIONE SICILIANA - PONTE CORLEONE VALLE	BACHELET 3
REGIONE SICILIANA - PONTE CORLEONE	LUSSORIO CAU - BASILE
REGIONE SICILIANA - ALOI	LUSSORIO CAU - ZACCO
MONETA - ERMELLINO	ROCCELLA - PONTE CORLEONE
ERMELLINO - CAMOSCIO	
ERMELLINO - LONTRA	
ERMELLINO - TROINA	
ERMELLINO - PAPA GIOVANNI XXIII	
ERMELLINO - LEVRIERE	
ORSA MINORE - ALBIRI	
ORSA MINORE - ORSA MAGGIORE	
ORSA MINORE	
ORSA MINORE - CHIAVELLI	
ORSA MINORE - S. M. DI GESU'	
ORSA MINORE - ORETO	
ORETO - ORSA MINORE	
ORETO - LO BIANCO	
ORETO - ORSI	
ORETO - REGIONE SICILIANA	
REGIONE SICILIANA - PARATORE	

Tabella B.17-Confronto fermate linea 237 direzione Stazione Centrale

LINEA 237: PARCHEGGIO ORETO-STAZIONE CENTRALE		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
REGIONE SICILIANA-ORETO	REGIONE SICILIANA-ORETO	REGIONE SICILIANA-ORETO
PARATORE - SIDNEY	PARATORE - SIDNEY	PARATORE - SIDNEY
ORETO - SIRILLO	ORETO - SIRILLO	ORETO - SIRILLO
ORETO - LO BIANCO	ORETO - LO BIANCO	ORETO - LO BIANCO
ORETO - ORSA MINORE	ORETO - ORSA MINORE	ORETO - ORSA MINORE
ORETO - CONCORDIA	ORETO - CONCORDIA	ORETO - CONCORDIA
ORETO - BUONRIPOSO	BUONRIPOSO- ORETO	BUONRIPOSO- CAMPISI
ORETO - LA COLLA	BUONRIPOSO- CAMPISI	BUONRIPOSO- PIAZZA SCAFFA
ORETO - BERGAMO	BUONRIPOSO- PIAZZA SCAFFA	DEI MILLE-PONTE AMMIRAGLIO
ORETO - MENDOLA	DEI MILLE-PONTE AMMIRAGLIO	DEI MILLE -TIRO A SEGNO
ORETO - ERRANTE	DEI MILLE -TIRO A SEGNO	DEI MILLE - BALSAMO
S. CENTRALE- PENSILLINA INTERNA	DEI MILLE - INGRASSIA	DEI MILLE - INGRASSIA
	DEI MILLE- BALSAMO	LINCOLN-DEI MILLE
	LINCOLN- DEI MILLE	S. CENTRALE- PENSILLINA INTERNA

S. CENTRALE- PENSILLNA
INTERNA

Tabella B.18-Confronto fermate linea 237 direzione Parcheggio Oreto

LINEA 327: STAZIONE CENTRALE-PARCHEGGIO ORETO		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
S. CENTRALE - PENSILINA INTERNA	S. CENTRALE PENSILLINA INTERNA	S. CENTRALE PENSILLINA INTERNA
ORETO - S. ANTONINO	PONTE AMMIRAGLIO-BUON RIPOSO	PONTE AMMIRAGLIO-BUON RIPOSO
ORETO - ERRANTE	BUON RIPOSO-PIAZZA SCAFFA	BUON RIPOSO-PIAZZA SCAFFA
ORETO - MENDOLA	LA COLLA	LA COLLA
ORETO - BERGAMO	ORETO-BUON RIPOSO	ORETO-BUON RIPOSO
PONTE ORETO	ORETO- ORSA MINORE	ORETO- ORSA MINORE
ORETO - LA COLLA	ORETO- ORSI	ORETO- ORSI
ORETO - BUONRIPOSO	ORETO-REGIONE SICILIANA	ORETO-REGIONE SICILIANA
ORETO - ORSA MINORE	REGIONE SICILIANA-PARATORE	REGIONE SICILIANA-PARATORE
ORETO - LO BIANCO		
ORETO - ORSI		
ORETO - REGIONE SICILIANA		
REGIONE SICILIANA - ORETO		

Tabella B.19-Confronto fermate linea 534 direzione Baida

LINEA 534: PIAZZALE JOHN LENNON-BAIDA		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
PIAZZALE JOHN LENNON 534	PIAZZALE JOHN LENNON 534	PIAZZALE JOHN LENNON 534
PIAZZALE JOHN LENNON MONTE	PIAZZALE JOHN LENNON MONTE	PIAZZALE JOHN LENNON MONTE
GIOTTO - GALILEI	GIOTTO - GALILEI	GIOTTO - GALILEI
GALILEI - GIOTTO	GALILEI - GIOTTO	GALILEI - GIOTTO
LEONARDO DA VINCI - CENTRO BORSELLINO	LEONARDO DA VINCI - CENTRO BORSELLINO	L. DA VINCI - CENTRO BORSELLINO
LEONARDO DA VINCI - PIAZZA EINSTEIN	LEONARDO DA VINCI - PIAZZA EINSTEIN	L. DA VINCI - PIAZZA EINSTEIN
LEONARDO DA VINCI - CAMILLIANI	REGIONE SICILIANA - PIAZZA EINSTEIN	LEONARDO DA VINCI - CAMILLIANI
LEONARDO DA VINCI - SILVESTRI	REGIONE SICILIANA - DI GIORGI	LEONARDO DA VINCI - SILVESTRI
RUGGERI - LEONARDO DA VINCI	REGIONE SICILIANA - DI BLASI	LEONARDO DA VINCI - CASALINI
RUGGERI - DI BLASI	DI BLASI - TERESINO	RUGGERI-LEONARDO DA VINCI
DI BLASI - PASSO DI RIGANO	DI BLASI - SCUOLA CORRADINI	RUGGERI - DI BLASI
ROCCAZZO - DOGALI	DI BLASI - RINDONE	DI BLASI - SALERNITANO
ROCCAZZO - MASSAUA	DI BLASI - SAVANAROLA	DI BLASI - PASSO DI RIGANO
ROCCAZZO - AMAT	DI BLASI - SALERNITANO	ROCCAZZO - CASA DEL SOLE
ROCCAZZO - CASA DEL SOLE	DI BLASI - PASSO DI RIGANO	FALCONARA - ROCCAZZO
FALCONARA - ROCCAZZO	ROCCAZZO - DOGALI	FALCONARA - S. ISIDORO

FALCONARA - S. ISIDORO	ROCCAZZO - MASSAUA	FALCONARA - AI VILLINI A S. ISIDORO
FALCONARA - AI VILLINI A S. ISIDORO	ROCCAZZO - AMAT	FALCONARA 1
FALCONARA 1	ROCCAZZO - CASA DEL SOLE	FALCONARA - ANDREA DA BURGIO
FALCONARA - ANDREA DA BURGIO	FALCONARA - ROCCAZZO	FALCONARA 2
FALCONARA 2	FALCONARA - S. ISIDORO	FALCONARA 3
FALCONARA 3	FALCONARA - AI VILLINI A S. ISIDORO	FALCONARA 4
FALCONARA 4	FALCONARA 1	FALC. - FRANCESCO DA PICCIANO
FALCONARA - FRANCESCO DA PICCIANO	FALCONARA - ANDREA DA BURGIO	FALCONARA - PIAZZA BAIDA
FALCONARA - PIAZZA BAIDA	FALCONARA 2	PIAZZA BAIDA
PIAZZA BAIDA	FALCONARA 3	
	FALCONARA 4	
	FALCONARA - FRANCESCO DA PICCIANO	
	FALCONARA - PIAZZA BAIDA	
	PIAZZA BAIDA	

Tabella B.20-Confronto fermate linea 534 direzione Piazzale John Lennon

LINEA 534: BAIDA-PIAZZALE JOHN LENNON		
Fermate OTP	Fermate "Muoversi a Palermo"	Fermate in loco
PIAZZA BAIDA	PIAZZA BAIDA	PIAZZA BAIDA
FALCONARA - PIAZZA BAIDA	FALCONARA - PIAZZA BAIDA	FALCONARA - PIAZZA BAIDA
FALCONARA - FRANCESCO DA PICCIANO	FALCONARA - FRANCESCO DA PICCIANO	FALC. - FRANCESCO DA PICCIANO
FALCONARA 4	FALCONARA 4	FALCONARA 4
FALCONARA 3	FALCONARA 3	FALCONARA 3
FALCONARA 2	FALCONARA 2	FALCONARA 2
FALCONARA - ANDREA DA BURGIO	FALCONARA - ANDREA DA BURGIO	FALCONARA - ANDREA DA BURGIO
FALCONARA 1	FALCONARA 1	FALCONARA 1
FALCONARA - AI VILLINI A S. ISIDORO	FALCONARA - AI VILLINI A S. ISIDORO	FALCONARA - AI VILLINI A S. ISIDORO
AI VILLINI A S. ISIDORO - FALCONARA	AI VILLINI A S. ISIDORO - FALCONARA	AI VILLINI A S. ISIDORO - FALCONARA
AI VILLINI A S. ISIDORO - DE FRANCISCO	AI VILLINI A S. ISIDORO - DE FRANCISCO	AI VILLINI A S. ISIDORO - DE FRANCISCO
AI VILLINI A S. ISIDORO - S. ISIDORO	AI VILLINI A S. ISIDORO - S. ISIDORO	AI VILLINI A S. ISIDORO - S. ISIDORO
CASTELLANA - ROGAZIONISTI	CASTELLANA - ROGAZIONISTI	CASTELLANA - ROGAZIONISTI
SARULLO - PAPALEO	SARULLO - PAPALEO	SARULLO - PAPALEO
SARULLO - CASA DEL SOLE	SARULLO - CASA DEL SOLE	SARULLO - CASA DEL SOLE
ROCCAZZO - CASA DEL SOLE	ROCCAZZO - CASA DEL SOLE	ROCCAZZO - CASA DEL SOLE
ROCCAZZO - AMAT	ROCCAZZO - AMAP	ROCCAZZO - AMAT
ROCCAZZO - MASSAUA	ROCCAZZO - MASSAUA	ROCCAZZO - MASSAUA

ROCCAZZO - DOGALI	ROCCAZZO - DOGALI	ROCCAZZO - DOGALI
DI BLASI - PASSO DI RIGANO	PASSO DI RIGANO - ADUA	DI BLASI - PASSO DI RIGANO
RUGGERI - LEONARDO DA VINCI	LEONARDO DA VINCI - RUGGERI	RUGGERI - LEONARDO DA VINCI
RUGGERI - DI BLASI	LEONARDO DA VINCI - GIAQUINTO	RUGGERI - DI BLASI
DI BLASI - SAVONAROLA	LEONARDO DA VINCI - UDITORE	DI BLASI - SAVONAROLA
DI BLASI - CORRADINI	REGIONE SICILIANA - GIOTTO	DI BLASI - CORRADINI
DI BLASI - REGIONE SICILIANA	REGIONE SICILIANA - DE SALIBA	DI BLASI - REGIONE SICILIANA
REGIONE SICILIANA - MAZZARELLO	PIAZZALE JOHN LENNON 534	REGIONE SICILIANA - MAZZARELLO
REGIONE SICILIANA - PERPIGNANO		REGIONE SICILIANA - PERPIGNANO
REGIONE SICILIANA - PERGUSA		REGIONE SICILIANA - PERGUSA
TASCALANZA - BALESTRATE		TASCALANZA - BALESTRATE
TASCALANZA - PORTELLO		TASCALANZA - PORTELLO
TASCALANZA - AMAP		TASCALANZA - AMAP
REGIONE SICILIANA - PORTELLO		REGIONE SICILIANA - PORTELLO
R. SICILIANA - PARCHEGGIO "DEGLI EMIRI"		R. SICILIANA - PARCH. "DEGLI EMIRI"
REGIONE SICILIANA - PERPIGNANO		REGIONE SICILIANA - PERPIGNANO
REGIONE SICILIANA - LA MANNA		REGIONE SICILIANA - LA MANNA
REGIONE SICILIANA - DI BLASI		REGIONE SICILIANA - DI BLASI
REGIONE SICILIANA - NAZARIO SAURO		R. SICILIANA - NAZARIO SAURO
REGIONE SICILIANA - DE SALIBA		REGIONE SICILIANA - DE SALIBA
PIAZZALE JOHN LENNON 534		PIAZZALE JOHN LENNON 534

APPENDICE C

Nell'Appendice C sono riportate in dettaglio le tabelle relative alle analisi condotte nella città di Palermo, suddivise per periodo dell'anno (estate e inverno), giorno della settimana (lunedì–venerdì, sabato e domenica), fascia oraria e modalità di trasporto (*road*, autobus, treno, tram e *slow modes*).

Tabella C.1- Analisi domanda Bus tramite matrice O/D PUMS, periodo invernale

		Bus									
		Totale		Generati (Pa)		Interni Palermo		Palermo-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	3877	2882,07	3686	2626,55	3551	2557,89	135	68,66	74	36,94
	Saturday	1572	4542,05	1540	4391,86	1471	4221,98	69	169,88	2	4,38
	Sunday	2877	10669,28	2796	10139,41	2621	9608,33	175	531,08	7	10,29
04-06	Mon-Fri	3250	2492,29	2542	1951,48	2445	1901,78	97	49,7	455	238,37
	Saturday	183	468,3	133	301,9	133	301,9	0	0	11	16,66
	Sunday	117	399,59	88	259,42	84	253,56	4	5,86	1	1,4
06-07	Mon-Fri	10643	11074,72	7109	7395,26	6742	7192,2	367	203,06	2338	1984,57
	Saturday	522	1267,7	341	692,84	329	674,31	12	18,53	43	79,1
	Sunday	138	327,71	88	184,37	86	179,24	2	5,13	15	24,48
07-08	Mon-Fri	14682	23181,06	10790	17402,05	10059	16914,84	731	487,21	2104	2045,58
	Saturday	1294	3619,57	893	2203,18	862	2138,65	31	64,53	102	192,61
	Sunday	383	1068,16	244	539,5	235	526,45	9	13,05	31	55,12
08-09	Mon-Fri	12693	17727,77	9889	14372,52	9356	14028,07	533	344,45	1559	1173,39
	Saturday	1742	5111,86	1379	3754,27	1344	3664,57	35	89,7	112	211,78
	Sunday	769	2438,27	604	1569,77	593	1550,26	11	19,51	38	86,71
09-10	Mon-Fri	11264	14803,1	9548	12624,86	9074	12281,78	474	343,08	747	604,18
	Saturday	2400	7714,97	2020	6172,14	1967	6054,1	53	118,04	102	232,57
	Sunday	1567	4823,87	1282	3664,41	1238	3563,81	44	100,6	70	168,57
10-11	Mon-Fri	11349	15190,82	9779	13025,64	9187	12595,33	592	430,31	608,00	491,5
	Saturday	2961	10376,01	2516	8431,55	2460	8300,68	56	130,87	135	347,24
	Sunday	2173	7233,47	1816	5646,9	1750	5501,44	66	145,46	97	212,18
11-12	Mon-Fri	11878	16122,02	10442	14051,37	9352	13287,46	1090	763,91	535	392,98
	Saturday	3247	11016,27	2895	9165,26	2754	8856,01	141	309,25	89	216,41
	Sunday	2763	8922,34	2445	7435,88	2312	7177,7	133	258,18	73	181,91
12-13	Mon-Fri	14120	20807,3	11763	17392,21	10175	16228,47	1588	1163,74	816	553,46
	Saturday	3924	13555,9	3380	10867,27	3137	10380,53	243	486,74	120	289
	Sunday	3547	11492,83	3016	9072,1	2787	8612,91	229	459,19	130	265,69
13-14	Mon-Fri	15310	22954,29	12401	18638,82	10490	17017,79	1911	1621,03	1056	648,43



	Saturday	3183	9950,73	2648	7728,86	2430	7219,01	218	509,85	83	175
	Sunday	2097	6110,01	1737	4719,22	1617	4488,11	120	231,11	76	184,15
14-15	Mon-Fri	13433	18427,47	11202	15579,54	10075	14605,95	1127	973,59	748	555,4
	Saturday	2477	7801,41	2105	6340,27	2002	6121,94	103	218,33	106	265,51
	Sunday	1932	5731,11	1597	4522,93	1520	4364,65	77	158,28	92	240,29
15-16	Mon-Fri	13465	18586,35	11203	15740,34	10206	14941,33	997	799,01	793	634,79
	Saturday	3179	10754,23	2700	8872,18	2600	8645,43	100	226,75	168	436,2
	Sunday	2557	8274,2	2087	6484,78	2008	6309,35	79	175,43	153	446,99
16-17	Mon-Fri	13915	19302,73	12061	16670,21	10317	15496,33	1744	1173,88	830	639,85
	Saturday	3334	11736,76	2940	9878,43	2804	9591,27	136	287,16	154	398,42
	Sunday	2898	9509,13	2492	7692,53	2379	7479,36	113	213,17	204	483,27
17-18	Mon-Fri	13227	19533,15	11680	16995,54	10231	15962,68	1449	1032,86	637	479,75
	Saturday	3434	12320,05	3016	10254,72	2859	9893,4	157	361,32	145	368,32
	Sunday	2953	9686,81	2596	8098,8	2471	7799,69	125	299,11	157	377,67
18-19	Mon-Fri	12787	18647,18	11220	16304,41	9894	15256,28	1326	1048,13	667	430,18
	Saturday	3544	12367,74	3143	10701,56	2931	10202,07	212	499,49	154	365,01
	Sunday	2997	9861,14	2707	8622,17	2506	8192,12	201	430,05	98	189,31
19-20	Mon-Fri	11073	14758,63	10142	13600,33	9161	12810,22	981	790,11	439	324,09
	Saturday	3923	13295,63	3639	12102,81	3401	11553,22	238	549,59	124	327,47
	Sunday	2264	6899,35	2116	6246,85	1964	5920,79	152	326,06	41	81,47
20-21	Mon-Fri	6803	7084,36	6449	6710,11	6174	6503,66	275	206,45	171	113,75
	Saturday	2200	7022,91	2103	6543,11	2046	6415,86	57	127,25	34	89,7
	Sunday	1219	3395,63	1162	3178,44	1134	3113,36	28	65,08	11	25,39
21-24	Mon-Fri	10262	11008,73	9715	10458,06	9232	10147,94	483	310,12	341	237,47
	Saturday	4941	17992,57	4723	17080,41	4530	16606,52	193	473,89	128	320,55
	Sunday	2945	7739,73	2830	7305,79	2704	7048,7	126	257,09	52	89,79



Tabella C.2-Analisi domanda Road (auto e moto) tramite matrice O/D PUMS, periodo invernale

		Road									
		Totale		Generati (Pa)		Interni Palermo		Palermo-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	27124	51106,81	16466	26273,01	12546	23187,24	3902	3073,9	3489	2786,25
	Saturday	14361	82436,53	9466	45737,94	7577	40056,45	1886	5671,45	1040	2650,75
	Sunday	21701	154205,9	13872	79700,41	10028	65091,54	3831	14559,22	2194	6080,74
04-06	Mon-Fri	28203	40030,6	13270	15696,8	10108	13271,44	3140	2415,84	6394	5839,46
	Saturday	5609	20779,25	2970	8670,96	2572	7856,35	398	814,61	640	1442,21
	Sunday	4577	17285,88	2544	7653,71	2122	6723,37	407	893,69	363	796,06
06-07	Mon-Fri	41923	92683,73	19396	34118,49	14381	29893,02	4982	4211,02	11366	16746,97
	Saturday	7743	37319,56	3816	11247,86	3270	10103,69	545	1142,62	976	2291,77
	Sunday	4173	17365,08	1937	5359,62	1545	4496,71	392	862,91	351	776,03
07-08	Mon-Fri	48483	178417,94	24526	80927,63	17524	74241,21	6970	6669,21	11456	19148,3
	Saturday	12876	71577,28	6899	25707,49	6011	23618,72	885	2083,44	1508	3789,89
	Sunday	6864	33626,1	3394	10864,39	2789	9543,03	603	1316,43	590	1325,16
08-09	Mon-Fri	45690	156981,79	24060	75568,64	17247	69514,6	6778	6030,15	9988	12513,31
	Saturday	15631	97298,76	8993	40514,43	7739	37450,77	1251	3058,1	1757	4760,04
	Sunday	10577	59539,13	5723	22021,99	4747	19700,07	965	2230,44	1046	2527,61
09-10	Mon-Fri	42499	147060,4	23270	70774,15	17015	65143,5	6219	5594,51	8075	8358,92
	Saturday	17592	126258,81	10336	54792,68	8786	50772,86	1541	3998,14	1925	5514,9
	Sunday	14731	97490,6	8458	40421,39	6992	36505,24	1459	3840,54	1525	4238,28
10-11	Mon-Fri	41735	153432,86	23856	75511,65	17173	69208,89	6656	6276,66	6989	6765,93
	Saturday	19468	153491,71	11805	71103,68	9970	66069,66	1832	5029,44	2009	5969,14
	Sunday	17994	129431,74	10652	56788,99	8685	51437,49	1964	5346,18	1919	5501,98
11-12	Mon-Fri	42715	156301,08	24905	79412,39	17521	72014,99	7354	7374,68	6884	6336,44
	Saturday	20397	165186,74	12578	79196,62	10598	73361,01	1978	5831,97	2150	6143,25
	Sunday	20437	150795,93	12437	68663,26	9984	61831,41	2452	6830,13	2123	6319,18
12-13	Mon-Fri	45074	171843,45	26325	89683,16	17836	79764,97	8442	9884,37	7330	7119,7
	Saturday	21209	162676,75	13448	80389,92	11094	73277,89	2353	7108,5	2026	5684,91
	Sunday	22009	157096,68	13508	72469,51	10689	64321,94	2817	8143,4	2345	6843,95
13-14	Mon-Fri	46960	177398,78	27387	94880,63	17939	82383,22	9403	12455,14	7745	7359,64
	Saturday	18998	127880,73	12105	63483,83	9921	57362,36	2184	6121,47	1568	4208,81
	Sunday	16569	98436,85	10201	47923,81	8509	43302,85	1691	4619,14	1666	4281,82
14-15	Mon-Fri	47975	162996,99	27597	84830,33	17838	72528,75	9712	12224,43	8390	8201,57



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



	Saturday	17453	112191,8	10621	51951,27	8828	47025,07	1793	4926,2	1801	4844,75
	Sunday	16439	96560,87	9439	42373,55	7617	37386,97	1814	4968,59	2068	5654,58
15-16	Mon-Fri	48081	164485,34	27588	84812	18043	74116,69	9513	10599,26	8401	8816,15
	Saturday	19820	136397,2	11870	63879,71	9962	58708,25	1904	5159,24	2412	7017,56
	Sunday	20764	130480,97	11304	54865,16	9128	48602,53	2170	6243,4	3283	9589,19
16-17	Mon-Fri	50439	184251,64	29041	92919,28	18342	80045,52	10656	12613,77	8648	9099,43
	Saturday	20927	157995,41	12530	74903,65	10453	69118,33	2075	5780,41	2643	8040,27
	Sunday	23277	154222,75	12288	64352,44	10037	57873,75	2247	6455,98	4119	12511,46
17-18	Mon-Fri	48254	187444,63	28206	93982,21	18162	81655,52	9981	12233,28	8027	8413,31
	Saturday	21276	167674,66	12846	79279,62	10697	72787,3	2148	6490,76	2511	7630,96
	Sunday	23444	157741,61	12681	67295,85	10337	60202,99	2326	6933,09	3951	11540,19
18-19	Mon-Fri	45180	170777,02	27397	89529,79	17778	77419,84	9546	12035,47	6932	7222,18
	Saturday	21701	164007,45	13631	82597,39	11094	74448,74	2531	8135,79	2346	6857,2
	Sunday	22035	144777,57	12818	67502,75	10156	59096,71	2642	8261,4	3192	8975,58
19-20	Mon-Fri	40805	138113,12	25291	73228,72	17076	63204,63	8166	9934,52	5829	5481,43
	Saturday	22335	162588,77	14116	81420,47	11256	72049,49	2845	9226,35	2360	6770,43
	Sunday	19254	123595,43	11472	55968,5	9158	48615,19	2298	7277,5	2249	6096,71
20-21	Mon-Fri	32548	89602,4	20276	44838,08	14822	38918,8	5369	5544,83	4085	3704,14
	Saturday	17488	116482,26	10795	51611,21	8823	45710,99	1944	5574,44	1675	4481,67
	Sunday	14403	85558,85	8418	36213,26	6768	31319,17	1629	4681,35	1377	3541,67
21-24	Mon-Fri	44583	162737,69	26482	83310,9	17673	72674,46	8720	10399,47	7502	8415,81
	Saturday	30061	271044,04	18144	131153,23	13387	113945,55	4731	17042,21	4472	16002,27
	Sunday	24669	185590,96	14578	84634,18	11063	73018,31	3491	11438,28	3285	10322,56



Tabella 61-Analisi domanda SlowModes (mobilità dolce) tramite matrice O/D PUMS, periodo invernale

		SlowModes									
		Totale		Generati (Pa)		Interni_Palermo		Palermo-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	2982	10302,64	1986	6999,4	1947	6941,18	39	58,22	19	42
	Saturday	1580	12874,07	1079	8578,59	1065	8533,9	14	44,69	10	47,46
	Sunday	2070	19462,17	1368	12637,3	1347	12560,66	21	76,64	9	24,93
04-06	Mon-Fri	1921	4948,19	1254	3113,87	1236	3084,8	18	29,07	19	22,49
	Saturday	422	2703,69	273	1583,71	273	1583,71	0	0	2	3,24
	Sunday	402	2722,1	269	1685,42	268	1683,67	1	1,75	1	2,22
06-07	Mon-Fri	2936	8429,13	1876	4981,97	1845	4924,4	31	57,57	49	69,9
	Saturday	519	3544,6	293	1708,4	290	1700,01	3	8,39	3	10,65
	Sunday	276	1801,12	168	1004,73	168	1004,73	0	0	1	1,36
07-08	Mon-Fri	4905	24954,8	3231	15214,63	3175	15086,5	56	128,13	49	182,15
	Saturday	1239	9882,47	682	4892,53	669	4834,95	13	57,58	12	57,61
	Sunday	629	4639,84	357	2363,46	355	2357,72	2	5,74	5	13,2
08-09	Mon-Fri	4996	29291,16	3253	17524,91	3204	17409,52	49	115,39	57	137,49
	Saturday	1798	18629,55	1051	9530,46	1034	9448,04	17	82,42	20	97,37
	Sunday	1185	11159,82	711	5847,53	701	5798,01	10	49,52	11	55,39
09-10	Mon-Fri	5364	34254,64	3459	20786,93	3397	20650,3	62	136,63	64	165,54
	Saturday	2661	29311,4	1610	16370,83	1586	16249,9	24	120,93	27	139,9
	Sunday	2248	22036,02	1337	12284,73	1308	12171,07	29	113,66	25	109,97
10-11	Mon-Fri	5406	38337,5	3468	23535,52	3405	23386	63	149,52	65,00	169,9
	Saturday	2930	37797,25	1798	22048,46	1773	21915,31	25	133,15	35	175,97
	Sunday	2519	30240,7	1521	17270,62	1494	17133,1	27	137,52	35	137,57
11-12	Mon-Fri	5103	38593,57	3323	23959,88	3265	23813,32	58	146,56	61	145,41
	Saturday	2779	38511,55	1711	22678,8	1683	22513,31	28	165,49	27	161,38
	Sunday	2514	33176,67	1528	18798,77	1503	18655,41	25	143,36	23	115,48
12-13	Mon-Fri	5347	39342,7	3504	24537,69	3434	24311,21	70	226,48	67	188,56
	Saturday	2793	34305,15	1764	20323,63	1734	20171,14	30	152,49	22	166,31
	Sunday	2473	29574,78	1558	17652,65	1532	17508,96	26	143,69	23	185,45
13-14	Mon-Fri	5331	37140,41	3563	24507,74	3489	24271,45	74	236,29	55	192,14
	Saturday	2291	24507,14	1486	14953,97	1460	14820,84	26	133,13	20	122,87



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



	Sunday	1820	18906,82	1148	10978,12	1133	10898,67	15	79,45	14	92,59
14-15	Mon-Fri	5332	32663,64	3499	20651,6	3429	20475,6	70	176	62	140,3
	Saturday	2397	23060,34	1526	13801,29	1496	13692,82	30	108,47	22	110,59
	Sunday	2036	18293,35	1276	10113,84	1253	10012,15	23	101,69	22	96,44
15-16	Mon-Fri	5381	34095,99	3544	21090,66	3474	20911,58	70	179,08	62	159,48
	Saturday	2566	26875,43	1619	16006,3	1589	15878,86	30	127,44	27	144,07
	Sunday	2243	22423,1	1405	12272,55	1381	12161,27	24	111,28	27	122,78
16-17	Mon-Fri	5274	37653,58	3470	23047,85	3407	22852,92	63	194,93	70	158,57
	Saturday	2607	32874,02	1607	19011,38	1579	18871,19	28	140,19	27	176,25
	Sunday	2246	25620,42	1408	14075,28	1385	13942,4	23	132,88	23	89,24
17-18	Mon-Fri	5315	39977,44	3467	24283,62	3399	24065,14	68	218,48	72	171,82
	Saturday	2754	36909,11	1722	21970,13	1688	21783,95	34	186,18	30	160,4
	Sunday	2299	26769,57	1445	15218,79	1426	15097,87	19	120,92	22	120,65
18-19	Mon-Fri	5195	35861,54	3427	21703,22	3360	21517,48	67	185,74	62	195,63
	Saturday	2710	34884,84	1703	20751,23	1673	20612,68	30	138,55	26	145,27
	Sunday	2265	24387,97	1421	14489,71	1390	14376,06	31	113,65	18	101,54
19-20	Mon-Fri	4862	27223,67	3203	16807,71	3134	16660,26	69	147,45	55	132,44
	Saturday	2605	29175,56	1637	17212,88	1609	17075,49	28	137,39	23	107,27
	Sunday	2034	19820,73	1277	11875,1	1258	11770,65	19	104,45	20	69,29
20-21	Mon-Fri	4288	18108,1	2810	11351,11	2755	11238	55	113,11	56	125,64
	Saturday	2210	19903,48	1441	12068,95	1417	11964,37	24	104,58	18	102,08
	Sunday	1796	14792,15	1140	8959,54	1116	8863,1	24	96,44	16	60,05
21-24	Mon-Fri	5369	33756,26	3506	21966,53	3432	21771,03	74	195,5	64	195,02
	Saturday	3382	45545,93	2177	29503,85	2138	29310,88	39	192,97	27	179,75
	Sunday	2693	30345,76	1663	18792,4	1626	18620,11	37	172,29	25	140,5

Tabella 62-Analisi domanda Treno tramite matrice O/D PUMS, periodo invernale

		Train									
		Totale		Generati (Pa)		Interni_Palermo		Palermo-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	72	42,54	6	2,71	0	0	5	2,37	30	11,22
	Saturday	10	25,8	1	1,34	0	0	1	1,34	2	3,11
	Sunday	37	92,71	11	31,93	0	0	10	29,47	12	19,8
04-06	Mon-Fri	414	219,48	123	70,06	31	24,96	92	45,1	182	85,75
	Saturday	14	25,91	2	3,08	1	1,81	1	1,27	1	2,52
	Sunday	12	29,08	7	20,39	0	0	6	16,33	3	5,86
06-07	Mon-Fri	1569	939	677	422,73	376	288,09	300	134,03	675	380,19
	Saturday	44	84,6	27	53,73	23	47,82	4	5,91	6	10,47
	Sunday	13	23,08	7	10,71	3	5,08	4	5,63	1	1,7
07-08	Mon-Fri	2368	1823,8	1212	961,16	700	737,91	511	222,91	819	576,41
	Saturday	117	259,46	80	146,6	70	129,94	10	16,66	6	8,54
	Sunday	29	51,32	9	13,3	6	9,09	3	4,21	7	11,67
08-09	Mon-Fri	2194	1561,38	1208	888,43	718	659,18	486	227,39	657	354,48
	Saturday	177	412,47	110	201,62	90	170,53	20	31,09	22	34,78
	Sunday	77	163,94	37	71,21	22	39,72	15	31,49	13	21,49
09-10	Mon-Fri	1436	1205,51	841	642,78	603	520,02	233	120,93	321	170,32
	Saturday	174	543,75	101	200,33	68	137,42	32	61,41	16	28,87
	Sunday	124	333,28	59	107,19	37	63,95	22	43,24	13	21,83
10-11	Mon-Fri	1348	1172,87	873	637,82	606	511,55	265	125,38	213	109,92
	Saturday	206	689,72	130	269,47	107	220,77	23	48,7	18	38,76
	Sunday	179	525,59	93	168,47	74	131,75	19	36,72	21	35,68
11-12	Mon-Fri	1731	1316,18	1145	799,96	704	576,42	439	222,87	314	139,37
	Saturday	279	731,27	176	344,81	142	270,73	34	74,08	24	38,12
	Sunday	221	566,2	131	246,95	103	199,68	28	47,27	25	39,09
12-13	Mon-Fri	2001	1513,73	1310	964,66	748	669,89	559	293,82	370	177,36
	Saturday	327	775,12	213	450,45	180	394,7	33	55,75	37	66,11
	Sunday	255	591,26	166	329,17	129	258,83	37	70,34	24	43,79
13-14	Mon-Fri	2290	1749,62	1515	1211,74	773	760,6	739	450	437	206,94
	Saturday	256	575,94	178	328,08	142	263,92	36	64,16	19	29,88
	Sunday	174	400,72	104	187,77	76	141,27	28	46,5	15	23,69



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



14-15	Mon-Fri	1784	1414,2	1143	879,98	630	572,68	510	305,27	339	167,67
	Saturday	154	435,33	83	181,12	62	145,34	21	35,78	22	40,39
	Sunday	130	332,57	63	128,38	41	85,93	22	42,45	16	28,2
15-16	Mon-Fri	1642	1296,25	1068	787,03	643	568,18	422	216,31	291	146,69
	Saturday	214	579,35	127	285,59	111	257,59	16	28	31	57,53
	Sunday	228	521,73	102	188,02	69	133,88	33	54,14	51	95,46
16-17	Mon-Fri	2396	1924,8	1515	1031,1	716	624,43	788	393,14	486	229,85
	Saturday	323	909,36	181	359,78	154	314,76	27	45,02	61	116,86
	Sunday	382	919,6	168	338,33	130	274,93	38	63,4	101	184,15
17-18	Mon-Fri	2302	1671,25	1503	1020,55	764	662,27	730	352,41	431	196,51
	Saturday	327	857,63	195	377,24	163	325,58	32	51,66	45	83,53
	Sunday	378	912,41	207	393,66	153	303,31	54	90,35	69	119,64
18-19	Mon-Fri	2008	1429,63	1415	898,7	700	553,78	709	339,84	284	134,83
	Saturday	378	991,49	255	517,09	188	392,22	66	123,61	44	83,05
	Sunday	415	981,37	223	443,33	143	299,03	80	144,3	90	159,19
19-20	Mon-Fri	1592	1127,02	1124	664,23	536	405,85	584	254,49	221	111,69
	Saturday	362	900,08	250	463,76	180	351,03	70	112,73	38	58,39
	Sunday	331	808,65	161	317,89	111	229,21	49	85,65	60	109,06
20-21	Mon-Fri	928	703,3	520	309,62	331	211,72	178	75,89	117	57,65
	Saturday	213	617,4	107	230,42	79	179,8	23	37,38	26	43,46
	Sunday	171	442,4	66	123,19	41	77,97	23	37,27	20	39,45
21-24	Mon-Fri	1359	1005,61	672	433,53	553	376,16	105	44,9	333	143,55
	Saturday	519	1331,77	250	575,88	223	518,41	26	52,54	156	322,06
	Sunday	294	739,26	144	277,85	121	234,64	19	33,91	44	74,25

Tabella C.563-Analisi domanda Tram tramite matrice O/D PUMS, periodo invernale

		Tram									
		Totale		Generati (Pa)		Interni_Palermo		Palermo-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Saturday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sunday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-06	Mon-Fri	124	1655,65	124	1655,65	124	1655,65	0	0	0	0
	Saturday	4	8,3	4	8,3	4	8,3	0	0	0	0
	Sunday	1	1,8	1	1,8	1	1,8	0	0	0	0
06-07	Mon-Fri	490	558,97	490	558,97	490	558,97	0	0	0	0
	Saturday	28	55,02	28	55,02	28	55,02	0	0	0	0
	Sunday	3	6,41	3	6,41	3	6,41	0	0	0	0
07-08	Mon-Fri	913	1333,68	913	1333,68	912	912,7	1	0,3	0	0
	Saturday	85	182,45	85	182,45	85	182,45	0	0	0	0
	Sunday	12	21,03	12	21,03	12	21,03	0	0	0	0
08-09	Mon-Fri	876	1087,17	876	1087,17	876	1087,17	0	0	0	0
	Saturday	127	297,72	127	297,72	127	297,72	0	0	0	0
	Sunday	48	110,18	48	110,18	48	110,18	0	0	0	0
09-10	Mon-Fri	810	938,47	810	938,47	810	938,47	0	0	0	0
	Saturday	169	485,47	169	485,47	169	485,47	0	0	0	0
	Sunday	86	235,39	86	235,39	86	235,39	0	0	0	0
10-11	Mon-Fri	825	984,72	825	984,72	825	984,72	0	0	0	0
	Saturday	217	679,19	217	679,19	217	679,19	0	0	0	0
	Sunday	121	362,12	121	362,12	121	362,12	0	0	0	0
11-12	Mon-Fri	893	1030,35	893	1030,35	893	1030,35	0	0	0	0
	Saturday	243	772,91	243	772,91	243	772,91	0	0	0	0
	Sunday	176	473,01	176	473,01	176	473,01	0	0	0	0
12-13	Mon-Fri	984	1257,76	984	1257,76	984	1257,76	0	0	0	0
	Saturday	277	845,81	277	845,81	277	845,81	0	0	0	0
	Sunday	212	588,52	212	588,52	212	588,52	0	0	0	0
13-14	Mon-Fri	1005	1417,18	1005	1417,18	1005	1417,18	0	0	0	0
	Saturday	200	588,14	200	588,14	200	588,14	0	0	0	0
	Sunday	124	278	124	278	124	278	0	0	0	0
14-15	Mon-Fri	970	1158,08	970	1158,08	970	1158,08	0	0	0	0



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



	Saturday	182	473,09	182	473,09	182	473,09	0	0	0	0
	Sunday	140	393,03	140	393,03	140	393,03	0	0	0	0
15-16	Mon-Fri	988	1212,76	988	1212,76	988	1212,76	0	0	0	0
	Saturday	218	677,34	218	677,34	218	677,34	0	0	0	0
	Sunday	208	621,72	208	621,72	208	621,72	0	0	0	0
16-17	Mon-Fri	1007	1326,32	1007	1326,32	1007	1326,32	0	0	0	0
	Saturday	293	848,91	293	848,91	293	848,91	0	0	0	0
	Sunday	268	769,19	268	769,19	268	769,19	0	0	0	0
17-18	Mon-Fri	992	1318,93	992	1318,93	989	990,95	3	1,05	0	0
	Saturday	317	932,45	317	932,45	317	932,45	0	0	0	0
	Sunday	267	807,95	267	807,95	267	807,95	0	0	0	0
18-19	Mon-Fri	981	1312,99	981	1312,99	981	1312,99	0	0	0	0
	Saturday	328	1017,77	328	1017,77	328	1017,77	0	0	0	0
	Sunday	231	761,34	231	761,34	231	761,34	0	0	0	0
19-20	Mon-Fri	830	936,72	830	936,72	827	828,88	3	1,12	0	0
	Saturday	316	948,36	316	948,36	316	948,36	0	0	0	0
	Sunday	199	576,18	199	576,18	199	576,18	0	0	0	0
20-21	Mon-Fri	434	353,18	434	353,18	434	353,18	0	0	0	0
	Saturday	139	374,38	139	374,38	139	374,38	0	0	0	0
	Sunday	64	154,34	64	154,34	64	154,34	0	0	0	0
21-24	Mon-Fri	312	249,6	312	249,6	312	249,6	0	0	0	0
	Saturday	100	296,16	100	296,16	100	296,16	0	0	0	0
	Sunday	45	91,17	45	91,17	45	91,17	0	0	0	0



Tabella C.664-Analisi domanda Bus tramite matrice O/D PUMS, periodo estivo

		Bus									
		Totale		Generati (Pa)		Interni_Palermo		Palermo-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	6826	5240,39	6305	4566,84	5937	4360,51	368	206,33	211	95,4
	Saturday	1669	5413,27	1578	4656,01	1493	4411,47	85	244,54	13	31,59
	Sunday	2457	8277,79	2307	7248,54	2160	6800,06	147	448,48	46	93,98
04-06	Mon-Fri	3594	1991,51	2655	1425	2492	1369,9	163	55,1	519	190,3
	Saturday	159	450,87	100	216,14	98	213,6	2	2,54	18	32,88
	Sunday	119	456,84	79	174,54	72	163,94	7	10,6	6,00	10,88
06-07	Mon-Fri	8451	5187,03	5679	3497,32	5254	3337,77	425	159,55	1796	769,81
	Saturday	357	1013,03	204	417,15	185	387,77	19	29,38	38	59,98
	Sunday	184	448,35	108	208,63	98	190,36	10	18,27	13	21,29
07-08	Mon-Fri	11270	8887,22	8172	6456,64	7505	6160,62	667	296,02	1725	819,41
	Saturday	818	2449,31	553	1239,67	513	1173,47	40	66,2	61	107,04
	Sunday	446	1377,85	274	589,44	233	520,75	41	68,69	26	43,67
08-09	Mon-Fri	12154	11284,12	9130	8344,34	8484	8048,03	646	296,31	1676	826,72
	Saturday	1288	4119,75	939	2463,28	905	2377,08	34	86,2	96	183,73
	Sunday	748	2730,43	534	1334	493	1260,38	41	73,62	46	86,34
09-10	Mon-Fri	11576	12533,45	9352	9512,16	8735	9134,21	617	377,95	943	598,15
	Saturday	1635	6051,1	1276	3960,3	1218	3809,63	58	150,67	84	202,12
	Sunday	1162	4734,36	903	2640,75	847	2516,83	56	123,92	50	100,86
10-11	Mon-Fri	11950	13772,5	9796	10559,19	9060	10074,11	736	485,08	853,00	588,97
	Saturday	1949	7543,09	1545	5066,17	1474	4873	71	193,17	96	243,12
	Sunday	1489	5967,94	1172	3463,63	1095	3288,82	77	174,81	53	122,29
11-12	Mon-Fri	13218	14025,16	10957	11145,54	9584	10424,91	1373	720,63	939	526,97
	Saturday	2187	7645,79	1801	5398,48	1648	5092,16	153	306,32	87	196,18
	Sunday	1837	6148,46	1478	4014,05	1291	3625,82	187	388,23	78	178,82
12-13	Mon-Fri	14478	15501,25	11565	11801,24	9870	10832,53	1695	968,71	1119	625,22
	Saturday	2365	7926,95	1873	5370,25	1654	4927,22	219	443,03	83	179,17
	Sunday	1948	6453,79	1410	3766,66	1224	3357,48	186	409,18	90	191,33
13-14	Mon-Fri	14074	13743,15	11104	10212,87	9330	9237,03	1774	975,84	1134	559,46
	Saturday	1985	6888,2	1466	4093,98	1296	3759,37	170	334,61	98	178,93
	Sunday	1403	4670,85	920	2439,46	813	2237,6	107	201,86	79	148,72



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



14-15	Mon-Fri	11748	11341,88	9610	8930,47	8677	8357,16	933	573,31	712	463,33
	Saturday	1484	4920,21	1137	3295,35	1040	3084,43	97	210,92	70	176,95
	Sunday	940	3136,12	673	1784,73	618	1630,25	55	154,48	55	144,95
15-16	Mon-Fri	12837	13143,33	10253	10192,62	9321	9620,59	932	572,03	1010	670,67
	Saturday	1694	5766,21	1289	3882,26	1205	3696,37	588,97	185,89	99	244,09
	Sunday	1189	3879,31	842	2218,13	791	2082,88	51	135,25	90	215,2
16-17	Mon-Fri	14392	14528,91	11862	11814,45	10105	10936,11	1757	878,34	1243	707,41
	Saturday	2002	7399,14	1627	4780,09	1514	4554,58	113	225,51	144	296,75
	Sunday	1585	5146,73	1201	3280,14	1131	3149,39	70	130,75	173	368,89
17-18	Mon-Fri	14433	15976,79	12040	12868,67	10333	11963,38	1707	905,29	1187	716,13
	Saturday	2354	8509,15	1890	5829,87	1780	5560,57	110	269,3	168	359,69
	Sunday	1975	6804,98	1540	4570,83	1443	4389,58	97	181,25	154	306,57
18-19	Mon-Fri	14383	16582,17	12070	13303,23	10524	12307,15	1546	996,08	1105	614,27
	Saturday	2947	10086,93	2433	7700,36	2279	7351,6	154	348,76	190	358,79
	Sunday	2206	6916,8	1752	4989,44	1647	4763,76	105	225,68	171	352,36
19-20	Mon-Fri	13300	14813,23	11702	12741,33	10367	11883,06	1335	858,27	817	464,5
	Saturday	3125	10102,5	2841	8387,61	2614	7850,09	227	537,52	128	254,62
	Sunday	2119	6710,5	1842	5093,93	1692	4785,65	150	308,28	103	213,27
20-21	Mon-Fri	8727	8196,95	8113	7292,46	7726	7045,02	387	247,44	316	171,31
	Saturday	1887	6178,31	1754	5134,26	1689	4962,19	65	172,07	34	70,7
	Sunday	1202	3686,01	1102	2963,35	1052	2823,34	50	140,01	32	67,9
21-24	Mon-Fri	14003	15877,03	12791	14032,11	11948	13483,5	843	548,61	737	441,94
	Saturday	5108	18000,56	4797	16154,64	4540	15594,67	257	559,97	168	405,48
	Sunday	3528	11093,5	3284	9143,87	3125	8768,82	159	375,05	120	261,8

Tabella C.7-Analisi domanda Road (auto e moto) tramite matrice O/D PUMS, periodo estivo

		Road									
		Totale		Generati (Pa)		Interni_Palermo		Interni-Esterni_Palermo		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	49632	136321,33	23835	40304	15659	32473,49	8069	7653,99	10517	10800,18
	Saturday	21072	172373,02	10285	50563,47	7608	41558,58	2669	8991,35	3395	11648,07
	Sunday	27138	252698,4	12957	69742,62	9007	53961,49	3910	15410,25	5094	20745,2
04-06	Mon-Fri	33606	48943,8	14819	13763,97	10625	11065,49	4082	2636,39	7043	5198,08
	Saturday	6656	33326,16	2711	7541,1	2231	6564,37	460	946,03	753	2073,3
	Sunday	5986	30654,13	2546	7419,12	1960	6089,45	564	1288,89	514	1265,65
06-07	Mon-Fri	40901	63496,71	18521	19952,85	13220	16405,73	5206	3503,6	9966	8606,44
	Saturday	6948	34475,35	2998	8342,8	2374	6829,15	616	1492,9	736	1686,01
	Sunday	5020	23702,07	2061	5551,86	1452	4074,59	588	1373,24	353	750,45
07-08	Mon-Fri	49886	101007,45	23791	35527,58	16093	29671,03	7600	5805,23	11186	10676
	Saturday	11477	62231,49	5515	18588,03	4299	15357,34	1202	3203,22	1253	3012,62
	Sunday	8553	44672,76	3892	12312,83	2485	8317,11	1391	3959,09	516	1217,48
08-09	Mon-Fri	54671	138924,37	26494	49481,33	17084	41341,72	9300	8016,79	11520	10948,93
	Saturday	15877	105542,69	7813	30993,19	5785	25067,93	1999	5757,85	1682	4533,5
	Sunday	13132	83541,74	6283	23702,75	3855	15511,02	2382	7824,43	960	2480,93
09-10	Mon-Fri	56587	166167,73	27707	58270,6	17472	48604	10093	9458,86	11389	10786,39
	Saturday	18945	146171,69	9445	44248,66	6810	35524,1	2584	8180,69	2095	6280,08
	Sunday	17015	125624,12	8386	36026,53	5321	25419,5	2996	10150,46	1528	4266,06
10-11	Mon-Fri	56955	179838,74	28778	65428,7	17869	54748,43	10761	10467,31	10763	10121,59
	Saturday	20623	169579,49	10722	53951,66	7830	44732,02	2869	9070,14	2186	6883,55
	Sunday	18890	149609,16	9576	44138,32	6271	32756,96	3272	11291,13	1677	5046,72
11-12	Mon-Fri	55171	177633,34	28903	66893,11	17987	56173,88	10798	10588,06	9698	8538,79
	Saturday	20170	167622,01	10984	55876,96	8166	46971,15	2797	8798,51	1947	6137,36
	Sunday	19150	156829,06	10095	47236	6873	36217,53	3196	10878,88	1691	5067,65
12-13	Mon-Fri	54057	172005,35	29032	66255,6	18144	55361	10774	10755,59	9244	7870,16
	Saturday	19315	155822,97	10810	52372,73	8197	43772,84	2587	8441,1	1733	5005,29
	Sunday	17659	144703,65	9183	41872,18	6711	33772,37	2467	8087,21	1674	4935,85
13-14	Mon-Fri	53005	145785,22	28700	59048,76	17783	48280,4	10793	10594,24	8917	7218,21
	Saturday	17025	119342,71	9316	40831,58	7048	34048,76	2256	6760,23	1491	3982,6
	Sunday	14130	101294,45	6943	28001,23	5175	22733,23	1756	5241,13	1392	3854,74



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



14-15	Mon-Fri	54581	136195,42	28645	53429,36	17489	42420,17	11037	10760,32	9897	8466,77
	Saturday	16431	109039,28	8690	35636,19	6324	28431,31	2351	7174,31	1635	4560,21
	Sunday	13845	92801,62	6289	24780,98	4647	19978,66	1628	4773,7	1741	5078,84
15-16	Mon-Fri	57482	153749,2	29561	59065,66	18063	47978,75	11368	10715,45	11113	10676,07
	Saturday	17672	123487,12	8997	39147,89	6806	32230,23	2186	6909,6	2115	6168,69
	Sunday	16280	110680,15	7201	28448,66	5453	23663,89	1740	4756,72	2502	7815,21
16-17	Mon-Fri	60998	181470,36	31236	69168,93	18554	56244,83	12543	12209,06	12121	12458,47
	Saturday	19707	148047,83	9849	46391,99	7588	39826,07	2252	6550,96	2800	8580,54
	Sunday	19393	136299,98	8594	35953,09	6537	30309,43	2044	5604,1	3464	11035,11
17-18	Mon-Fri	62238	202302,18	31749	76559,72	18769	62426,53	12820	13298,17	12613	13305,6
	Saturday	22146	174912,58	11238	56650,57	8674	49014,16	2547	7583,78	3271	10350,71
	Sunday	22901	170296,17	10191	46151,97	7873	39352,18	2293	6663,09	4440	15012,6
18-19	Mon-Fri	61079	206843,58	31825	78191,35	18697	63071,33	12933	14552,98	11827	12123,51
	Saturday	23796	198048,67	12609	65659,24	9448	54863,46	3136	10325,26	3339	10634,95
	Sunday	23965	188784,83	11118	51958,69	8437	43380,51	2645	8157,95	4263	14767,72
19-20	Mon-Fri	57686	195324,81	30905	71855,77	18373	56600,73	12330	14718,36	10495	10347,1
	Saturday	24623	207015,09	13585	68807,6	10021	56124,83	3537	12583,48	2922	8932,78
	Sunday	22660	182569,27	10993	49258,66	8333	40589,08	2617	8339,92	3464	12102,51
20-21	Mon-Fri	48831	145865,16	26296	48353,85	16778	38255,71	9315	9438,74	8437	7593,61
	Saturday	20194	169104,62	10639	46818,49	7964	37532,6	2636	8832,56	2270	6992,45
	Sunday	18464	148822,96	8572	35992,3	6602	29263,21	1910	5667,85	2793	8617,19
21-24	Mon-Fri	69758	334611,74	33501	107353,07	19479	87316,39	13780	19404,5	15987	25899,22
	Saturday	37810	437422,89	19715	137036,8	13377	109026,59	6290	27199,35	6995	31867,24
	Sunday	34651	368754,58	16171	97981,36	11603	79516,17	4466	16812,92	7521	33770,24



Tabella C.8-Analisi domanda SlowModes (mobilità dolce) tramite matrice O/D PUMS, periodo estivo

		SlowModes									
		Totale		Generati (Pa)		Interni_Palermo		Palermo-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	4017	15747,5	2408	7074,87	2359	6974,14	49	100,73	45	78,38
	Saturday	1711	17616,87	941	7376,48	929	7350,44	12	26,04	11	38,98
	Sunday	1984	22490,54	1054	9058,07	1032	8979,61	22	78,46	17	68,48
04-06	Mon-Fri	2122	5186,36	1253	2283,38	1229	2260,47	24	22,91	21	22,79
	Saturday	406	3008,49	198	965,85	198	965,85	0	0	0	0
	Sunday	425	2547,27	222	1078,27	221	1074,89	1	3,38	0	0
06-07	Mon-Fri	2450	5621,58	1442	2477,6	1412	2439,29	30	38,31	32	33,06
	Saturday	417	2930,39	184	959,8	184	959,8	0	0	1	1,34
	Sunday	297	2361,86	122	686,24	121	684,95	1	1,29	0	0
07-08	Mon-Fri	3603	11221,87	2264	5239,39	2231	5181,09	33	58,3	53	65,09
	Saturday	893	7611,07	435	2634,5	431	2620,79	4	13,71	8	23,22
	Sunday	624	5037,02	288	1547,43	286	1540,35	2	7,08	4	9,13
08-09	Mon-Fri	4418	20337,85	2761	9708,27	2709	9616,83	52	91,44	56	106,17
	Saturday	1415	14720,18	749	5721,66	738	5675,76	11	45,9	13	56,84
	Sunday	1082	10422,16	526	3759,93	518	3724,05	8	35,88	7	24,71
09-10	Mon-Fri	5166	29515,96	3154	14674,26	3083	14534,14	71	140,12	77	121,42
	Saturday	2168	25544,9	1210	10761,37	1187	10654,47	23	106,9	20	105,84
	Sunday	1834	20256,47	980	7821,56	964	7765,18	16	56,38	20	69,9
10-11	Mon-Fri	5296	34409,68	3231	17576,84	3157	17407,99	74	168,85	77,00	132,3
	Saturday	2359	31685,05	1339	13912,56	1314	13781,68	25	130,88	19	119,23
	Sunday	2056	25632,09	1095	10283,98	1072	10189,14	23	94,84	24	91,89
11-12	Mon-Fri	5070	35006,74	3159	17912,74	3077	17743,25	82	169,49	53	160,27
	Saturday	2211	30777,69	1246	14303,97	1225	14163,42	21	140,55	20	98,18
	Sunday	1922	26345,19	995	10485,38	973	10388,03	22	97,35	23	107,15
12-13	Mon-Fri	5030	31256,18	3164	16318,3	3093	16147,92	71	170,38	56	134,19
	Saturday	2086	25672,68	1172	11819,34	1145	11706,48	27	112,86	22	123,72
	Sunday	1756	22203,09	928	8537,49	912	8459,8	16	77,69	16	79,23
13-14	Mon-Fri	4804	25414,76	3074	13689,17	3012	13524,27	62	164,9	62	126,97
	Saturday	1713	17776	939	8432,93	918	8354,41	21	78,52	19	106,32
	Sunday	1433	15477,3	733	5736,08	718	5682,29	15	53,79	12	51,29



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



14-15	Mon-Fri	4843	22405,81	3049	11819,45	2983	11671,75	66	147,7	61	116,43
	Saturday	1776	16873,26	1006	7821,36	986	7713,7	20	107,66	21	84,03
	Sunday	1499	14242,72	804	5657,07	787	5601,26	17	55,81	13	34,87
15-16	Mon-Fri	5025	25159,36	3161	13119,33	3096	12961,43	65	157,9	66	133,92
	Saturday	1877	19097,8	1067	8826,18	1047	8723,48	20	102,7	22	77,07
	Sunday	1564	15644,33	836	6113,9	821	6049,73	15	64,17	13	50,76
16-17	Mon-Fri	5045	30209,51	3156	15797,16	3083	15605,14	73	192,02	71	180,98
	Saturday	1899	23487,04	1037	10866,48	1016	10770,91	21	95,57	21	109,42
	Sunday	1560	17581,03	812	7134,14	793	7055,63	19	78,51	13	53,47
17-18	Mon-Fri	5146	35662,66	3218	18125,35	3141	17942,15	77	183,2	65	192,71
	Saturday	2176	29723,98	1199	13701,6	1178	13588,46	21	113,14	23	115,95
	Sunday	1800	22600,24	946	9149,83	927	9049,7	19	100,13	19	105,26
18-19	Mon-Fri	5241	35909,85	3281	17737,36	3211	17545,3	70	192,06	70	158,73
	Saturday	2255	31736,95	1238	14062,61	1210	13885,96	28	176,65	18	132,63
	Sunday	1952	24541,81	1037	10002,04	1017	9889,01	20	113,03	24	97,83
19-20	Mon-Fri	4995	29979,65	3084	14532,24	2998	14362,12	86	170,12	65	159,94
	Saturday	2223	27970,01	1242	12540,52	1217	12416,77	25	123,75	24	116,3
	Sunday	1928	23561,31	988	9372,21	962	9234,95	26	137,26	21	97,39
20-21	Mon-Fri	4617	21688,02	2839	10308,92	2779	10202,83	60	106,09	72	118,47
	Saturday	2115	21913,19	1188	9537,09	1162	9411,21	26	125,88	23	101,54
	Sunday	1859	19306,85	983	7553,24	962	7476,83	21	76,41	18	73,09
21-24	Mon-Fri	6167	50103,52	3863	23909,83	3772	23669,61	91	240,22	89	269,71
	Saturday	3343	56283,7	1878	25097,64	1844	24887,67	34	209,97	38	258,56
	Sunday	2914	46001,16	1539	18245,38	1501	18031,52	38	213,86	38	195,23



Tabella C.9-Analisi domanda Treno tramite matrice O/D PUMS, periodo estivo

		Train									
		Totale		Generati (Pa)		Interni_Palermo		Palermo-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	482	267,72	87	46,43	1	0,63	74	31,91	181	80,25
	Saturday	69	186,21	2	5,58	0	0	2	5,58	17	35,2
	Sunday	149	469,59	16	70,81	0	0	8	24,22	66	139,03
04-06	Mon-Fri	520	236,66	134	56,09	26	11,68	106	43,82	215	104,87
	Saturday	25	49,2	3	6,7	0	0	3	6,7	7	12,32
	Sunday	18	34,71	7	12,92	1	1,32	4	8,26	6	10,7
06-07	Mon-Fri	1395	592,21	596	247,79	258	115,49	332	130,02	538	221,47
	Saturday	57	112,05	32	58,13	17	29,09	15	29,04	5	7,16
	Sunday	43	89,07	24	45,04	5	8,45	17	32,33	5	12,37
07-08	Mon-Fri	2322	1114,44	1105	521,57	491	271,68	613	249,62	784	302,1
	Saturday	158	347,13	94	178,84	38	68,01	55	109,13	14	23,17
	Sunday	126	292,43	70	133,99	15	26,51	55	107,48	6	10,2
08-09	Mon-Fri	2865	1464,85	1369	674,71	537	306,73	823	363,57	896	357,76
	Saturday	271	621,31	137	287,17	45	85,33	89	196,39	35	62,83
	Sunday	297	736,69	177	357,56	18	32,69	155	308,84	16	31,09
09-10	Mon-Fri	2200	1515,58	1066	624,63	477	282,22	569	327,1	601	278,75
	Saturday	307	994,18	160	388,79	38	68,64	113	277,71	45	87,74
	Sunday	251	804,14	127	272,9	28	51,72	93	204,58	33	72,1
10-11	Mon-Fri	2178	1585,02	1210	707,01	539	312,73	655	376,33	471	222,04
	Saturday	318	1032,45	172	373,41	57	95,31	114	272,51	40	78,78
	Sunday	280	937,31	138	320,98	33	56,1	105	264,88	29	60,72
11-12	Mon-Fri	2754	1645,99	1582	818,08	634	363,71	941	450,34	587	241,33
	Saturday	393	1210,11	201	433,16	67	127,47	133	304,19	42	94,11
	Sunday	406	1205,27	224	433,66	57	103,07	165	324,38	42	80,61
12-13	Mon-Fri	2690	1581,83	1517	725,3	622	365,8	887	355,35	630	267,46
	Saturday	357	1051,32	175	339,66	84	153,32	89	179,86	43	88,93
	Sunday	328	813,45	177	374,36	42	78,66	135	295,7	33	58,49



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



13-14	Mon-Fri	2542	1455,8	1557	753,71	592	324,13	955	425,36	498	208,28
	Saturday	262	622,69	129	247	52	87,71	77	159,29	35	65,11
	Sunday	240	639,54	104	195,59	31	57,1	73	138,49	36	71,4
14-15	Mon-Fri	1967	1325,27	1047	530,79	408	232,6	623	290,63	442	204,42
	Saturday	228	723,57	89	170,3	29	49,13	60	121,17	37	79,3
	Sunday	194	574,46	79	150,34	26	42,77	53	107,57	44	95,05
15-16	Mon-Fri	2267	1496,61	1166	582,78	470	271,01	677	297,89	602	269,66
	Saturday	227	745,54	84	163,32	41	73,54	43	89,78	53	102,72
	Sunday	223	657,82	62	110,92	26	47,44	36	63,48	69	157,89
16-17	Mon-Fri	3501	2156,02	1766	844,79	632	374,57	1117	439,58	1023	481,9
	Saturday	427	1111,64	150	291,87	67	139,66	82	150,83	111	275,68
	Sunday	419	1194,12	115	211,15	59	109,15	56	102	142	311,57
17-18	Mon-Fri	3762	2218,01	1872	925,41	675	381,7	1167	494,97	1120	490,39
	Saturday	446	1327,59	173	311,31	102	185,42	70	123,45	123	285,36
	Sunday	523	1365,38	158	287,58	86	159,76	71	126,3	198	421,68
18-19	Mon-Fri	3803	2256,42	1987	912,78	663	395,75	1287	475,82	1063	488,09
	Saturday	518	1490,23	235	479,54	102	198,3	128	222,25	121	260,46
	Sunday	514	1521,72	177	330,65	92	178,21	83	147,9	162	338,84
19-20	Mon-Fri	3312	2142,03	1802	829,09	521	310,56	1260	493,93	878	452,41
	Saturday	545	1818,35	254	492,36	109	212,8	145	279,56	95	246,66
	Sunday	453	1516,05	177	329,77	92	175,43	82	146,36	105	244,97
20-21	Mon-Fri	1882	1510,66	906	452,76	349	188,4	533	222,78	431	246,94
	Saturday	414	1384,82	165	364,09	77	145,38	82	167,47	63	135,49
	Sunday	328	1023,93	123	274,92	61	114,62	54	104,2	73	152,16
21-24	Mon-Fri	3399	2677,52	1191	702,89	687	418,05	479	246,15	1289	647,97
	Saturday	936	3040,06	302	711,97	197	431,06	93	203,77	319	711,69
	Sunday	726	2239,68	202	517,22	144	314,09	45	99,47	260	573,41

Tabella C.10-Analisi domanda Tram tramite matrice O/D PUMS, periodo estivo

		Tram									
		Totale		Generati (Pa)		Interni_Palermo		Palermo-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Saturday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sunday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-06	Mon-Fri	45	28,81	45	28,81	45	28,81	0	0	0	0
	Saturday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sunday	2	7,45	2	7,45	2	7,45	0	0	0	0
06-07	Mon-Fri	299	169,68	299	169,68	299	169,68	0	0	0	0
	Saturday	13	23,75	13	23,75	13	23,75	0	0	0	0
	Sunday	4	10,31	4	10,31	4	10,31	0	0	0	0
07-08	Mon-Fri	496	312,52	496	312,52	496	312,52	0	0	0	0
	Saturday	49	91,85	49	91,85	49	91,85	0	0	0	0
	Sunday	8	16,87	8	16,87	8	16,87	0	0	0	0
08-09	Mon-Fri	621	488,83	621	488,83	621	488,83	0	0	0	0
	Saturday	62	128,07	62	128,07	62	128,07	0	0	0	0
	Sunday	20	49,3	20	49,3	20	49,3	0	0	0	0
09-10	Mon-Fri	635	509,55	635	509,55	635	509,55	0	0	0	0
	Saturday	78	218,24	78	218,24	78	218,24	0	0	0	0
	Sunday	46	138,22	46	138,22	46	138,22	0	0	0	0
10-11	Mon-Fri	684	579,17	684	579,17	684	579,17	0	0	0	0
	Saturday	107	286,14	107	286,14	107	286,14	0	0	0	0
	Sunday	57	173,13	57	173,13	57	173,13	0	0	0	0
11-12	Mon-Fri	722	640,69	722	640,69	722	640,69	0	0	0	0
	Saturday	128	337,06	128	337,06	128	337,06	0	0	0	0
	Sunday	77	201,06	77	201,06	77	201,06	0	0	0	0
12-13	Mon-Fri	707	628,36	707	628,36	707	628,36	0	0	0	0
	Saturday	97	240,48	97	240,48	97	240,48	0	0	0	0
	Sunday	65	164,47	65	164,47	65	164,47	0	0	0	0
13-14	Mon-Fri	704	553,49	704	553,49	704	553,49	0	0	0	0
	Saturday	75	179,32	75	179,32	75	179,32	0	0	0	0
	Sunday	34	77,46	34	77,46	34	77,46	0	0	0	0
14-15	Mon-Fri	648	602,38	648	602,38	648	602,38	0	0	0	0



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



	Saturday	84	210,12	84	210,12	84	210,12	0	0	0	0
	Sunday	57	168,56	57	168,56	57	168,56	0	0	0	0
15-16	Mon-Fri	703	719,34	703	719,34	703	719,34	0	0	0	0
	Saturday	115	282,88	115	282,88	115	282,88	0	0	0	0
	Sunday	76	197,49	76	197,49	76	197,49	0	0	0	0
16-17	Mon-Fri	832	792,67	832	792,67	832	792,67	0	0	0	0
	Saturday	148	377,18	148	377,18	148	377,18	0	0	0	0
	Sunday	106	295,37	106	295,37	106	295,37	0	0	0	0
17-18	Mon-Fri	849	909,76	849	909,76	849	909,76	0	0	0	0
	Saturday	190	508,41	190	508,41	190	508,41	0	0	0	0
	Sunday	141	411,9	141	411,9	141	411,9	0	0	0	0
18-19	Mon-Fri	833	892,16	833	892,16	833	892,16	0	0	0	0
	Saturday	215	572,88	215	572,88	215	572,88	0	0	0	0
	Sunday	151	370,32	151	370,32	151	370,32	0	0	0	0
19-20	Mon-Fri	783	751,37	783	751,37	783	751,37	0	0	0	0
	Saturday	207	552	207	552	206	550,53	1	1,47	0	0
	Sunday	143	353,01	143	353,01	143	353,01	0	0	0	0
20-21	Mon-Fri	423	318,43	423	318,43	423	318,43	0	0	0	0
	Saturday	108	279,41	108	279,41	108	279,41	0	0	0	0
	Sunday	64	128,8	64	128,8	64	128,8	0	0	0	0
21-24	Mon-Fri	333	240,17	333	240,17	333	240,17	0	0	0	0
	Saturday	86	217,75	86	217,75	86	217,75	0	0	0	0
	Sunday	44	97,06	44	97,06	44	97,06	0	0	0	0



APPENDICE D

Nella seguente appendice sono riportate in dettaglio le tabelle relative alle analisi condotte nell'area di Tommaso Natale e Partanna Mondello, suddivise per periodo dell'anno (estate e inverno), giorno della settimana (lunedì–venerdì, sabato e domenica), fascia oraria e modalità di trasporto (*road*, autobus, treno, tram e *slow modes*).



Tabella D.1-Analisi domanda Bus nell'area Partanna Mondello e Tommaso Natale tramite matrice O/D PUMS, periodo invernale

		Bus									
		Generati (AS)		Interni_AreaDiStudio		AreaDiStudio-Palermo		Area Di Studio-Area Metropolitana		Attratti	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	132	67,37	13	10,94	116	54,78	3	1,65	138	78,44
	Saturday	76	159,06	4	10,28	71	147,3	1	1,48	78	205,16
	Sunday	104	232,5	4	29,47	96	196,98	4	6,05	140	427,75
04-06	Mon-Fri	109	72,39	4	10,16	102	60,85	3	1,38	69	42,88
	Saturday	2	3,27	0	0	2	3,27	0	0	2	2,56
	Sunday	2	2,9	0	0	2	2,86	0	0	0	0
06-07	Mon-Fri	373	396,33	29	34,23	342	361,39	2	0,71	302	222,01
	Saturday	11	20,99	3	7,95	8	13,04	0	0	12	21,88
	Sunday	6	11,81	3	6,95	3	4,86	0	0	4	7,26
07-08	Mon-Fri	594	1002,93	40	75,96	546	921,44	8	5,53	369	366,6
	Saturday	49	118,41	8	18,44	41	99,97	0	0	34	89,05
	Sunday	9	13,99	2	2,73	7	11,26	0	0	11	20,65
08-09	Mon-Fri	533	765,16	47	111,96	484	649,28	2	3,92	350	309,15
	Saturday	86	235,26	9	34,59	77	200,67	0	0	48	107,66
	Sunday	32	67,84	7	13,42	25	54,42	0	0	31	71,6
09-10	Mon-Fri	430	538,26	46	98,82	381	437,83	3	1,61	343	378,56
	Saturday	104	320,61	25	94,89	79	225,72	1	1,81	84	249,14
	Sunday	58	170,47	18	60,5	39	108,16	0	0	60	193,25
10-11	Mon-Fri	419	486,07	52	115,27	364	369,49	3	1,31	374	422,64
	Saturday	113	400,39	26	131,98	87	268,41	0	0	121	388,11
	Sunday	87	269,6	20	92,35	66	173,16	1	4,09	128	412,71
11-12	Mon-Fri	457	551,32	44	123,97	407	424,5	6	2,85	397	488,76
	Saturday	142	421,54	19	89,76	123	331,78	0	0	125	437,16
	Sunday	125	414,79	26	122,19	99	292,6	0	0	159	454,42
12-13	Mon-Fri	499	545,63	62	131,36	431	409,47	6	4,8	460	632,22
	Saturday	179	569,86	24	112,26	155	457,6	0	0	152	587,12
	Sunday	174	638,55	21	119,96	151	513,22	2	5,37	168	541,48
13-14	Mon-Fri	474	528,33	51	122,23	414	399,13	9	6,97	500	738,89
	Saturday	125	366,82	19	92,72	105	272,22	1	1,88	122	405,36
	Sunday	124	403,23	18	93,11	105	308,69	1	1,43	96	289



14-15	Mon-Fri	491	592,97	53	93,68	433	495,84	5	3,45	429	551,57
	Saturday	112	376,48	18	79,87	94	296,61	0	0	83	255,79
	Sunday	111	353,47	14	67,51	96	284,16	1	1,8	70	218,3
15-16	Mon-Fri	547	708	54	106,28	478	594,84	15	6,88	416	481,03
	Saturday	146	531,58	17	93,46	129	438,12	0	0	98	299,74
	Sunday	155	523,06	14	69,87	140	450,9	1	2,29	114	369,52
16-17	Mon-Fri	571	651,32	53	85,17	489	554,65	29	11,5	469	544,09
	Saturday	144	483,01	17	59,87	127	423,14	0	0	89	292,04
	Sunday	176	588,48	23	94,39	150	484,86	3	9,23	123	349,73
17-18	Mon-Fri	506	616,79	47	132	446	480,28	13	4,51	440	535,61
	Saturday	147	539,87	18	102,05	129	437,82	0	0	91	277,17
	Sunday	185	573,2	14	47,11	168	520,99	3	5,1	79	215,56
18-19	Mon-Fri	471	478,9	52	88,68	407	382,69	12	7,53	440	614,05
	Saturday	140	413,06	21	85	119	328,06	0	0	85	272,56
	Sunday	182	591,2	21	92,2	161	499	0	0	79	227,52
19-20	Mon-Fri	390	363,24	39	63,82	346	296,94	5	2,48	453	613,73
	Saturday	169	520,46	18	87,34	150	429,53	1	3,59	129	395,12
	Sunday	121	373,04	11	63,69	109	308,02	1	1,33	65	173,3
20-21	Mon-Fri	213	174,4	29	46,51	184	127,89	0	0	213	205,02
	Saturday	78	225,43	7	30,28	71	195,15	0	0	54	162,73
	Sunday	64	154,46	14	50,36	50	104,1	0	0	36	85,54
21-24	Mon-Fri	361	266,2	32	44,21	327	221,21	2	0,78	410	351,39
	Saturday	167	477,98	13	42,1	153	434,09	1	1,79	166	529,42
	Sunday	106	251,66	17	66,43	87	182,55	2	2,68	78	186,07



Tabella D.2-Analisi domanda Road (auto e moto) nell'area Partanna Mondello e Tommaso Natale tramite matrice O/D PUMS, periodo invernale

		Road									
		Generati (AS)		Interni AreaDiStudio		AreaDiStudio-Palermo		AreaDiStudio-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	713	988,64	80	341,78	513	578,37	120	68,49	560	622,4
	Saturday	473	2235,74	60	512,23	342	1560,64	71	162,87	341	1440,12
	Sunday	683	2907,02	69	691,46	480	1895,99	134	319,57	505	2590,66
04-06	Mon-Fri	539	588,14	61	133,69	386	376,92	92	77,53	502	421,49
	Saturday	123	337,78	34	125,99	69	165,85	20	45,94	79	184,93
	Sunday	90	285,93	28	125,48	48	130,71	10	19,17	67	148,05
06-07	Mon-Fri	905	1450,23	76	249,38	681	1066,53	146	132,89	969	1181,81
	Saturday	152	415,55	33	144,61	101	235,49	18	35,45	111	268,43
	Sunday	78	213,64	29	110,72	37	83,81	12	19,11	40	85,12
07-08	Mon-Fri	1273	4353,55	90	776,96	918	3335,49	265	241,08	1114	1817,76
	Saturday	274	1041,87	47	361,25	202	617,6	25	63,02	224	644,03
	Sunday	120	422,81	33	198,65	74	191,79	13	32,37	97	241,42
08-09	Mon-Fri	1140	3404,22	90	800,06	838	2424,82	212	179,34	1036	1678,82
	Saturday	377	1842,71	63	654,59	279	1106,49	35	81,63	332	1107,77
	Sunday	192	841,7	53	416,11	121	390,62	18	34,97	222	609,52
09-10	Mon-Fri	1080	2879,07	93	886,23	795	1828,33	191	164,1	1028	1650,53
	Saturday	453	2486,24	75	947,72	334	1422,24	44	116,28	385	1590,9
	Sunday	339	1675,9	66	716,24	232	862,19	41	97,47	358	1297,67
10-11	Mon-Fri	1047	2835,71	96	1028,82	783	1669,88	167	136,45	1032	1812,55
	Saturday	497	3114,31	82	1260,61	366	1687,97	49	165,73	507	2287,89
	Sunday	427	2436,93	79	1053,18	284	1204,49	64	179,26	531	2413,95
11-12	Mon-Fri	1124	2919,68	93	1066,16	847	1699,87	183	153,3	1059	2004,98
	Saturday	526	3531,57	78	1477,49	397	1903,02	51	151,06	508	2514,15
	Sunday	558	3389,18	80	1352,76	399	1835,31	79	201,11	589	2776,11
12-13	Mon-Fri	1173	3152,71	95	1093,9	865	1865,68	213	193,13	1119	2491,11
	Saturday	602	3817,97	73	1300,06	468	2337,42	61	180,49	567	2727,98
	Sunday	662	3798,02	78	1242,16	487	2272,44	97	283,42	610	2921,08
13-14	Mon-Fri	1129	2833,26	93	936,66	820	1693,81	215	202,49	1188	2716,11
	Saturday	506	2886,6	73	1000,07	364	1713,01	69	173,52	455	2128,97



	Sunday	484	2626,34	73	899,93	344	1574,68	67	151,73	436	1832,12
14-15	Mon-Fri	1196	2959,93	93	833,95	851	1893,53	253	232,76	1109	2282,46
	Saturday	475	2684,6	69	879,84	344	1651,28	62	153,48	407	1620,18
	Sunday	450	2454,83	66	733,65	327	1548,87	56	169,86	395	1420,46
	Mon-Fri	1342	3508,03	93	964,82	908	2223,12	340	319,63	1104	2111,82
15-16	Saturday	552	3388,12	75	990,99	413	2218,35	64	178,78	440	1824,3
	Sunday	588	3386,72	66	884,79	432	2237,11	89	262,98	537	2164,3
	Mon-Fri	1483	3869,48	94	1055,69	980	2374,91	409	438,88	1136	2321,64
	Saturday	597	3520,16	73	1054,01	454	2277,88	70	188,27	444	1925,19
16-17	Sunday	633	3657,09	71	966,27	458	2374,14	104	316,68	564	2294,47
	Mon-Fri	1354	3424,48	93	988,14	936	2107,13	324	327,99	1080	2395,56
	Saturday	585	3659,5	73	1214,61	428	2213,42	84	231,47	452	1871,14
	Sunday	687	3922,8	74	1063,62	512	2564,14	101	295,04	467	1840,82
17-18	Mon-Fri	1197	2948,29	93	954,95	856	1751,3	244	236,82	1024	2332,86
	Saturday	575	3384,52	78	1053,3	443	2150,83	54	180,39	444	1835,43
	Sunday	625	3495,73	66	904,62	458	2306,82	101	284,29	398	1621,45
	Mon-Fri	1044	2257,17	89	768,02	762	1314,01	192	174,79	993	2199,66
18-19	Saturday	544	2972,24	70	939,2	397	1827,03	77	206,01	483	2161,28
	Sunday	513	2406,42	65	631,63	377	1582,42	70	190,56	331	1261,17
	Mon-Fri	772	1408,36	82	522,42	563	790,53	126	95,12	798	1301,65
	Saturday	389	1721,96	63	507,29	291	1115,2	35	99,47	377	1331,92
19-20	Sunday	305	1288,67	59	497,49	217	731,33	29	59,85	265	913,26
	Mon-Fri	1220	3008,32	91	1019,05	874	1779,14	247	201,64	1177	2485,85
	Saturday	806	4824,67	80	1327,56	597	3179,23	127	314,34	760	3856,98
	Sunday	564	3019,01	70	1038,15	408	1778,43	84	197,59	461	2030,28
20-21	Mon-Fri										
	Saturday										
	Sunday										
	Mon-Fri										
21-24	Saturday										
	Sunday										
	Mon-Fri										
	Saturday										



Tabella D.3-Analisi domanda SlowModes (piedi e micromobilità) nell'area Partanna Mondello e Tommaso Natale tramite matrice O/D PUMS, periodo invernale

		SlowModes									
		Generati (AS)		Interni_AreaDiStudio		AreaDiStudio-Palermo		AreaDiStudio-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	55	246,76	36	196,22	18	50,22	1	0,32	17	62,65
	Saturday	30	311,29	19	265,75	11	45,54	0	0	9	51,63
	Sunday	37	337,31	24	272,17	13	65,14	0	0	9	57,08
04-06	Mon-Fri	36	91,33	21	66,87	15	24,46	0	0	9	13,98
	Saturday	8	74,17	6	67,48	2	6,69	0	0	2	7,14
	Sunday	7	55,38	4	44,85	3	10,53	0	0	1	3,68
06-07	Mon-Fri	42	155,91	26	115,35	16	40,56	0	0	18	26,58
	Saturday	9	55,48	6	46,43	3	9,05	0	0	1	1,33
	Sunday	7	46,4	6	41,16	1	5,24	0	0	1	1,55
07-08	Mon-Fri	80	480,39	50	362,16	30	118,23	0	0	24	82,16
	Saturday	26	209,45	18	179,29	8	30,16	0	0	6	26,66
	Sunday	9	89,32	6	79,45	3	9,87	0	0	3	15,03
08-09	Mon-Fri	74	497,89	49	393,29	24	104,27	1	0,33	25	79,12
	Saturday	33	312,62	23	268,45	10	44,17	0	0	8	54,31
	Sunday	24	243,68	19	202,18	5	41,5	0	0	7	27,11
09-10	Mon-Fri	83	575,46	59	472,82	24	102,64	0	0	24	120,44
	Saturday	53	564,67	39	470,41	13	90,44	1	3,82	16	102,12
	Sunday	48	469,59	31	375,14	17	94,45	0	0	12	58,32
10-11	Mon-Fri	88	663,43	61	555,12	26	107,95	1	0,36	25	134,31
	Saturday	57	733,36	43	631,61	14	101,75	0	0	16	118,49
	Sunday	54	692,96	34	552,6	20	140,36	0	0	18	93,2
11-12	Mon-Fri	73	650,67	48	525,73	25	124,94	0	0	26	123,11
	Saturday	48	702,91	34	564,29	14	138,62	0	0	18	130,4
	Sunday	50	741,96	37	623,8	13	118,16	0	0	17	147,24
12-13	Mon-Fri	78	633,34	53	534,16	24	98,19	1	0,99	26	144,23
	Saturday	49	675,04	36	516,48	13	158,56	0	0	15	124,4
	Sunday	42	612,7	32	527,25	10	85,45	0	0	13	115,41
13-14	Mon-Fri	76	620,42	52	505,48	23	113,92	1	1,02	28	164,54
	Saturday	49	506,57	34	403,42	15	103,15	0	0	13	75,27
	Sunday	37	405,29	25	320,47	12	84,82	0	0	14	104,45



14-15	Mon-Fri	77	569,65	51	446,99	25	122,05	1	0,61	32	104,34
	Saturday	50	449,82	33	366,49	17	83,33	0	0	15	108,95
	Sunday	45	422,6	32	340,13	13	82,47	0	0	15	79,35
15-16	Mon-Fri	82	654,76	55	535,98	26	117,65	1	1,13	31	96,52
	Saturday	55	509,94	36	411,13	19	98,81	0	0	16	131,24
	Sunday	51	501,32	36	405,7	15	95,62	0	0	16	94,61
16-17	Mon-Fri	78	668,76	51	548,78	27	119,98	0	0	27	121,75
	Saturday	50	695,54	33	591,15	17	104,39	0	0	15	107,36
	Sunday	42	537,67	27	454,55	15	83,12	0	0	13	86,3
17-18	Mon-Fri	76	686,15	52	582,52	23	102,07	1	1,56	28	171,92
	Saturday	45	650,22	29	533,6	16	116,62	0	0	16	152,08
	Sunday	44	516,87	32	394,04	12	122,83	0	0	11	93,2
18-19	Mon-Fri	75	558,81	51	458,02	24	100,79	0	0	26	146,14
	Saturday	49	665,88	32	569,23	17	96,65	0	0	17	128,57
	Sunday	46	571,14	29	463,25	17	107,89	0	0	18	77,1
19-20	Mon-Fri	69	432,09	46	350,01	22	81,48	1	0,6	27	86,67
	Saturday	43	493,76	30	411,04	13	82,72	0	0	16	120,8
	Sunday	37	443,71	25	383,1	12	60,61	0	0	10	65,35
20-21	Mon-Fri	69	334,89	43	257,21	24	76,47	2	1,21	26	83,92
	Saturday	40	423,62	30	343,74	10	79,88	0	0	16	83,42
	Sunday	38	360,94	26	288,15	12	72,79	0	0	15	79,95
21-24	Mon-Fri	82	691,62	51	547,6	30	143,7	1	0,32	29	156,13
	Saturday	56	861,2	38	716,13	18	145,07	0	0	19	165,78
	Sunday	49	667	35	530,53	14	136,47	0	0	17	128,5



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



Tabella D.4-Analisi domanda Treno nell'area Partanna Mondello e Tommaso Natale tramite matrice O/D PUMS, periodo invernale

		Train									
		Generati (AS)		Interni AreaDiStudio		AreaDiStudio-Palermo		AreaDiStudio-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Saturday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sunday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
04-06	Mon-Fri	1	0,28	0	0	0	0	1	0,28	4	1,4
	Saturday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sunday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	Mon-Fri	25	17,3	0	0	16	11,93	9	5,37	16	5,91
	Saturday	1	1,26	0	0	1	1,26	0	0	1	1,92
	Sunday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	Mon-Fri	42	34,08	0	0	25	25,55	17	8,53	27	12,3
	Saturday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sunday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08-09	Mon-Fri	43	24,96	0	0	23	17,85	20	7,11	20	8,53
	Saturday	2	2,79	0	0	0	0	2	2,79	4	6,43
	Sunday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09-10	Mon-Fri	23	11,79	0	0	19	10,17	4	1,62	20	11,73
	Saturday	2	3,63	0	0	2	3,63	1	2,78	3	10,26
	Sunday	2	4,64	0	0	1	1,86	0	0	0	0
10-11	Mon-Fri	18	7,74	0	0	15	6,63	3	1,11	21	14,5
	Saturday	3	5,03	0	0	3	5,03	0	0	4	11,92
	Sunday	3	9,52	0	0	2	3,25	1	6,27	5	7,36
11-12	Mon-Fri	15	7,46	0	0	9	5,05	6	2,41	23	13,54
	Saturday	9	14,29	0	0	5	7,1	4	7,19	6	9,37
	Sunday	5	9,33	0	0	4	7,88	1	1,45	0	0
12-13	Mon-Fri	29	16,17	0	0	15	7,02	14	9,15	37	19,7
	Saturday	6	10,51	0	0	4	7,11	2	3,4	3	4,69
	Sunday	6	10,04	0	0	1	1,5	5	8,54	3	4,6
13-14	Mon-Fri	26	11,84	0	0	13	6,32	13	5,52	32	19,69
	Saturday	4	6,07	0	0	2	2,82	2	3,25	3	4,68



	Sunday	1	1,57	0	0	1	1,57	0	0	1	1,25
14-15	Mon-Fri	22	11,04	0	0	14	7,4	8	3,64	16	13,19
	Saturday	3	5,84	0	0	2	3,56	1	2,28	4	6,55
	Sunday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Mon-Fri	23	13,21	0	0	15	9,89	8	3,32	18	13,7
15-16	Saturday	6	10,5	0	0	5	8,23	1	2,27	3	6,35
	Sunday	2	4,16	0	0	2	4,16	0	0	2	2,85
	Mon-Fri	23	13,35	0	0	12	6,72	11	6,63	47	33,35
	Saturday	6	10,59	0	0	5	8,94	1	1,65	5	6,71
16-17	Sunday	1	1,46	0	0	1	1,46	0	0	6	9,51
	Mon-Fri	37	19,72	0	0	17	11,11	20	8,61	45	29,86
	Saturday	7	10,91	0	0	5	7,5	2	3,41	4	6,83
	Sunday	8	14,51	0	0	2	4,13	6	10,38	2	4,46
17-18	Mon-Fri	21	11,76	0	0	13	8,37	8	3,39	29	16,92
	Saturday	10	16,43	0	0	5	8,03	5	8,4	4	5,68
	Sunday	8	13,49	0	0	2	3,07	6	10,42	2	4,56
	Mon-Fri	20	7,67	0	0	6	2,21	14	5,46	19	11,32
18-19	Saturday	9	13,8	0	0	3	4,53	6	9,27	3	4,85
	Sunday	5	7,5	0	0	2	3,48	3	4,02	3	4,51
	Mon-Fri	18	8,7	0	0	12	5,95	6	2,75	15	9,52
	Saturday	3	5,58	0	0	3	5,58	0	0	1	3,41
19-20	Sunday	0	0	0	0	0	0	0	0	3	6,31
	Mon-Fri	49	23,9	0	0	45	22,26	4	1,64	10	6,91
	Saturday	23	44,9	0	0	23	44,9	0	0	5	13,43
	Sunday	11	21,57	0	0	11	21,57	0	0	3	6,23
20-21	Mon-Fri	21-24									
	Saturday										
	Sunday										
	Mon-Fri										



Tabella D.5-Analisi domanda Bus nell'area Partanna Mondello e Tommaso Natale tramite matrice O/D PUMS, periodo estivo

		Bus									
		Generati (AS)		Interni_AreaDiStudio		AreaDiStudio-Palermo		Area Di Studio-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	620	530,97	36	46,93	566	477,38	18	6,66	329	241,09
	Saturday	230	699,38	7	25,71	217	660,83	6	12,84	89	255
	Sunday	278	898,11	16	65,4	251	806,91	11	25,8	142	372,24
04-06	Mon-Fri	170	95,49	12	8,46	152	84,78	6	2,25	155	79,1
	Saturday	7	25,66	0	0	7	25,66	0	0	6	8,97
	Sunday	9	16,16	0	0	9	16,16	0	0	8	14,83
06-07	Mon-Fri	356	236,84	37	40,3	310	193,73	9	2,81	353	212,93
	Saturday	15	25,17	3	6,83	12	18,34	0	0	34	78,17
	Sunday	3	4,92	2	3,09	1	1,83	0	0	23	43,42
07-08	Mon-Fri	473	418,15	48	44,27	420	372,42	5	1,46	492	480,86
	Saturday	44	87,36	7	14,95	36	70,9	1	1,51	97	273,9
	Sunday	15	32,97	6	17,75	6	10,89	3	4,33	86	215,31
08-09	Mon-Fri	576	649,28	55	96,84	507	544,43	14	8,01	558	707,62
	Saturday	70	190,62	13	58,79	57	131,83	0	0	187	545,05
	Sunday	30	73,91	13	43,79	17	30,12	0	0	157	488,91
09-10	Mon-Fri	548	645,8	58	134,12	476	499,64	14	12,04	558	902,91
	Saturday	88	314,22	25	117,45	62	194,04	1	2,73	200	780,62
	Sunday	48	143,76	17	67,02	29	71,13	2	5,61	196	790,09
10-11	Mon-Fri	555	684,49	61	154,06	476	516,11	18	14,32	615	985,76
	Saturday	96	383	26	157,15	68	220,58	2	5,27	211	891,07
	Sunday	79	240,26	23	94,07	52	138,29	4	7,9	215	867,87
11-12	Mon-Fri	594	687,39	67	147,04	509	534,73	18	5,62	655	987,61
	Saturday	174	564,26	31	183,66	138	370,82	5	9,78	219	843,34
	Sunday	137	413,3	24	122,59	110	286,55	3	4,16	226	761,38
12-13	Mon-Fri	663	869,93	61	182,77	564	673,35	38	13,81	665	903,47
	Saturday	213	689,26	31	163,03	177	517,77	5	8,46	200	711,24
	Sunday	201	604,97	26	128,38	172	471,8	3	4,79	199	672,47
13-14	Mon-Fri	620	686,4	63	123,2	529	545,24	28	17,96	612	754,66
	Saturday	151	491,06	26	137,71	122	347,9	3	5,45	164	511,63
	Sunday	142	401,18	21	110,83	117	284,14	4	6,21	132	423,6



14-15	Mon-Fri	597	744,85	58	124,96	522	609,55	17	10,34	577	684,87
	Saturday	136	419,08	19	70,67	115	345,02	2	3,39	112	380,54
	Sunday	97	275,63	16	65,3	79	207,4	2	2,93	113	323,29
15-16	Mon-Fri	666	974,42	61	136,15	577	822,11	28	16,16	568	656,97
	Saturday	177	574,28	24	80,57	152	491,66	1	2,05	107	329,86
	Sunday	147	466,8	18	72,45	128	392,81	1	1,54	94	274,23
16-17	Mon-Fri	794	1135,66	60	122,06	673	983,39	61	30,21	610	657,68
	Saturday	245	883,77	27	120,34	215	758,57	3	4,86	98	285,31
	Sunday	239	926,89	30	139,76	207	784	2	3,13	116	294,65
17-18	Mon-Fri	814	1394,02	66	182,21	698	1190,64	50	21,17	609	731,55
	Saturday	282	1185,33	28	168,31	252	1013,56	2	3,46	96	284,24
	Sunday	297	1348,29	29	133,71	262	1204,82	6	9,76	102	271,59
18-19	Mon-Fri	785	1342,72	59	136,4	678	1181,74	48	24,58	626	725,7
	Saturday	306	1415,08	27	165,13	273	1231,27	6	18,68	135	433,99
	Sunday	310	1173,93	32	139,08	271	1023,29	7	11,56	129	379,38
19-20	Mon-Fri	762	1122,29	61	149,44	668	952,91	33	19,94	663	870,94
	Saturday	262	952,88	32	133,08	227	814,13	3	5,67	183	638,4
	Sunday	254	979,19	23	152,76	224	812,99	7	13,44	139	414,61
20-21	Mon-Fri	532	638,76	54	135,07	464	494,47	14	9,22	471	542,16
	Saturday	145	492,52	20	132,1	124	358,85	1	1,57	112	368,73
	Sunday	142	446,27	20	103,79	120	336,44	2	6,04	92	251,31
21-24	Mon-Fri	869	1239,7	67	175,18	766	1043,82	36	20,7	752	948,8
	Saturday	326	1257,97	29	168,78	287	1069,05	10	20,14	321	1276,51
	Sunday	308	1077,1	27	163,42	266	879,2	15	34,48	227	687,09



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



Tabella D.6-Analisi domanda Road (auto e moto) nell'area Partanna Mondello e Tommaso Natale tramite matrice O/D PUMS, periodo estivo

		Road									
		Generati (AS)		Interni_AreaDiStudio		AreaDiStudio-Palermo		AreaDiStudio-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	1719	4379,76	95	878,59	1041	2881,91	573	612,57	1330	1980,47
	Saturday	856	5673,55	83	1094,59	576	3817,56	197	761,4	560	2644,49
	Sunday	988	7432,15	81	1321,1	629	4768,71	276	1338,13	727	3595,06
04-06	Mon-Fri	747	834,26	87	225,06	501	498,48	148	105,11	840	658,02
	Saturday	169	464,18	41	172,38	107	244,85	20	45,62	131	309,32
	Sunday	165	497,65	43	190,22	94	240,76	26	63,56	128	335,23
06-07	Mon-Fri	940	1097,64	86	248,82	639	707,27	208	137,53	1130	1142,63
	Saturday	142	396,69	41	159,43	78	194,2	22	41,62	176	478,66
	Sunday	110	311,02	32	144,44	52	117,21	26	49,37	137	375,93
07-08	Mon-Fri	1268	2121,26	91	508,51	825	1362,37	345	247,91	1361	1976,48
	Saturday	275	1134,52	57	449,3	167	537,18	50	146,39	381	1426,1
	Sunday	173	759,28	54	399,33	80	247,93	38	110,31	296	1064,27
08-09	Mon-Fri	1417	3107,42	96	863,35	900	1857,26	413	383,54	1495	2896,06
	Saturday	413	1937,85	70	816,75	245	823,62	97	295,4	566	2763,25
	Sunday	296	1441,9	70	701,91	141	463,29	84	273,61	483	2393,12
09-10	Mon-Fri	1474	3546,42	97	1285,69	910	1789,12	460	468,16	1604	3488,99
	Saturday	466	2750,72	78	1275,16	265	1071,09	121	394,78	652	3566,57
	Sunday	378	2220,93	73	1114,78	188	693,74	113	402,1	607	3481,63
10-11	Mon-Fri	1518	3924,06	98	1533,73	932	1903,05	477	483,42	1621	3749,49
	Saturday	569	3519,74	85	1596,53	341	1443,84	140	471,66	692	3978,18
	Sunday	478	3014,27	84	1498,58	253	1036,03	140	473,25	640	3919,26
11-12	Mon-Fri	1517	4363,22	98	1669,06	965	2231,17	445	458,48	1536	3488,69
	Saturday	612	3995,98	86	1630,91	409	1967,17	117	397,9	644	3719,48
	Sunday	568	3779,98	85	1655,9	346	1649,19	135	471,48	662	3785,31
12-13	Mon-Fri	1552	4541,08	99	1616,19	987	2458,48	456	460,59	1526	3385,03
	Saturday	675	4545,44	85	1711,04	462	2406,92	125	421,67	606	3160,86
	Sunday	642	4336,82	85	1573,63	437	2339,41	120	423,78	590	2997,31
13-14	Mon-Fri	1496	3937,06	98	1346,18	965	2174,24	426	411,6	1462	2989,59
	Saturday	598	3684,99	89	1472,34	395	1877,19	114	335,46	527	2463,41
	Sunday	508	2982,57	80	1285,06	333	1429,34	95	268,17	449	1909,37



14-15	Mon-Fri	1515	3678,19	98	1266,3	958	1967,12	452	437,82	1476	2699,73
	Saturday	551	3225,45	78	1209,54	371	1698,01	102	317,9	487	2083,74
	Sunday	486	2803,49	74	1208,7	326	1332,54	86	262,25	447	1842,82
15-16	Mon-Fri	1680	4472,91	97	1368,25	1013	2559,74	559	536,61	1516	2739,66
	Saturday	634	4013,75	79	1357,61	440	2290,38	115	365,76	496	1983,85
	Sunday	570	3556,82	79	1302,56	380	1932,8	111	321,46	482	1909,48
16-17	Mon-Fri	1872	5420,34	99	1469,29	1099	3213,63	669	734,54	1599	2877,89
	Saturday	752	5052,51	80	1457,19	509	3091,92	162	501,22	512	1958,66
	Sunday	725	4695,33	77	1328,82	488	2898,43	160	468,08	528	2033,94
17-18	Mon-Fri	1884	6178,07	98	1727,62	1108	3698,95	669	745,88	1613	3032,55
	Saturday	839	6175,2	86	1576,58	577	4015,19	175	581,76	560	2263,77
	Sunday	864	6670,5	85	1696,09	590	4374,25	189	600,16	602	2429,27
18-19	Mon-Fri	1907	6386,55	100	1671,25	1121	3925,3	673	766,23	1651	3374,57
	Saturday	860	6743,4	87	1947,98	593	4160,31	179	633,8	599	2558,9
	Sunday	899	6979,58	84	1807,47	605	4495,99	210	676,12	623	2610,14
19-20	Mon-Fri	1785	5356,18	98	1557,85	1057	3084,72	612	697,57	1580	3491,06
	Saturday	828	5838,53	88	1783,33	548	3369,01	189	678,6	652	3234,85
	Sunday	805	5139,21	89	1512,38	557	3093,08	157	529,47	602	2603,04
20-21	Mon-Fri	1505	3308,89	97	1027,61	925	1818,02	466	448,68	1372	2535,15
	Saturday	574	3214,15	79	1089,47	366	1633,79	129	490,89	587	2743,74
	Sunday	571	3256,38	74	1205,45	395	1755,89	100	286,25	492	2114,5
21-24	Mon-Fri	2128	9002,99	100	2578,04	1193	5190,25	809	1205,85	2018	5917,86
	Saturday	1138	10511,02	96	2864,8	726	6068,71	314	1572,72	1124	8645,48
	Sunday	1064	9546,34	87	2995,21	687	5392,46	283	1135,74	981	5662,07



Tabella D.7-Analisi domanda SlowModes (piedi e micromobilità) nell'area Partanna Mondello e Tommaso Natale tramite matrice O/D PUMS, periodo estivo

		SlowModes									
		Generati (AS)		Interni_AreaDiStudio		AreaDiStudio-Palermo		AreaDiStudio-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	79	446,47	57	389,09	22	57,38	0	0	24	69,15
	Saturday	42	446,47	33	394,13	9	52,34	0	0	14	60,44
	Sunday	47	525,09	36	474,04	11	51,05	0	0	12	113,18
04-06	Mon-Fri	47	118,51	35	104,47	12	14,04	0	0	15	13,82
	Saturday	8	64,59	8	64,59	0	0	0	0	3	6,97
	Sunday	9	56,75	9	56,75	0	0	0	0	2	3,3
06-07	Mon-Fri	48	151,55	34	135,63	14	15,92	0	0	18	24,53
	Saturday	9	69,3	9	69,3	0	0	0	0	1	1,64
	Sunday	6	29,01	6	29,01	0	0	0	0	2	7,24
07-08	Mon-Fri	70	263,9	50	224,58	20	39,32	0	0	22	33,21
	Saturday	23	208,11	16	188,29	7	19,82	0	0	8	27,41
	Sunday	21	230,51	17	216,26	4	14,25	0	0	4	8,59
08-09	Mon-Fri	79	497,74	56	427,79	22	69,61	1	0,34	30	72,7
	Saturday	35	424,63	28	393,33	7	31,3	0	0	9	33,25
	Sunday	31	302,92	23	274,03	8	28,89	0	0	6	21,97
09-10	Mon-Fri	91	779,55	63	667,73	28	111,82	0	0	29	94,09
	Saturday	47	648,42	34	566,91	13	81,51	0	0	15	66,81
	Sunday	53	574,8	43	519,12	10	55,68	0	0	13	84,61
10-11	Mon-Fri	90	931,67	64	805,04	26	126,63	0	0	31	112,63
	Saturday	50	844,34	37	729,87	13	114,47	0	0	17	100,33
	Sunday	56	781,69	42	697,01	14	84,68	0	0	16	113,41
11-12	Mon-Fri	86	864,14	59	765,63	26	97,54	1	0,97	28	121,66
	Saturday	54	949,57	40	840,17	14	109,4	0	0	15	109,71
	Sunday	47	795,14	36	713	11	82,14	0	0	8	72,6
12-13	Mon-Fri	85	869,54	57	770,58	28	98,96	0	0	31	128,03
	Saturday	53	852,17	39	757,42	14	94,75	0	0	14	114,13
	Sunday	47	728,3	36	675,3	11	53	0	0	16	86,33
13-14	Mon-Fri	79	704,24	60	646,23	19	58,01	0	0	36	111,07
	Saturday	43	643,1	33	556,9	10	86,2	0	0	11	78,67
	Sunday	44	670,38	34	622,81	10	47,57	0	0	9	61,01



14-15	Mon-Fri	87	609,3	60	521,18	26	86,95	1	1,17	31	89,88
	Saturday	51	552,61	39	492,31	12	60,3	0	0	13	77,22
	Sunday	46	576,52	33	511,7	13	64,82	0	0	11	50,99
15-16	Mon-Fri	94	665,13	64	563,58	29	99,99	1	1,56	31	93,77
	Saturday	51	626,79	40	567,67	11	59,12	0	0	13	77,21
	Sunday	50	610,6	35	538,6	15	72	0	0	11	60,49
16-17	Mon-Fri	86	926,46	60	798,09	25	127,37	1	1	27	130,79
	Saturday	50	860,74	37	769,48	12	88,23	1	3,03	13	90,23
	Sunday	43	604,53	33	552,74	10	51,79	0	0	8	68,67
17-18	Mon-Fri	98	915,01	66	764,12	31	148,96	1	1,93	34	141,77
	Saturday	53	960,03	37	844,27	16	115,76	0	0	15	113,22
	Sunday	52	902,58	39	816,22	13	86,36	0	0	12	92,11
18-19	Mon-Fri	89	1002,26	60	871,77	29	130,49	0	0	34	162,82
	Saturday	55	846,96	41	723,64	13	113,43	1	9,89	15	136,24
	Sunday	50	755,57	36	627,43	14	128,14	0	0	14	79,58
19-20	Mon-Fri	86	707,07	59	604,92	26	100,49	1	1,66	30	129,45
	Saturday	48	659,38	34	570	13	87,34	1	2,04	19	94,26
	Sunday	42	668,45	32	599,84	10	68,61	0	0	11	99,2
20-21	Mon-Fri	88	546,55	64	469,54	24	77,01	0	0	30	87,93
	Saturday	45	552,01	31	468,6	13	80,49	1	2,92	16	97,82
	Sunday	50	525,42	33	459,62	17	65,8	0	0	17	113,11
21-24	Mon-Fri	114	1379,15	74	1197,17	40	181,98	0	0	43	221,36
	Saturday	66	1380,43	49	1205,1	17	175,33	0	0	18	169,01
	Sunday	67	1353,77	47	1168,94	20	184,83	0	0	21	205,4



Tabella D.8-Analisi domanda Treno nell'area Partanna Mondello e Tommaso Natale tramite matrice O/D PUMS, periodo estivo

		Train									
		Generati (AS)		Interni_AreaDiStudio		AreaDiStudio-Palermo		AreaDiStudio-Area Metropolitana		Attratti (Pa)	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	5	1,76	0	0	0	0	3	1,19	6	2,42
	Saturday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sunday	1	1,34	0	0	0	0	0	0	2	5,37
04-06	Mon-Fri	3	1,05	0	0	1	0,25	2	0,8	9	2,47
	Saturday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Sunday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
06-07	Mon-Fri	17	8,82	0	0	7	2,39	9	6,19	18	6,5
	Saturday	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1,49
	Sunday	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
07-08	Mon-Fri	52	18,98	0	0	18	7,24	34	11,74	37	11,57
	Saturday	1	2,07	0	0	0	0	1	2,07	2	2,63
	Sunday	1	2,07	0	0	0	0	1	2,07	1	1,97
08-09	Mon-Fri	59	23,62	0	0	24	8,76	35	14,86	42	14,72
	Saturday	4	7,55	1	1,39	2	4,52	1	1,64	3	5,63
	Sunday	5	9,3	0	0	0	0	5	9,3	1	1,87
09-10	Mon-Fri	41	16,93	0	0	24	10,59	17	6,34	24	10,34
	Saturday	7	14,51	0	0	3	4,29	4	10,22	2	2,93
	Sunday	3	5,33	0	0	1	1,57	2	3,76	1	2,83
10-11	Mon-Fri	41	16,29	0	0	26	10,48	13	5,23	28	10,92
	Saturday	5	12,93	0	0	2	2,7	3	10,23	2	3,22
	Sunday	2	3,45	0	0	1	2,1	1	1,35	2	2,85
11-12	Mon-Fri	48	19,17	2	0,5	17	6,14	29	12,53	49	21,72
	Saturday	11	22,09	0	0	2	4,05	9	18,04	4	6,51
	Sunday	6	8,41	0	0	2	2,78	4	5,63	3	7,78
12-13	Mon-Fri	44	15,45	2	0,49	17	5,96	25	9	50	18,44
	Saturday	8	13,07	0	0	2	3,82	6	9,25	2	3,5
	Sunday	11	20,13	0	0	0	0	11	20,13	1	2,48
13-14	Mon-Fri	52	18,17	1	0,25	16	5,99	35	11,93	53	25,93
	Saturday	3	4,06	0	0	1	1,38	2	2,68	1	2,58
	Sunday	4	10,09	0	0	1	1,49	3	8,6	4	6,42



14-15	Mon-Fri	24	9,05	0	0	10	4,05	14	5	24	13,4
	Saturday	3	6,47	0	0	2	3,25	1	3,22	4	6,91
	Sunday	4	5,45	0	0	3	4,03	1	1,42	4	6,84
15-16	Mon-Fri	35	13,87	0	0	18	7,83	16	5,59	28	14,48
	Saturday	7	11,18	0	0	6	9,92	1	1,26	2	3,47
	Sunday	1	1,56	0	0	1	1,56	0	0	1	1,76
16-17	Mon-Fri	50	25,37	0	0	19	10,34	31	15,03	59	24,93
	Saturday	6	11,16	0	0	1	2,81	5	8,35	6	10,84
	Sunday	7	14,31	0	0	2	5,18	5	9,13	9	18,41
17-18	Mon-Fri	83	35,77	0	0	29	11,01	54	24,76	67	28,81
	Saturday	12	22,33	0	0	5	8,45	7	13,88	7	18,2
	Sunday	5	9,09	0	0	1	1,38	4	7,71	6	13,87
18-19	Mon-Fri	80	31,25	0	0	22	10,97	58	20,28	80	28,64
	Saturday	17	26,86	0	0	4	5,33	13	21,53	8	13,71
	Sunday	11	16,42	0	0	2	2,55	9	13,87	10	16,74
19-20	Mon-Fri	54	22,59	1	0,23	13	4,99	39	17,09	48	21,98
	Saturday	14	30,95	0	0	5	8,46	9	22,49	4	7,19
	Sunday	8	16,47	0	0	1	1,75	7	14,72	7	12,2
20-21	Mon-Fri	33	21,72	0	0	11	3,89	21	17,51	21	8,38
	Saturday	7	16,75	0	0	4	5,53	3	11,22	5	10,56
	Sunday	3	5,1	0	0	3	5,1	0	0	3	4,53
21-24	Mon-Fri	95	48,78	0	0	56	28,58	37	19,43	38	14,3
	Saturday	32	64,11	0	0	29	58,22	2	4,28	11	20,98
	Sunday	21	36,67	0	0	19	33,79	2	2,88	5	8,96



APPENDICE E

Nella seguente appendice sono riportate in dettaglio le tabelle relative alle analisi condotte nell'area di Mezzomonreale e Villatasca, suddivise per periodo dell'anno (estate e inverno), giorno della settimana (lunedì–venerdì, sabato e domenica), fascia oraria e modalità di trasporto (*road*, autobus, treno, tram e *slow modes*). Inoltre, sulla base dei dati presentati in tali tabelle, è stata sviluppata un'analisi quantitativa finalizzata a valutare il peso relativo delle diverse modalità di trasporto incluse nella matrice O/D del PUMS. Per ciascuna categoria di spostamento, trasporto pubblico su gomma, mobilità dolce e trasporto privato motorizzato, sono state calcolate le rispettive quote percentuali sul totale degli spostamenti rilevati.



Tabella E.1-Analisi domanda Bus nell'area Mezzomonreale-Villa tasca tramite matrice O/D PUMS, periodo invernale

		Bus_Area di Studio									
		Generati		Interni_Area Di Studio		Area di Studio-Palermo		Area di studio-Area Metropolitana		Attratti	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	110	75,12	7	10,28	103	64,84	0	0	100	55,77
	Saturday	9	22,11	1	3,57	8	18,54	0	0	51	143,25
	Sunday	39	94,42	4	25,58	33	63,15	2	5,69	98	349,82
04-06	Mon-Fri	111	84,07	12	15,45	95	66,22	4	2,4	75	62,84
	Saturday	0	0	0	0	0	0	0	0	4	9,72
	Sunday	2	8,71	1	7,29	1	1,42	0	0	1	1,4
06-07	Mon-Fri	413	510,86	18	34,5	376	453,29	19	23,07	296	262,26
	Saturday	16	31,28	4	11,34	12	19,94	0	0	8	13,64
	Sunday	4	9,89	2	4,68	1	1,77	1	3,44	0	0
07-08	Mon-Fri	542	1011,92	27	124,77	479	821,92	36	65,23	367	465,85
	Saturday	52	124	10	25,84	38	82,32	4	15,84	29	74,48
	Sunday	12	30,56	6	21,18	4	6,28	2	3,1	3	5,66
08-09	Mon-Fri	453	667,5	23	59,22	400	562,83	30	45,45	326	343,47
	Saturday	78	225,95	15	65,62	55	134,57	8	25,76	40	102,87
	Sunday	24	83,71	7	43,09	17	40,62	0	0	13	34,98
09-10	Mon-Fri	424	537,03	27	77,35	366	420,1	31	39,58	321	321,3
	Saturday	91	301,47	18	95,34	67	190,17	6	15,96	47	124,49
	Sunday	65	199,28	15	85,81	45	99,76	5	13,71	37	90,62
10-11	Mon-Fri	409	486,35	26	80,99	349	364,87	34	40,49	336	374,08
	Saturday	103	359,17	19	107,4	78	235,16	6	16,61	74	197,83
	Sunday	86	276,93	16	106,39	58	137,71	12	32,83	51	145,83
11-12	Mon-Fri	383	482	26	94,35	315	331,75	42	55,9	380	419,39
	Saturday	97	316,04	15	92,69	69	175,08	13	48,27	82	210,11
	Sunday	73	236,94	13	61,47	51	146,45	9	29,02	67	156,35
12-13	Mon-Fri	381	520,17	28	108,75	305	347,84	48	63,58	448	618,19
	Saturday	86	290,85	16	85,96	55	165,94	15	38,95	99	244,02
	Sunday	81	221,47	12	74,83	52	111,47	17	35,17	100	272,14
13-14	Mon-Fri	410	559,08	27	106,79	337	378,15	46	74,14	455	632,72



**Università
degli Studi
di Palermo**

**Università degli Studi di Palermo
Scuola di Dottorato**

La Direttrice
Prof.ssa Antonina Pirrotta



	Saturday	82	289,44	14	68,76	54	143,93	14	76,75	91	225,47
	Sunday	41	114,31	6	43	19	43,9	16	27,41	43	89,16
14-15	Mon-Fri	441	580,83	30	112,35	366	398,9	45	69,58	401	513,58
	Saturday	61	156,9	8	33,5	46	106	7	17,4	57	125,86
	Sunday	56	129,4	5	12,74	47	108,36	4	8,3	32	76,48
15-16	Mon-Fri	432	595,7	29	109,58	364	428,92	39	57,2	406	489,66
	Saturday	91	251,67	9	38,26	74	191,6	8	21,81	78	179,75
	Sunday	69	194,04	6	12,95	59	174,02	4	7,07	44	105,55
16-17	Mon-Fri	451	561,4	27	91,91	356	392,97	68	76,52	451	565,03
	Saturday	122	434,92	18	102,77	88	282,71	16	49,44	77	231,83
	Sunday	78	235,29	6	46,01	69	183,48	3	5,8	60	152,42
17-18	Mon-Fri	420	623,59	26	140,46	334	398,24	60	84,89	437	621,08
	Saturday	99	333,62	10	63,51	77	227,83	12	42,28	86	240,68
	Sunday	87	259,25	16	77,28	64	149,83	7	32,14	73	180,22
18-19	Mon-Fri	375	487,2	26	93,45	308	328,53	41	65,22	482	663,97
	Saturday	109	357,22	14	82,41	77	197,2	18	77,61	119	352,56
	Sunday	73	217,22	12	80,38	49	106,43	12	30,41	127	306,88
19-20	Mon-Fri	356	454,2	29	106,71	290	279,67	37	67,82	455	594,81
	Saturday	141	435,49	15	91,48	111	282,34	15	61,67	158	444,47
	Sunday	50	197,52	13	95,69	32	81,76	5	20,07	99	256,64
20-21	Mon-Fri	232	218,83	23	46,86	189	142,14	20	29,83	275	253,51
	Saturday	67	199,33	6	31,33	52	144,88	9	23,12	66	177,67
	Sunday	35	93,71	13	50,99	19	33,4	3	9,32	40	91,62
21-24	Mon-Fri	345	323,68	23	51,53	305	253,44	17	18,71	357	350,4
	Saturday	143	422,78	8	30,46	131	385,51	4	6,81	140	412,55
	Sunday	78	182,91	11	47,67	61	121,16	6	14,08	99	223,99

Tabella E.2-Analisi domanda Road nell'area Mezzomonreale-Villa tasca tramite matrice O/D PUMS, periodo invernale

		Road_Area Di Studio									
		Generati		Interni_Area Di Studio		Area di Studio-Palermo		Area di studio-Area Metropolitana		Attratti	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	663	1413,85	36	530,07	464	640,65	163	243,13	604	839,4
	Saturday	293	1532,12	33	568,27	202	639,76	58	324,09	364	1516,09
	Sunday	489	2853,37	34	846,21	333	1351,97	122	655,19	552	2833,22
04-06	Mon-Fri	691	841,47	34	200,36	484	501,82	173	139,29	533	506,24
	Saturday	142	429,11	22	153,94	97	210,07	23	65,1	86	212,2
	Sunday	106	320,83	23	132,14	56	133,09	27	55,6	65	158,35
06-07	Mon-Fri	1007	2076,34	35	298,88	656	1487,16	315	289,91	909	1350,51
	Saturday	206	608,65	24	160,89	150	364,08	31	82,13	146	374,24
	Sunday	87	268,5	20	116,84	49	110,59	18	41,07	57	138,86
07-08	Mon-Fri	1143	4310,86	36	809,11	723	2966,52	383	534,91	1025	2342,82
	Saturday	359	1423,64	33	411,06	274	842,46	52	170,12	226	730,51
	Sunday	163	610,45	26	231,87	102	267,64	35	110,94	96	243,66
08-09	Mon-Fri	1070	3208,3	36	694,16	706	2081,45	328	432,69	949	1717,34
	Saturday	445	2016,61	32	585,22	344	1154,12	69	277,27	269	1034,88
	Sunday	285	1137,75	33	383,16	189	524,55	63	230,04	166	527,05
09-10	Mon-Fri	968	2768,14	36	764,4	668	1608,43	264	395,31	863	1545,93
	Saturday	481	2608,66	33	866,91	377	1400,19	71	341,56	325	1290,69
	Sunday	399	2050,02	33	685,16	279	990,24	87	374,62	228	876,9
10-11	Mon-Fri	952	2706,13	36	827,78	665	1470,03	251	408,32	871	1698,68
	Saturday	508	2965,85	33	986,76	391	1594,76	84	384,33	353	1635,52
	Sunday	469	2612,94	34	880,63	326	1213,59	109	518,72	288	1222,78
11-12	Mon-Fri	949	2711,23	36	870,78	645	1386,77	267	453,39	920	2014,76
	Saturday	452	2970,23	34	1000,21	350	1508,26	68	461,76	442	1839,22
	Sunday	483	2809,78	34	986,85	331	1329,51	118	493,42	410	1695,82
12-13	Mon-Fri	1026	3072,47	36	963,83	660	1491,87	328	615,79	984	2440,36
	Saturday	488	2787,44	34	846,53	359	1410,08	95	530,83	485	2057,36
	Sunday	532	2817,18	32	840,61	371	1385,81	129	590,76	489	1993,21
13-14	Mon-Fri	1048	3282,49	36	963,91	672	1613,99	340	704,59	1002	2661,21



	Saturday	400	2191,36	31	732,13	281	1030,71	88	428,52	423	1670,16
	Sunday	391	1952,04	30	687,76	272	845,23	89	419,05	331	1181,05
14-15	Mon-Fri	1068	3018,49	36	793,24	696	1635,86	336	589,39	995	2237,02
	Saturday	412	1965,77	34	649,71	299	975,4	79	340,66	341	1192,98
	Sunday	368	1742,56	32	607,76	244	772,22	92	362,58	275	906,18
15-16	Mon-Fri	1073	3091,29	36	801,65	694	1739,02	342	550,33	1004	2173,93
	Saturday	486	2540,62	34	726,53	368	1430,52	83	381,94	410	1569,54
	Sunday	405	1949,42	30	611,84	295	1000,64	80	336,94	373	1238,05
16-17	Mon-Fri	1174	3422,71	36	927,17	716	1805,4	421	689,78	1067	2472,83
	Saturday	494	2866,34	34	854,37	380	1623,38	80	388,59	423	1773,07
	Sunday	481	2634,24	33	835,12	364	1473,3	84	325,82	465	1683,61
17-18	Mon-Fri	1071	3250,42	36	951,65	680	1627,43	355	671,34	1047	2643,89
	Saturday	473	2970,51	34	929,85	354	1508,66	85	532	463	2075,83
	Sunday	501	2494,31	32	709,36	374	1412,58	95	372,37	540	2023,28
18-19	Mon-Fri	1018	3017,37	36	917,85	657	1423,32	325	676,2	1038	2748,33
	Saturday	527	3127,23	34	979,14	396	1575,62	97	572,47	519	2482,43
	Sunday	389	2034,27	34	699,75	296	1010,51	59	324,01	583	2339,72
19-20	Mon-Fri	954	2669,15	36	811,98	618	1218,16	300	639,01	957	2450,87
	Saturday	537	3133,24	33	866,68	394	1646,12	110	620,44	570	2808,36
	Sunday	389	2096,09	31	776,36	273	899,11	85	420,62	506	1936,19
20-21	Mon-Fri	760	1913,89	35	650,61	541	848,39	184	414,89	779	1473,54
	Saturday	396	2140,48	33	703,52	286	1002,47	77	434,49	373	1471,15
	Sunday	293	1551,56	33	608,05	194	622,83	66	320,68	330	1120,05
21-24	Mon-Fri	1011	3983,08	36	1399,21	658	1747,19	314	835,56	1035	2779,51
	Saturday	667	5251,17	36	1606,03	478	2643,93	153	1001,21	676	3717,87
	Sunday	551	4247,9	34	1363,37	390	1999,68	127	884,85	585	2944,77

Tabella E.3-Analisi domanda Slowmodes nell'area Mezzomonreale-Villa tasca tramite matrice O/D PUMS, periodo invernale

SlowModes_Area Di Studio											
		Generati		Interni_Area Di Studio		Area di Studio-Palermo		Area di studio-Area Metropolitana		Attratti	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	64	313,91	26	224,57	27	64,59	11	24,75	36	92,05
	Saturday	37	298,77	20	205,24	10	65,21	7	28,32	23	91,58
	Sunday	46	371,54	23	275,08	14	62,66	9	33,8	27	133,41
04-06	Mon-Fri	46	126,97	21	81,82	18	30,68	7	14,47	27	36,75
	Saturday	12	58,68	10	56,06	2	2,62	0	0	4	8,51
	Sunday	12	64,41	10	61,41	1	1,25	1	1,75	3	9,45
06-07	Mon-Fri	70	242,79	25	135,73	36	79,77	9	27,29	39	82,67
	Saturday	14	87,24	12	73,76	1	8,03	1	5,45	2	4,83
	Sunday	8	55,73	8	55,73	0	0	0	0	1	1,36
07-08	Mon-Fri	106	744,8	28	498,89	63	195,65	15	50,26	50	213,43
	Saturday	23	202,33	14	146,09	4	29,45	5	26,79	11	57,28
	Sunday	20	109,21	14	83,25	4	20,22	2	5,74	6	20,05
08-09	Mon-Fri	98	665,67	29	442,18	59	189,99	10	33,5	59	193,75
	Saturday	37	443,36	18	316,15	11	80,75	8	46,46	17	124,28
	Sunday	34	385,7	17	275,75	10	73,98	7	35,97	11	67,66
09-10	Mon-Fri	96	749,32	30	507,75	51	193,9	15	47,67	52	218
	Saturday	61	702,66	24	470,56	29	168,32	8	63,78	31	174,73
	Sunday	57	619,05	22	451,9	25	125,25	10	41,9	20	129,36
10-11	Mon-Fri	98	809,15	31	561,77	51	196,12	16	51,26	53	249,91
	Saturday	62	834,93	24	556,28	29	206,38	9	72,27	38	254,11
	Sunday	57	783,54	21	573,3	28	159,9	8	50,34	25	171,66
11-12	Mon-Fri	88	813,17	28	574,96	49	191,03	11	47,18	67	244,23
	Saturday	56	875,55	22	585,3	25	232,3	9	57,95	26	252,96
	Sunday	48	676,35	22	497,62	18	136,61	8	42,12	26	228,07
12-13	Mon-Fri	97	756,73	30	499,72	52	181,13	15	75,88	66	297,36
	Saturday	49	781,42	20	579,27	20	138,38	9	63,77	28	261,76
	Sunday	49	704,07	21	475,7	21	179	7	49,37	35	273,47
13-14	Mon-Fri	100	859,89	29	574,9	57	211,8	14	73,19	71	309,45



14-15	Saturday	46	629,72	21	466,27	16	115,27	9	48,18	24	225,84
	Sunday	39	450,7	19	302,03	14	98,82	6	49,85	16	125,15
	Mon-Fri	99	748,9	30	499,82	55	189,05	14	60,03	64	262,6
15-16	Saturday	52	591,88	23	417,98	21	129,94	8	43,96	29	166,65
	Sunday	45	422,13	23	316,49	16	80,28	6	25,36	24	139,01
	Mon-Fri	101	767,69	30	501,65	57	205,23	14	60,81	66	249,59
16-17	Saturday	60	693,79	23	473,02	26	161,98	11	58,79	30	194,4
	Sunday	49	481,33	22	348,65	21	112,52	6	20,16	25	163,49
	Mon-Fri	99	886,25	31	575,16	53	223,87	15	87,22	66	273,11
17-18	Saturday	49	631,68	20	455,46	21	124,57	8	51,65	30	202,39
	Sunday	43	580,52	19	371,1	17	151,35	7	58,07	24	132,64
	Mon-Fri	100	907,56	32	601,54	54	236,27	14	69,75	71	273,86
18-19	Saturday	56	834,55	24	580,78	24	197,51	8	56,26	32	241,39
	Sunday	44	639,24	18	474,71	21	122,13	5	42,4	26	153,33
	Mon-Fri	101	836,78	30	557,37	55	218,78	16	60,63	70	275,9
19-20	Saturday	51	909,53	24	690,62	20	189,85	7	29,06	26	218,53
	Sunday	42	575,76	20	417,51	14	117,79	8	40,46	23	161,43
	Mon-Fri	95	615,57	29	408,16	51	167,52	15	39,89	59	224,85
20-21	Saturday	49	655,31	21	454,77	21	164,14	7	36,4	35	240,04
	Sunday	43	376	19	215,37	19	130,04	5	30,59	19	109,74
	Mon-Fri	85	524,85	29	363,53	40	124,66	16	36,66	57	173,02
21-24	Saturday	50	494,89	22	355,26	19	92,3	9	47,33	26	180,63
	Sunday	47	494,1	23	363,62	16	86,72	8	43,76	26	112,94
	Mon-Fri	99	991,61	30	719,03	52	210,94	17	61,64	72	302,13
21-24	Saturday	64	843,34	25	603,65	27	166,45	12	73,24	39	345,05
	Sunday	57	1088,24	24	824,26	23	190,9	10	73,08	35	234,11

Tabella E.4-Analisi domanda Bus nell'area Mezzomonreale-Villa tasca tramite matrice O/D PUMS, periodo estivo

		Bus_Area Di Studio									
		Generati		Interni_Area Di Studio		Area di Studio-Palermo		Area di studio-Area Metropolitana		Attratti	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	98	50,25	3	1,96	91	44,9	4	3,39	183	120,03
	Saturday	9	19,7	1	1,76	8	17,94	0	0	40	111,65
	Sunday	23	59,9	5	22,44	18	37,46	0	0	51	136,1
04-06	Mon-Fri	82	49,67	9	11,38	66	36,11	7	2,18	79	37,88
	Saturday	1	1,83	1	1,83	0	0	0	0	0	0
	Sunday	0	0	0	0	0	0	0	0	4	5,87
06-07	Mon-Fri	270	171,65	11	17,72	249	150	10	3,93	212	116,31
	Saturday	2	4,43	0	0	2	4,43	0	0	6	9,16
	Sunday	2	3,75	1	2,22	1	1,53	0	0	2	2,82
07-08	Mon-Fri	382	293,53	19	29,95	333	248,34	30	15,24	252	163,52
	Saturday	18	44,85	5	24,84	11	16,99	2	3,02	12	21,86
	Sunday	1	9,78	1	9,78	0	0	0	0	1	1,26
08-09	Mon-Fri	423	399,13	23	85,38	367	286,99	33	26,76	281	174,93
	Saturday	33	98,69	9	34,41	19	39,59	5	24,69	19	49,35
	Sunday	15	32,87	2	10,19	9	15,25	4	7,43	9	25,3
09-10	Mon-Fri	397	383,55	25	49,53	335	298,25	37	35,77	292	222,11
	Saturday	45	127,14	12	37,52	30	81,03	3	8,59	24	51,65
	Sunday	24	56,5	5	18,09	12	24,19	7	14,22	13	29,66
10-11	Mon-Fri	393	388,36	26	57,64	331	291,18	36	39,54	316	268,46
	Saturday	44	150,09	12	49,29	28	87,67	4	13,13	30	69,44
	Sunday	30	71,94	3	13,03	18	33,3	9	25,61	16	41,04
11-12	Mon-Fri	366	338,58	22	83,8	288	210,87	56	43,91	372	314,23
	Saturday	49	179,73	10	90,05	30	65,87	9	23,81	45	109,28
	Sunday	30	88,47	7	38,39	15	30,49	8	19,59	24	44,44
12-13	Mon-Fri	380	328,55	26	58,48	291	208,62	63	61,45	423	366,75
	Saturday	40	128,3	15	78,17	16	33,28	9	16,85	58	144,15
	Sunday	29	85,04	4	29,94	9	19,73	16	35,37	35	72,19
13-14	Mon-Fri	356	308,97	21	70,39	286	196,86	49	41,72	385	306,85



	Saturday	36	95,95	9	38,95	18	38,38	9	18,62	41	86,65
	Sunday	15	61,33	8	48,84	3	6,31	4	6,18	14	34,19
14-15	Mon-Fri	359	298,08	26	58,34	298	204,43	35	35,31	334	251,64
	Saturday	31	73,57	7	27,83	18	32,95	6	12,79	25	61,71
	Sunday	15	49,01	4	11,94	6	18,83	5	18,24	11	31,12
15-16	Mon-Fri	382	371,41	27	64,35	324	271,93	31	35,13	354	273,57
	Saturday	38	88,92	7	28,16	27	52,41	4	8,35	21	51,48
	Sunday	15	47,02	5	12,93	6	16,4	4	17,69	13	37,4
16-17	Mon-Fri	466	405,11	24	62,61	365	284,14	77	58,36	428	325,88
	Saturday	48	134,58	9	38,7	34	80,84	5	15,04	34	89,03
	Sunday	17	43,56	5	21,81	9	13,47	3	8,28	16	42,04
17-18	Mon-Fri	456	437,7	26	82,56	363	285,74	67	69,4	447	342,5
	Saturday	55	200,5	10	73,99	39	83,84	6	42,67	50	119,17
	Sunday	31	64,13	3	9,93	24	44,76	4	9,44	34	62,44
18-19	Mon-Fri	427	388,19	30	73,6	345	260,02	52	54,57	479	428,75
	Saturday	84	227,99	8	71,42	65	127,07	11	29,5	79	163,08
	Sunday	26	82,03	7	42,25	12	27,92	7	11,86	38	72,84
19-20	Mon-Fri	398	378,99	27	72,43	335	252,32	36	54,24	470	409,36
	Saturday	82	211,12	12	47,89	59	121,82	11	41,41	91	199,62
	Sunday	33	106,36	10	55,23	16	24,71	7	26,42	42	86,78
20-21	Mon-Fri	294	215,66	22	42,58	253	154,13	19	18,95	268	181,25
	Saturday	45	144,63	9	42,39	31	78,94	5	23,3	34	94,29
	Sunday	18	35,88	3	11,04	8	12,87	7	11,97	21	39,54
21-24	Mon-Fri	451	388,98	27	53,76	396	306,97	28	28,25	427	352,76
	Saturday	109	294,54	9	38,98	92	230,46	8	25,1	143	371,99
	Sunday	65	169,07	7	54,22	55	109,2	3	5,65	91	191,52



Tabella E.5-Analisi domanda Road nell'area Mezzomonreale-Villa tasca tramite matrice O/D PUMS, periodo estivo

		Road_Area di Studio									
		Generati		Interni_Area Di Studio		Area di Studio-Palermo		Area di studio-Area Metropolitana		Attratti	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	898	1501,39	35	424,75	544	691,95	317	384,11	1109	1436,99
	Saturday	384	1746,19	33	539,94	236	756,66	115	449,59	483	1794,82
	Sunday	492	2434,73	34	543,85	322	1260,38	136	630,5	622	2634,08
04-06	Mon-Fri	705	571,05	34	92,78	470	349,82	197	126,79	597	431,01
	Saturday	109	292,46	21	104,88	69	147,8	17	36,51	73	156,09
	Sunday	84	216,98	23	96,56	44	84,7	16	34,39	72	158,22
06-07	Mon-Fri	940	1005,81	35	136,24	631	699,26	270	168,67	845	756,48
	Saturday	130	356,99	25	117,48	78	175,83	27	63,68	105	245,62
	Sunday	101	253,69	18	82,75	52	106,34	31	64,6	46	96,81
07-08	Mon-Fri	1124	1680,08	35	240,84	697	1120,89	390	317,71	983	1057,3
	Saturday	263	872,34	28	239,47	168	429,52	67	203,35	141	425,74
	Sunday	186	548,58	24	127,68	78	180,84	83	238,46	65	167,36
08-09	Mon-Fri	1198	2095,37	36	357,49	709	1285,27	451	451,86	939	1121,31
	Saturday	384	1462,07	32	382,79	234	702,56	117	374,62	187	606,48
	Sunday	293	1049,26	29	255,53	122	324,39	142	469,34	110	323,33
09-10	Mon-Fri	1215	2319,05	36	591,54	715	1225,35	462	501,59	1002	1296,12
	Saturday	430	1866,84	30	524,7	275	914,79	125	427,35	217	811,34
	Sunday	345	1414,88	32	408,2	159	471,63	154	535,05	163	531,92
10-11	Mon-Fri	1207	2455,75	36	674,49	703	1237,3	466	543,3	1043	1493,06
	Saturday	428	2062,64	30	644,28	256	895,29	142	523,07	304	1129,51
	Sunday	400	1775,64	29	458,01	206	657,86	165	659,77	221	774,99
11-12	Mon-Fri	1178	2327,85	36	661,47	677	1111,84	465	554,54	1077	1641,93
	Saturday	398	1987,41	32	683,68	242	856,75	124	446,98	318	1259,1
	Sunday	387	1705,38	34	525,45	185	567,2	168	612,73	298	997,23
12-13	Mon-Fri	1148	2221,62	36	631,24	670	1026,42	442	563,96	1097	1768,93
	Saturday	376	1765,13	33	578,6	239	723,1	104	463,43	358	1306,52
	Sunday	339	1486,5	32	476,9	184	519,4	123	490,2	299	1082,97
13-14	Mon-Fri	1102	1916,61	36	507,04	664	916,72	402	492,85	1056	1587,96



	Saturday	314	1388,23	32	452,62	188	585,91	94	349,7	286	959,24
	Sunday	215	966,11	29	388,61	112	314,85	74	262,65	208	689,72
14-15	Mon-Fri	1153	1866,92	36	464,01	673	912,7	443	489,91	1025	1364,09
	Saturday	310	1360,73	30	505,92	178	501,04	102	353,77	249	754,25
	Sunday	208	869,63	30	355,96	99	272,18	79	241,49	175	504,94
15-16	Mon-Fri	1219	2173,64	36	515,5	706	1146,45	476	511,13	1149	1489,58
	Saturday	315	1384,08	29	464,89	192	586,11	93	331,59	284	832,3
	Sunday	269	1007,71	26	336,43	160	425,45	83	245,83	238	694,8
16-17	Mon-Fri	1272	2563	36	628,35	708	1322,63	526	611,49	1241	1873,9
	Saturday	375	1722,94	32	506,07	253	848,57	90	368,3	338	1137,35
	Sunday	338	1319,46	29	371,19	215	635,64	94	312,63	316	960,89
17-18	Mon-Fri	1304	2730,6	36	658,64	720	1390,84	547	680,9	1290	2179,67
	Saturday	460	2140,87	32	659,58	329	1091,35	99	389,94	351	1301,96
	Sunday	416	1642,82	29	392,69	280	904,29	107	345,84	449	1496
18-19	Mon-Fri	1247	2610,64	36	685,15	698	1234,81	513	690,68	1271	2294,59
	Saturday	490	2400,63	35	638,71	322	1179,22	133	582,7	438	1660,46
	Sunday	421	1779,73	32	525,13	281	846,76	108	407,84	480	1610,52
19-20	Mon-Fri	1191	2519,35	36	705,07	688	1126,62	467	687,66	1180	2155,96
	Saturday	536	2486,15	31	589,56	358	1262,03	147	634,56	495	1913,44
	Sunday	400	1676,67	33	464,95	246	762,81	121	448,91	446	1582,79
20-21	Mon-Fri	1002	1786,04	36	482,68	603	797,76	360	504,72	993	1371,5
	Saturday	376	1644,06	30	443,34	240	724,63	106	476,09	340	1142,72
	Sunday	302	1353,3	31	448,48	195	558,29	76	346,53	313	969,77
21-24	Mon-Fri	1291	4414	36	1275,24	735	2076,16	518	1062,1	1490	3671,01
	Saturday	689	4474,5	34	1140,29	446	2195,91	209	1138,3	827	4360,72
	Sunday	606	4070,45	34	1266,51	405	1830,29	166	972,39	801	3839,39

Tabella E.6-Analisi domanda Slowmodes nell'area Mezzomonreale-Villa tasca tramite matrice O/D PUMS, periodo estivo

SlowModes_Area Di Studio											
		Generati		Interni_Area Di Studio		Area di Studio-Palermo		Area di studio-Area Metropolitana		Attratti	
		Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count	Coppie O/D	Average Count
00-04	Mon-Fri	77	231,92	28	161,05	36	49,33	13	21,54	54	87,54
	Saturday	32	201,92	21	170,06	7	25,06	4	6,8	15	67,87
	Sunday	31	184,37	17	139,51	7	21,12	7	23,74	21	82,39
04-06	Mon-Fri	43	93,55	21	69,5	14	17,29	8	6,76	20	25,74
	Saturday	6	30,19	6	30,19	0	0	0	0	1	1,87
	Sunday	6	24,56	4	19,9	1	1,28	1	3,38	1	1,26
06-07	Mon-Fri	58	102,03	22	54,99	24	29,2	12	17,84	31	28,52
	Saturday	7	53,16	6	42,25	1	10,91	0	0	2	2,84
	Sunday	4	18,67	3	17,31	1	1,36	0	0	0	0
07-08	Mon-Fri	74	229,83	22	143,29	43	58,78	9	27,76	41	60,86
	Saturday	20	88,99	14	68,96	3	10,53	3	9,5	6	25,25
	Sunday	10	38,74	7	30,8	2	3,63	1	4,31	2	5,88
08-09	Mon-Fri	94	409,59	28	269,77	50	103,4	16	36,42	52	125,24
	Saturday	31	243,04	18	178,19	8	40,36	5	24,49	10	59,45
	Sunday	26	138,63	16	111,24	5	18,59	5	8,8	6	28,31
09-10	Mon-Fri	96	578,96	29	395,07	51	133,07	16	50,82	70	164,3
	Saturday	48	499,22	23	365,49	17	92,3	8	41,43	23	131,25
	Sunday	36	339,41	19	259,13	11	50,45	6	29,83	18	81,06
10-11	Mon-Fri	95	663,45	30	458,7	49	148,61	16	56,14	69	192,75
	Saturday	51	617,36	24	449,28	17	112,67	10	55,41	23	163,09
	Sunday	44	417,9	21	302,68	14	72,02	9	43,2	20	118,68
11-12	Mon-Fri	99	665,19	30	445,35	46	157,16	23	62,68	52	218,72
	Saturday	42	486,93	20	331,65	15	105,89	7	49,39	22	137,68
	Sunday	36	418,14	20	300,62	10	81,18	6	36,34	18	128,66
12-13	Mon-Fri	91	551,09	27	360,54	49	131,01	15	59,54	65	197,82
	Saturday	41	421,72	21	282,14	11	106,67	9	32,91	21	131,21



	Sunday	35	335	20	249,13	10	60,63	5	25,24	15	81,44
13-14	Mon-Fri	89	487,68	29	321,21	47	113,53	13	52,94	61	176,87
	Saturday	35	360,19	18	289,28	9	44,11	8	26,8	16	131,08
	Sunday	29	210,62	18	146,4	6	36,5	5	27,72	8	36,04
14-15	Mon-Fri	100	457,55	31	302,05	52	109,97	17	45,53	62	140,83
	Saturday	41	361,36	20	236,6	13	58,76	8	66	21	107,37
	Sunday	30	224,59	17	178,28	7	24,89	6	21,42	14	52,98
15-16	Mon-Fri	106	517,93	33	336,76	57	133,19	16	47,98	64	148,12
	Saturday	45	367,72	21	236,9	16	68,73	8	62,09	22	122,4
	Sunday	31	213,27	18	167,12	7	19,95	6	26,2	13	55,92
16-17	Mon-Fri	99	638,13	29	419,91	53	150,12	17	68,1	59	198,03
	Saturday	41	475,78	19	360,4	15	76,93	7	38,45	14	111,64
	Sunday	32	260,25	20	203,24	6	34,91	6	22,1	12	59,38
17-18	Mon-Fri	90	695,62	28	508,5	48	138,79	14	48,33	70	217,65
	Saturday	42	450,85	21	300,71	13	101,2	8	48,94	19	143,27
	Sunday	36	430,87	20	322,85	10	60,59	6	47,43	14	87,27
18-19	Mon-Fri	82	712,43	27	497	41	157,94	14	57,49	65	212,1
	Saturday	41	505,3	20	338,12	13	103,65	8	63,53	21	174,07
	Sunday	39	370,92	19	249,26	13	75,47	7	46,19	15	106,93
19-20	Mon-Fri	86	547,13	27	351,4	41	140,37	18	55,36	67	217,47
	Saturday	41	485,52	22	365,69	11	75,64	8	44,19	24	163,8
	Sunday	36	376,51	19	273,12	9	62,25	8	41,14	17	86,8
20-21	Mon-Fri	80	443,59	27	305,23	42	99,74	11	38,62	61	150,01
	Saturday	40	324,08	21	231,91	11	55,97	8	36,2	20	93,95
	Sunday	29	271,21	18	193,3	9	61,41	2	16,5	16	76,54
21-24	Mon-Fri	118	995,49	32	706,2	71	211,43	15	77,86	81	318,45
	Saturday	50	640,43	24	462,32	18	111,83	8	66,28	36	239,11
	Sunday	46	680,96	21	485,46	18	159,71	7	35,79	26	184,37

Tabella E7.-Risultati matrice O/D per giorni lavorativi (Lun-Ven) per ogni modalità di trasporto nell'area di Mezzomonreale-Villa tasca, periodo invernale

	Periodo Invernale_Febbraio2023				
	Monday-Friday				
	Generati	Interni_AreaDiStudio	AreaDiStudio-Palermo	AreaDiStudio-Area Metropolitana	Attratti
Bus	12,21%	6,11%	17,47%	7,92%	15,95%
Road	70,60%	59,14%	74,09%	83,77%	75,72%
SlowModes	17,19%	34,75%	8,44%	8,31%	8,33%

Tabella E.8-Risultati matrice O/D per giorni festivi (Sabato) per ogni modalità di trasporto nell'area di Mezzomonreale-Villa tasca, periodo invernale

	Periodo Invernale_Febbraio2023				
	Saturday				
	Generati	Interni_Palermo	AreaDiStudio-Palermo	AreaDiStudio-Area Metropolitana	Attratti
Bus	7,76%	4,65%	10,73%	6,20%	9,70%
Road	74,22%	61,54%	81,10%	84,48%	81,34%
SlowModes	18,02%	33,81%	8,17%	9,32%	8,96%

Tabella E.9-Risultati matrice O/D per giorni festivi (Domenica) per ogni modalità di trasporto nell'area di Mezzomonreale-Villa tasca, periodo invernale

	Periodo Invernale_Febbraio2023				
	Sunday				
	Generati	Interni_Palermo	Palermo-Area Metropolitana	Palermo-Area Metropolitana	Attratti
Bus	5,82%	4,65%	7,74%	3,58%	8,47%
Road	75,62%	62,24%	83,37%	88,12%	83,63%
SlowModes	18,55%	33,10%	8,89%	8,31%	7,89%

Tabella E.10-Risultati matrice O/D per giorni lavorativi (Lun-Ven) per ogni modalità di trasporto nell'area di Mezzomonreale-Villa tasca, periodo estivo

	Periodo Estivo_Febbraio2023				
	Monday-Friday				
	Generati	Interni_AreaDiStudio	AreaDiStudio-Palermo	AreaDiStudio-Area Metropolitana	Attratti
Bus	10,48%	5,81%	15,50%	5,79%	12,73%
Road	72,63%	57,88%	76,41%	86,53%	79,31%
SlowModes	16,89%	36,31%	8,09%	7,67%	7,88%

Tabella E.,11-Risultati matrice O/D per giorni festivi (Sabato) per ogni modalità di trasporto nell'area di Mezzomonreale-Villa tasca, periodo estivo

	Periodo Estivo_Febbraio2023				
	Saturday				
	Generati	Interni_Palermo	AreaDiStudio-Palermo	AreaDiStudio-Area Metropolitana	Attratti
Bus	5,53%	4,95%	7,03%	3,57%	7,04%
Road	78,05%	62,77%	85,89%	88,63%	85,13%
SlowModes	16,43%	32,28%	7,08%	7,82%	7,83%



*Tabella E.12-Risultati matrice O/D per giorni festivi (Domenica) per ogni modalità di trasporto nell'area di
Mezzomonreale-Villa tasca, periodo estivo*

Periodo Estivo_Febbraio2023					
Sunday					
	Generati	Interni_Palermo	Palermo-Area Metropolitana	Palermo-Area Metropolitana	Attratti
Bus	3,38%	3,56%	3,64%	2,72%	4,48%
Road	80,95%	64,95%	89,32%	91,54%	89,56%
SlowModes	15,68%	31,50%	7,05%	5,74%	5,96%

BIBLIOGRAFIA

Alonso-González M. J., Hoogendoorn-Lanser S., Van Oort N., Cats O., Hoogendoorn S., "Drivers and barriers in adopting Mobility as a Service (MaaS) - A latent class cluster analysis of attitudes", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 132, 2020, Pages 378-401, ISSN 0965-8564.

<https://doi.org/10.1016/j.tra.2019.11.022>.

Ambrosino G., Nelson J.D., Romanazzo M., "Demand Responsive Transport Services: Towards the flexible mobility agency", Roma: ENEA Italian National Agency for New Technologies, Energy and the Environment, 2004, ISBN 88-8286-043-4.

Ambrosino G., Di Volo N., Ferilli G., Finn B., "Mobility services accessibility: demand responsive transport service towards the flexible mobility agency" *Social Research in Transport (SORT) Clearinghouse*, 2004.

Banister D., Hickman R., "Transport futures: Thinking the unthinkable", *Transport Policy*, Volume 29, 2013, Pages 283-293, ISSN 0967-070X,

<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.07.005>.

Brake J., Nelson J. D., Wright S., "Demand responsive transport: towards the emergence of a new market segment", *Journal of Transport Geography*, Volume 12, Issue 4, 2004, Pages 323-337. ISSN 0966-6923.

Calabrò G., Araldo A., Oh S., Seshadri R., Inturri G., Ben-Akiva M., "Integrating fixed and demand-responsive transportation for Flexible Transit Network Design", 2021.

Campisi T., Cocuzza E., Ignaccolo M., Inturri G., Tesoriere G., Canale A., "Detailing DRT users in Europe over the last twenty years: a literature overview", *Transportation Research Procedia*, Volume 69, 2023, Pages 727-734, ISSN 2352-1465.

<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2023.02.229>.

Capodici A.E., D'Orso G., Migliore M., Vittorietti M., " A Stated Preference Survey to Forecast Microtransit Choice in Suburban Areas with Low Public Transport Ridership". Journal of Urban Planning and Development, 2025, Volume 151(1).
<https://doi.org/10.1061/jupddm.upeng-5100>

Capodici A.E., Citrano M., D'Orso G., Migliore M., Ignaccolo M., Leonardi P., Torrisi, V. "Designing microtransit services in suburban areas: A case study in Palermo, Italy", Research in Transportation Business and Management, 2024, Volume 56.
<https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2024.101191>

Caramuta C., Grosso A., Longo G., Ricchetti C., Rotaris L., "Design, implementation and monitoring of a Demand Responsive Transport service for student leisure transfers: The case study of University of Trieste", Transportation Engineering, Volume 20, 2025, 100345. ISSN 2666-691X, <https://doi.org/10.1016/j.treng.2025.100345>.

Chandra S., Ehsanul Bari M., Devarasetty P.C., Vadali S., Accessibility evaluations of feeder transit services, Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 52, 2013, Pages 47-63, ISSN 0965-8564.
<https://doi.org/10.1016/j.tra.2013.05.001>.

Dytckov S., Persson J. A., Lorig F., Davidsson P., "Potential Benefits of Demand Responsive Transport in Rural Areas: A Simulation Study in Lolland, Denmark", Sustainability, Volume 14, 2022, (6).
doi: 10.3390/su14063252.

Feigon S., Feigon C., (2016). "Shared Mobility and the Transformation of Public Transit". Transportation Research Board, TCRP Report 188, ISBN 978-0-309-44582-5.
doi:10.17226/23578

Gasparovic S., "Theoretical Postulates of Transport Disadvantage", Hrvatski Geografski Glasnik, Volume 78, 2016, Pages 73-95.

Giuffrida N., Binetti M., Viscio S., Ottomanelli M., "A Simplified Framework for the Equity-Based Spatial Assessment of Alternative Public Transport Networks" Sustainability, 2022, Volume 14(24): 16606.

<https://doi.org/10.3390/su142416606>

Gorev A., Popova O., Solodkij A., "Demand-responsive transit systems in areas with low transport demand of "smart city", Transportation Research Procedia, Volume 50, 2020, Pages 160-166, ISSN 2352-1465.

<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2020.10.020>.

Gunay B., Akgol K., Andreasson I., Terzi S., "Estimation of modal shift potential for a new form of dial-a-ride service", Journal of Public Transportation, Volume 19, 2016, Pages 75-88.

doi: 10.5038/2375 0901.19.2.5.

Inturri G., Le Pira M., Giuffrida N., Ignaccolo M., Pluchino A., Rapisarda A., D'Angelo R., "Multi-agent simulation for planning and designing new shared mobility services", Research in Transportation Economics, Volume 73, 2019, Pages 34-44.

ISSN 0739-8859

Jain S., Ronald N., Thompson R., Winter S., "Predicting susceptibility to use demand responsive transport using demographic and trip characteristics of the population", Travel Behaviour and Society, Volume 6, 2017, Pages 44 56, ISSN 2214-367X.

<https://doi.org/10.1016/j.tbs.2016.06.001>.

Kent M. H., Small K.A., Van Dender K., "Induced demand and rebound effects in road transport", Transportation Research Part B: Methodological, Volume 44, Issue 10, 2010, Pages 1220-1241, ISSN 0191-2615.

<https://doi.org/10.1016/j.trb.2010.02.007>.

Knierim L., Schlüter J.C., "The attitude of potentially less mobile people towards demand responsive transport in a rural area in central Germany", Journal of Transport Geography, Volume 96, 2021, 103202, ISSN 0966-6923.

<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2021.103202>.

König A., Gripenkoven J., "The actual demand behind demand-responsive transport: Assessing behavioral intention to use DRT systems in two rural areas in Germany", Case Studies on Transport Policy, Volume 8, Issue 3, 2020, Pages 954-962, ISSN 2213-624X.

<https://doi.org/10.1016/j.cstp.2020.04.011>.

Litman T., "Evaluating accessibility for transportation planning", Technical report, Transportation Research Board, 2008.

<https://trid.trb.org/view/859513>.

Liu Y., Wang Z., Cats O., Pei X., Shang P., "Semi-flexible transit service optimization considering scenario-based demand fluctuations", Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, Volume 206, 2026, 104589, ISSN 1366-5545,

<https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104589>.

Luisetto L., Ricci S., "Free-fare public transport: economic, environmental, and social sustainability", Transportation Research Procedia, Volume 86, 2025, Pages 716-723, ISSN 2352-1465,

<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2025.04.089>.

Meeder M., Aebi T., Weidmann U., "The influence of slope on walking activity and the pedestrian modal share", Transportation Research Procedia, Volume 27, 2017, Pages 141-147, ISSN 2352-1465.

<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.12.095>.

Migliore M., Lo Burgio, A., Di Giovanna, M., "Parking pricing for a sustainable transport system", Transportation Research Procedia, 2014, Elsevier B.V., 3(July), Pages. 403 412, 2014.

doi: 10.1016/j.trpro.2014.10.021.

Mishra S., Mehran B., K. Sahu P., "Assessment of delivery models for semi-flexible transit operation in low-demand conditions", *Transport Policy*, Volume 99, 2020, Pages 275-287, ISSN 0967-070X,

<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.09.004>.

Mortazavi A., Ghasri M., Ray T., "Integrated Demand Responsive transport in Low-Demand Areas: A case study of Canberra, Australia", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 127, 2024, 104036, ISSN 1361-9209,

<https://doi.org/10.1016/j.trd.2023.104036>.

Mounce R., Beecroft M., Nelson J.D., "On the role of frameworks and smart mobility in addressing the rural mobility problem", *Research in Transportation Economics*, Volume 83, 2020, 100956, ISSN 0739-8859.

<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2020.100956>.

Mulley C., Nelson J.D., "Flexible transport services: A new market opportunity for public transport", *Research in Transportation Economics*, Volume 25, Issue 1, 2009, Pages 39-45, ISSN 0739-8859,

<https://doi.org/10.1016/j.retrec.2009.08.008>.

Mulley C., Nelson J., Teal R., Wright S., Daniels R., "Barriers to implementing flexible transport services: An international comparison of the experiences in Australia, Europe and USA", *Research in Transportation Business & Management*, Volume 3, 2012, Pages 3-11, ISSN 2210-5395.

<https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2012.04.001>.

Nelson J. D., Phonphitakchai T., "An evaluation of the user characteristics of an open access DRT service", *Research in Transportation Economics*. Elsevier Ltd, Volume 34(1), 2012, Pages. 54-65.

doi: 10.1016/j.retrec.2011.12.008.

Núñez F., Alborno E., León J., Zumelzu A., “Socially sustainable mobility: Strategic analysis to identify accessibility barriers”, *Sustainable Cities and Society*, Volume 76, 2022, 103420, ISSN 2210-6707,

<https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103420>.

Nuworsoo C., Deakin E., Golub A., "Equity Impacts of Transit Fare Proposals: A Case Study of AC Transit", *Journal of the Transportation Research Forum*, Volume 47(3), 2012.

<https://doi.org/10.5399/osu/jtrf.47.3.2106>

Ortúzar J. D., Willumsen L.G., "Modelling Transport", 4th Edition, Wiley, Hoboken, 2011.

<https://doi.org/10.1002/9781119993308.fmatter>

Papanikolaou A., Basbas S., Mintsis G., Taxiltaris C., "A methodological framework for assessing the success of Demand Responsive Transport (DRT) services", *Transportation Research Procedia*, Volume 24, 2017, Pages 393-400.
ISSN 2352-1465.

Parragh, S. N., Doerner, K. F., & Hartl, R. F., “A survey on pickup and delivery problems”, *Journal für Betriebswirtschaft*, Volume 58, 2008, Pages 21–51.

<https://doi.org/10.1007/s11301-008-0033-7>

Piano Urbano della Mobilità Sostenibile (2024)

Pillac V., Gendreau M., Guéret C., Medaglia A.L., “A review of dynamic vehicle routing problems”, *European Journal of Operational Research*, Volume 225, Issue 1, 2013, Pages 1-11, ISSN 0377-2217,

<https://doi.org/10.1016/j.ejor.2012.08.015>.

Poltimäe H., Rehema M., Raun J., Poom A., "In Search of Sustainable and Inclusive Mobility Solutions for Rural Areas", *European Transport Research Review*, 2022, Volume 14 (1), Article No. 13.

<https://doi.org/10.1186/s12544-022-00536-3>

Rossolov O., Gkavra R., Susilo Y.O., "Will you still drive or are you ready to ride? Exploring readiness to use demand-responsive transport in the City of Vienna", Research in Transportation Business & Management, Volume 59, 2025, 101277, ISSN 2210-5395.

<https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2024.101277>.

Rubensson I., Susilo Y., Cats O., "Is flat fare fair? Equity impact of fare scheme change", Transport Policy, 2020, Volume 91, Pages 48-58.

<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.03.013>

Silver K., Lopes A., Vale D., Marques da Costa N., "The inequality effects of public transport fare: The case of Lisbon's fare reform", Journal of Transport Geography, Volume 112, 2023, 103685, ISSN 0966-6923.

<https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2023.103685>.

Silver S.D., "Improving mobility: Evaluating demand responsive transport (DRT) services for retirement communities in Santa Clara County, California", Transportation Research Interdisciplinary Perspectives, Volume 33, 2025, 101617, ISSN 2590-1982,

<https://doi.org/10.1016/j.trip.2025.101617>.

Šipuš D., Borna A., "Tariffing in Integrated Passenger Transport Systems: A Literature Review", Promet: Traffic&Transportation, Volume 30, 2018.

<https://doi.org/10.7307/ptt.v30i6.2948>

Šipuš D., Borna A., Slaven G. , "Equity fare system: Factors affecting fare structure in integrated passenger transport", Transportation Research Procedia, Volume 40, 2019, Pages 1192-1198, ISSN 2352-1465.

<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.07.166>.

Sörensen L., Bossert A., Jokinen J., Schlüter J., "How much flexibility does rural public transport need? - Implications from a fully flexible DRT system", Transport Policy, Volume 100, 2021, Pages 5-20, ISSN 0967-070X.

<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2020.09.005>.

Sun J., Walters M., Svensson N., Lloyd D.G., 1996, "The influence of surface slope on human gait characteristics: A study of urban pedestrians walking on an inclined surface". *Ergonomics*, Volume 39 (4), 1996, Pages 677-692.

<https://doi.org/10.1080/>

Tang C., Ceder A.A., En Ge Y., "Integrated optimization of bus line fare and operational strategies using elastic demand", *Journal of Advanced Transportation*, 2017, 7058789, 15 pages.

<https://doi.org/10.1155/2017/7058789>

Teal R. F., Becker A. J., "Business strategies and technology for access by transit in lower density environments", *Research in Transportation Business and Management*. Elsevier Ltd, Volume 2, 2011, Pages 57-64.

doi: 10.1016/j.rtbm.2011.08.003.

Tiwari S., Ghosly S., Parmar J., "A Cost-Based Assignment of Demand-Responsive Transport: A Comparative Study with Public Transportation Alternatives", *Transportation Research Procedia*, Volume 90, 2025, Pages 344-351, ISSN 2352-1465.

<https://doi.org/10.1016/j.trpro.2025.06.134>

Truden C., Kollingbaum M.J., Reiter C., Schasché S.E., "A GIS-based analysis of reachability aspects in rural public transportation", *Case Studies on Transport Policy*, Volume 10, 2022, Pages 1827-1840, ISSN 2213-624X.

<https://doi.org/10.1016/j.cstp.2022.07.012>.

Vansteenwegen P., Melis L., Akta? D., Galarza Montenegro B.D., Sartori Vieira F., Sörensen K., "A survey on demand-responsive public bus systems", *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, Volume 137, 2022, 103573.

ISSN 0968-090X

Velaga N. R., Nelson J.D., Wright S.D., Farrington J.H., "The potential role of Flexible Transport Services in enhancing rural public transport provision", *Journal of Public Transportation*. Volume 15, 2012, Pages 111-131.

Viergutz K., Schmidt C., "Demand responsive - vs. conventional public transportation: A MATSim study about the rural town of Colditz, Germany", *Procedia Computer Science*, Volume 151, 2019, Pages 69-76.

ISSN 1877-0509

Vietze C., "Social Tariff Concessions and the Price Elasticity of Demand of Local Public Transport System in a Medium Sized Urban Area", *Raumforschung und Raumordnung | Spatial Research and Planning*, Volume 69, 2011, Pages 319-331.

<https://doi.org/10.1007/s13147-011-0116-0>.

Waka Kotahi NZ Transport Agency, *Transport model development guidelines*, First Edition, Wellington 2019.

Wang D., Araldo A., El Yacoubi M., "Planning Demand-Responsive Transit to reduce inequality of accessibility", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 199, 2025, 104544, ISSN 0965-8564,

<https://doi.org/10.1016/j.tra.2025.104544>.

Wang C., Quddus M., Enoch M., Ryley T., Davison L., "Exploring the propensity to travel by demand responsive transport in the rural area of Lincolnshire in England", *Case Studies on Transport Policy*, Volume 3, Issue 2, 2015, Pages 129-136.

ISSN 2213-624X.

Wang H., Jinyang L., Wang P., Teng J., Loo B.P.Y., "Adaptability analysis methods of demand responsive transit: a review and future directions", *Transport Reviews*, Volume 43, Issue 4, 2023, Pages 676-697.

Wang S., Liu Y., Corcoran J., "Equity of public transport costs before and after a fare policy reform: An empirical evaluation using smartcard data", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, Volume 144, 2021, Pages 104-118, ISSN 0965-8564.

<https://doi.org/10.1016/j.tra.2020.12.010>.

Wei L., Bizjak G., Kobav M.B., "Evaluating the impact of street lighting configurations on the accuracy of pedestrian obstacle detection: Findings from an onsite experiment", Results in Engineering, Volume 28, 2025, 107574, ISSN 2590-1230.

<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2025.107574>.

Wu G., Hong J., Thakuriah P., "Investigating the temporal changes in the relationships between time spent on the internet and non-mandatory activity-travel time use", Transportation, Volume 49, 2022, Pages 213-235.

<https://doi.org/10.1007/s11116-021-10174-8>

Yazıcıoğlu C., and Akgüngör A.P., "Modeling Short-Term Passenger Flows in Metro and Bus Systems Using Meteorological Data: Deep Learning Model Comparisons" Applied Sciences Volume 15, no. 11, 2025, 6260.

<https://doi.org/10.3390/app15116260>

Zahedi S., Koutsopoulos H.N., Ma Z., "Improving demand responsive transit services: Insights from the London field test", Journal of Public Transportation, Volume 26, 2024, 100107, ISSN 1077-291X,

<https://doi.org/10.1016/j.jpubtr.2024.100107>.

Zhao C., Xue M., Hamidi Z., "Potential of demand responsive transport for young people in Sweden", Transportation Research Part A: Policy and Practice, Volume 184, 2024, 104093, ISSN 0965-8564.

<https://doi.org/10.1016/j.tra.2024.104093>.

Zhong C., Wu P., Zhang Q., Ma Z., "Online prediction of network-level public transport demand based on principle component analysis ", Communications in Transportation Research, Volume 3, 2023, 100093, ISSN 2772-4247.

<https://doi.org/10.1016/j.commtr.2023.100093>.



SITOGRAFIA

<https://www.aci.it> - [ACI Automobile Club d'Italia - Hub ufficiale](#)

[Repertorio Statistico - Palermo Statistica](#)

<https://www.autobusweb.com>

<https://www.amat.pa.it/>

<https://www.moovitapp.com/>