

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA
Dipartimento di Ingegneria Civile e Architettura



DYMITRIS – DYnamic MultImodal Traveller Information System

Relazione finale

Assegnista: Michela Le Pira

Responsabile Scientifico: Prof. Giuseppe Inturri

1 Sommario

1. Informazioni generali.....	3
1.1. Breve descrizione degli ambiti di ricerca	3
1.2. Descrizione del piano di lavoro annuale, dell’approccio metodologico prescelto, degli obiettivi generali e specifici.	3
2. Relazione attività svolte nel corso del I semestre	4
2.1. Descrizione degli obiettivi specifici relativi al I semestre	4
2.2. Risultati scientifici raggiunti e relative considerazioni	4
2.2.1 Review di letteratura sulla valutazione della qualità dei servizi di trasporto pubblico locale ..	4
2.2.2 Review di letteratura su sistemi ITS applicati al trasporto pubblico e Dynamic Multimodal Traveller Information System	9
2.2.3 Il servizio di trasporto pubblico a Catania	12
2.2.4 Il monitoraggio dei trasporti a Catania.....	14
2.2.5 Ipotesi di studio con FCE.....	16
3. Relazione attività svolte nel corso del II semestre	19
3.1. Descrizione degli obiettivi specifici relativi al II semestre	19
3.2. Risultati scientifici raggiunti e relative considerazioni	19
3.2.1 Risultati indagine preliminare	19
3.2.2 Analisi dell’accessibilità	26
3.2.3 Indagine a bordo su qualità attesa/percepita del servizio in tempo reale e sulle preferenze degli utenti rispetto a diversi livelli/tipologie di informazioni sul servizio	30
3.2.4 Analisi dei risultati dell’indagine tramite metodologie statistiche e tecniche di analisi multicriteria	32
3.2.5 Confronto qualità attesa/percepita vs. qualità erogata/programmata in tempo reale	38
3.2.6 Roadmap per la costruzione di un’applicazione mobile.....	39
4. Conclusioni sull’attività di ricerca svolta	41
5. Attività correlate alla ricerca	41
5.1. Tesi di laurea (in qualità di correlatrice).....	41
5.2. Attività didattiche	41
5.3. Partecipazione a seminari e convegni	42
6. Elenco eventuali pubblicazioni	42

1. Informazioni generali

L'assegno di ricerca DYMITRIS (DYNAMIC Multimodal Traveller Information System) si inquadra nell'ambito dell'iniziativa promossa dalla Fondazione Nazionale delle Comunicazioni, denominata "Progetto: Assegni di Ricerca 2016", per l'assegnazione di n. 10 assegni di ricerca da destinare a giovani ricercatrici/ricercatori, nei settori: Trasporto passeggeri, Trasporto merci e logistica, Mobilità sostenibile. Il progetto DYMITRIS, presentato dall'Università degli Studi di Catania (responsabile scientifico prof. G. Inturri), è stato selezionato come uno dei progetti vincitori da parte della Fondazione Nazionale delle Comunicazioni.

1.1. Breve descrizione degli ambiti di ricerca

Lo scopo del progetto è migliorare la qualità dei servizi di trasporto pubblico ed incrementarne l'utilizzo, mettendo a disposizione nuove tecnologie pensate sia per i cittadini, sia per le aziende che gestiscono l'esercizio. Si tratta di definire le caratteristiche di un sistema di comunicazione dinamico che coinvolga i passeggeri in modo proattivo, per monitorare la qualità percepita ed erogata del servizio. Ciò consentirà di effettuare un'analisi comparata delle performance del trasporto pubblico e di quello privato, utile per la pianificazione di una mobilità urbana sostenibile. Il coinvolgimento dei cittadini e degli stakeholder sarà fondamentale per la definizione del sistema, al fine di coniugare in modo coerente le diverse esigenze e punti di vista dell'operatore di esercizio, degli utenti del trasporto pubblico, dell'amministrazione pubblica e, in generale, della comunità.

1.2. Descrizione del piano di lavoro annuale, dell'approccio metodologico prescelto, degli obiettivi generali e specifici.

Il piano di lavoro annuale è tarato per raggiungere l'obiettivo finale del progetto, ovvero definire le caratteristiche di un sistema di comunicazione dinamico che coinvolga i passeggeri in modo proattivo, per monitorare la qualità percepita ed erogata del servizio (DMTIS – Dynamic Multimodal Traveller Information System). Il sistema è pensato per la realtà di Catania, dove il servizio di trasporto pubblico è erogato da due aziende di trasporto: Azienda Metropolitana di Trasporti (AMT) Catania e Ferrovia Circumetnea (FCE).

Il piano di lavoro annuale, con relativo approccio metodologico, prevede le seguenti fasi:

- Review di letteratura sulla valutazione della qualità dei servizi di trasporto pubblico locale (Tree of Science)
- Review di letteratura su sistemi ITS applicati al trasporto pubblico e Dynamic Multimodal Traveller Information System (Tree of Science)
- Il monitoraggio dei trasporti a Catania: analisi del sistema ITS in dotazione all'Università degli Studi di Catania, del sistema AVM in dotazione all'Azienda Metropolitana Trasporti (AMT) e alla Ferrovia Circumetnea (FCE)
- Ipotesi di studio con FCE
 - Indagine preliminare su qualità del TPL/architettura DMTIS
 - Analisi dell'accessibilità del trasporto pubblico rispetto al trasporto privato
 - Indagine a bordo su qualità attesa/percepita del servizio in tempo reale e sulle preferenze degli utenti rispetto a diversi livelli/tipologie di informazioni sul servizio
 - Confronto qualità attesa/percepita vs. qualità erogata/programmata in tempo reale
 - Roadmap per la costruzione di un'applicazione mobile

Gli obiettivi specifici, in accordo con il progetto DYMITRIS, sono riportati di seguito:

Tabella 1 Obiettivi specifici della ricerca

OBIETTIVI SPECIFICI	INDICATORI	SEMESTRE
Definire caratteristiche e funzioni di un sistema dinamico d'informazione ai passeggeri che sia proattivo e personalizzato	Bacino di utenza potenziale dell'applicazione mobile	I/II semestre
Monitorare le performance del trasporto pubblico attraverso la raccolta e l'analisi di dati di traffico in tempo reale	Report sulle prestazioni del sistema in base ai dati di traffico in tempo reale (regolarità, puntualità, velocità commerciale, etc.)	II semestre
Effettuare un'analisi comparativa fra le performance del trasporto pubblico e quelle del trasporto privato, sottolineando analogie e differenze	Mappe di accessibilità relativa fra il trasporto pubblico e privato	II semestre
Monitorare la qualità percepita del servizio attraverso la raccolta e l'analisi dei dati sull'esperienza di viaggio dei passeggeri	Report su soddisfazione degli utenti, basati su misure di confronto dati esperienza viaggio/dati performance reali	I/II semestre

2. Relazione attività svolte nel corso del I semestre

2.1. Descrizione degli obiettivi specifici relativi al I semestre

Gli obiettivi specifici relativi al I semestre sono:

- Comprendere i fattori che influenzano la qualità dei servizi di trasporto pubblico locale
- Analizzare la letteratura su sistemi ITS applicati al trasporto pubblico e Dynamic Multimodal Traveller Information System
- Analizzare il sistema ITS in dotazione all'Università degli Studi di Catania
- Analizzare il sistema AVM in dotazione all'Azienda Metropolitana Trasporti (AMT) e alla Ferrovia Circumetnea (FCE)
- Ipotesi di studio con FCE
 - Indagine preliminare su qualità del TPL/architettura DMTIS

I risultati del I semestre si riportano di seguito.

2.2. Risultati scientifici raggiunti e relative considerazioni

2.2.1 Review di letteratura sulla valutazione della qualità dei servizi di trasporto pubblico locale

L'analisi di letteratura sulla qualità del TPL si è basata sulle normative e sulla letteratura di settore e ha permesso di individuare i fattori critici relativi alla qualità di un servizio di trasporto pubblico.

La normativa europea di riferimento è la UNI EN 13816 (2002), la quale definisce il concetto di qualità dei servizi di trasporto pubblico e propone indicatori per valutarla. La qualità può essere valutata dall'utente, in termini di qualità percepita e qualità attesa del servizio, e dall'azienda, in termini di qualità del servizio erogato e qualità del servizio programmato (Figura 1).

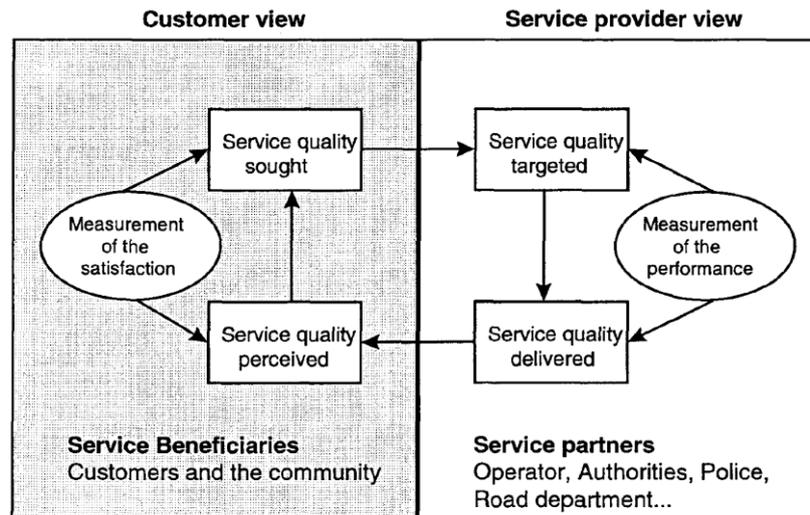


Figura 1 Il concetto di qualità del servizio (UNI EN 13816:2002)

I criteri di qualità individuati dalla norma sono riportati di seguito:

Tabella 2 Criteri di qualità del servizio (UNI EN 13816:2002)

#	Quality criteria	Description
1	Availability	Extent of the service offered in terms of geography, time, frequency and transport mode
2	Accessibility	Access to the PPT system to assist the planning and execution of journeys
3	Information	Systematic provision of knowledge about a PPT system to assist the planning and execution of journeys
4	Time	Aspects of time relevant to the planning and execution of journeys
5	Customer care	Service elements introduced to effect the closest practicable match between the standard service and the requirements of any individual customer
6	Comfort	Service elements introduced for the purpose of making PPT journeys relaxing and leasurable
7	Security	Sense of personal protection experienced by customers, derived from the actual measures implemented and from activity designed to ensure that customers are aware of those measures
8	Environmental impact	Effect of the environment resulting from the provision of a PPT service

Il terzo criterio riguarda l'importanza delle informazioni sul servizio di trasporto pubblico, in modo da assistere la pianificazione e esecuzione degli spostamenti, oggetto del nostro studio.

La norma introduce diverse indagini per valutare la qualità, ovvero "Customer Satisfaction Surveys" (CSS), chiedendo di valutare la qualità percepita/attesa secondo i diversi indicatori, "Mystery Shopping Surveys" (MSS), basate su osservazioni oggettive delle esperienze di viaggio da parte di personale qualificato, "Direct Performance Measures" (DPM), per monitorare le performance reali del servizio.

Oltre alla norma UNI EN, sono stati prodotti diversi manuali e linee guida, ad esempio dal Transportation Research Board (TRB, 2004; 1999), ovvero "Transit Capacity and Quality of Service Manual" e "A handbook for measuring customer, o dal Transport Research Laboratory (TRL Limited, 2004), "The demand for public transport: a practical guide", o ancora come output di progetti di ricerca europei, tra cui PORTAL (2003), EQUIP (2000) e QUATTRO (1998) (Tyrinopoulos e Antoniou, 2008¹).

¹ Tyrinopoulos, Y., & Antoniou, C. (2008). Public transit user satisfaction: Variability and policy implications. Transport Policy, 15(4), 260-272.

È stata effettuata una ricerca di letteratura sul database “ISI – Web of Knowledge”, selezionando le parole chiave “public transport” AND “service quality” OR “user perception” AND “bus transit quality”, ottenendo 255 articoli scientifici nel database “Web of Science Core Collection”.

Successivamente, è stata analizzata la letteratura utilizzando lo strumento “Tree of Science”², che suddivide i prodotti di ricerca in base al numero di citazioni, creando un “albero della scienza” utilizzando la teoria dei grafi. In particolare, i lavori sono suddivisi per gruppi: radici, tronchi e foglie. I lavori classificati come radici sono quelli con un’alta *in-degree centrality* (ovvero quelli con il maggior numero di citazioni), i lavori del tronco sono quelli che hanno un’alta *betweenness centrality* (servono da collegamento tra i lavori molto citati e quelli più recenti) e le foglie rappresentano i lavori con un’alta *out-degree centrality*, ovvero citano molte fonti relative al settore di interesse (Figura 2).

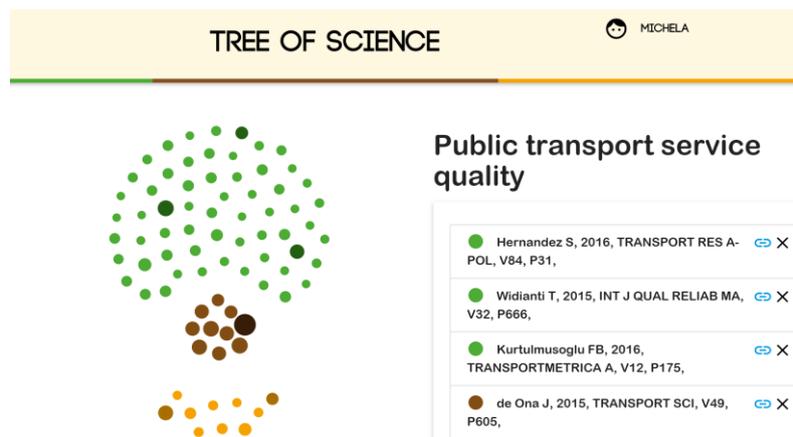


Figura 2 Tree of Science per la ricerca sulla qualità del trasporto pubblico

A partire da questa analisi, sono stati individuati e analizzati 19³ lavori, facenti parte delle radici e del tronco:

Tabella 3 Review di letteratura su qualità del trasporto pubblico

Gruppo	Lavoro	DOI	Argomento trattato
Radice	Hensher, D. A., Stopher, P., & Bullock, P. (2003). Service quality—developing a service quality index in the provision of commercial bus contracts. <i>Transportation Research Part A: Policy and Practice</i> , 37(6), 499-517.	10.1016/S0965-8564(02)00075-7	Service Quality Indicator (SQI) Indagine RP/SP per determinare le preferenze per scenari ipotetici e valutare un indice di qualità globale attraverso nested logit model
Radice	Eboli, L., & Mazzulla, G. (2007). Service quality attributes affecting customer satisfaction for bus transit. <i>Journal of public transportation</i> , 10(3), 2.	10.5038/2375-0901.10.3.2	SEM – Structural Equation Modelling per mettere in correlazione la soddisfazione percepita/attesa con gli attributi di qualità
Radice	Tyrinopoulos, Y., & Antoniou, C. (2008). Public transit user satisfaction: Variability and policy implications . <i>Transport Policy</i> , 15(4), 260-272.	10.1016/j.tranpol.2008.06.002	Factor Analysis e Ordered Logit Models per valutare la variabilità delle preferenze per diversi operatori di trasporto – valutazione di importanza e di

² Robledo Giraldo, S., Osorio Zuluaga, G. A., & López Espinosa, C. (2014). Networking en pequeña empresa: una revisión bibliográfica utilizando la teoría de grafos. *Revista Vinculos*, 11(2), 6–16. Disponibile su: <http://tos.manizales.unal.edu.co/home>

³ Un lavoro appartenente alle radici è stato eliminato perché ritenuto, seppur rilevante, non pertinente per l’analisi: Hensher, D. A. (2001). Measurement of the valuation of travel time savings. *Journal of Transport Economics and Policy (JTEP)*, 35(1), 71-98.

Gruppo	Lavoro	DOI	Argomento trattato
			soddisfazione (interessante literature review sul tema)
Radice	Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., & Berry, L. L. (1985). A conceptual model of service quality and its implications for future research. <i>the Journal of Marketing</i> , 41-50.	10.2307/1251430	Service Quality Model - Analisi della qualità (percepita, attesa, erogata, programmata) in generale e dei possibili gap esistenti attraverso in-depth interview e focus group
Radice	Lai, W. T., & Chen, C. F. (2011). Behavioral intentions of public transit passengers—The roles of service quality, perceived value, satisfaction and involvement. <i>Transport Policy</i> , 18(2), 318-325.	10.1016/j.tranpol.2010.09.003	SEM – Structural Equation Modelling per studiare la relazione tra qualità del servizio, valore percepito, coinvolgimento, soddisfazione e intenzioni comportamentali
Radice	Parasuraman, A., Zeithaml, V. A., Berry, L. L. (1988). SERVQUAL: A Multiple-Item Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. <i>Journal of Retailing</i> , 64 (1), 12-40.		SERVQUAL – scala multi attributo per valutare la qualità di un servizio
Radice	Nathanail, E. (2008). Measuring the quality of service for passengers on the Hellenic railways. <i>Transportation Research Part A: Policy and Practice</i> , 42(1), 48-66.	10.1016/j.tr.2007.06.006	Analisi multicriteria della qualità di un servizio di trasporto ferroviario per ottenere un indice di performance globale
Radice	Wallin Andreassen, T. (1995). (Dis)satisfaction with public services: the case of public transportation. <i>Journal of Services Marketing</i> , 9(5), 30-41.	10.1108/08876049510100290	Concetto di insoddisfazione applicato a diversi Servizi di trasporto pubblico considerando l'eterogeneità delle preferenze tramite SEM
Radice	Stradling, S., Carreno, M., Rye, T., & Noble, A. (2007). Passenger perceptions and the ideal urban bus journey experience. <i>Transport policy</i> , 14(4), 283-292.	10.1016/j.tranpol.2007.02.003	Analisi statistica di aspetti positivi/negativi legati all'esperienza di mobilità con trasporto pubblico
Tronco	Bordagaray, M., dell'Olio, L., Ibeas, A., & Cecín, P. (2014). Modelling user perception of bus transit quality considering user and service heterogeneity. <i>Transportmetrica A: Transport Science</i> , 10(8), 705-721.	10.1080/23249935.2013.823579	Probit model per valutare l'eterogeneità delle preferenze degli utenti rispetto a diverse linee di trasporto pubblico
Tronco	Beirão, G., & Cabral, J. S. (2007). Understanding attitudes towards public transport and private car: A qualitative study. <i>Transport policy</i> , 14(6), 478-489.	10.1016/j.tranpol.2007.04.009	Studio qualitativo sul confronto tra trasporto privato e pubblico attraverso codifica di interviste semi-strutturate
Tronco	Redman, L., Friman, M., Gärling, T., & Hartig, T. (2013). Quality attributes of public transport that attract car users: A research review. <i>Transport Policy</i> , 25, 119-127.	10.1016/j.tranpol.2012.11.005	Review di letteratura sugli attributi di qualità che possono contribuire maggiormente a uno shift modale dall'auto al trasporto pubblico
Tronco	de Oña, J., de Oña, R., & Calvo, F. J. (2012). A classification tree approach to identify key factors of transit service quality. <i>Expert Systems with Applications</i> , 39(12), 11164-11171.	10.1016/j.eswa.2012.03.037	CART analysis per valutare i fattori più importanti che influenzano la qualità del trasporto pubblico senza fare ipotesi sul legame tra le variabili
Tronco	Eboli, L., & Mazzulla, G. (2011). A methodology for evaluating transit service quality based on subjective and objective measures from the passenger's point of view. <i>Transport Policy</i> , 18(1), 172-181.	10.1016/j.tranpol.2010.07.007	Confronto tra indicatori soggettivi di qualità percepita e oggettivi di qualità erogata e indicatore unico che tenga conto di entrambi (risolvendo un problema di ottimizzazione in termini di massimizzazione di una funzione)
Tronco	Eboli, L., & Mazzulla, G. (2010). How to capture the passengers' point of view on a transit service through rating and choice options. <i>Transport reviews</i> , 30(4), 435-450.	10.1080/01441640903068441	Conjoint analysis per valutare la qualità percepita dai passeggeri tramite indagine SP e rating di attributi

Gruppo	Lavoro	DOI	Argomento trattato
Tronco	de Oña, J., & de Oña, R. (2015). Quality of service in public transport based on customer satisfaction surveys : A review and assessment of methodological approaches. <i>Transportation Science</i> , 49(3), 605-622.	10.1287/trsc.2014.0544	Review di letteratura sui lavori basati su indagini sulla qualità del trasporto pubblico (vedi Figura 3)
Tronco	Eboli, L., & Mazzulla, G. (2008). A stated preference experiment for measuring service quality in public transport. <i>Transportation Planning and Technology</i> , 31(5), 509-523.	10.1080/03081060802364471	Indagine SP e modelli logit per determinare il Service Quality Index
Tronco	De Oña, J., de Oña, R., Eboli, L., & Mazzulla, G. (2015). Heterogeneity in perceptions of service quality among groups of railway passengers. <i>International Journal of Sustainable Transportation</i> , 9(8), 612-626.	10.1080/15568318.2013.849318	CART analysis per valutare l'eterogeneità delle preferenze dei passeggeri
Tronco	Cirillo, C., Eboli, L., & Mazzulla, G. (2011). On the asymmetric user perception of transit service quality. <i>International Journal of Sustainable Transportation</i> , 5(4), 216-232.	10.1080/15568318.2010.494231	Non-parametric Mixed logit model per valutare l'eterogeneità delle preferenze dei passeggeri

Sono stati proposte diverse tecniche per valutare la qualità del trasporto pubblico, possibilmente tramite un unico indicatore, a partire da indagini ai passeggeri, in particolare analisi statistiche basate sulla stima di modelli econometrici, analisi fattoriale, modelli ad equazioni strutturali o tecniche di analisi multicriteria. De Oña e de Oña (2015) riportano vantaggi e svantaggi di ciascun metodo (Figura 3).

Model	Advantages	Disadvantages
SERVQUAL	Most basic model; allows obtaining an overall index	Uses many concepts (may be confusing and increase surveys' length); all attributes are equally important; does not account for heterogeneity; changes in individual components may be masked
Weighted SERVQUAL	Different weight for each attribute; allows obtaining an overall index	Uses many concepts (may be confusing and increase surveys' length); does not account for heterogeneity; changes in individual components may be masked
Fuzzy weighted SERVQUAL	Different weight for each attribute; handles subjective information; allows obtaining an overall index	Uses many concepts (may be confusing and increase surveys' length); does not account for heterogeneity; changes in individual components may be masked; complex process
CSI	Different weight for each attribute; allows obtaining an overall index	Does not account for heterogeneity; changes in individual components may be masked
HCSI	Different weight for each attribute; accounts for heterogeneity; allows obtaining an overall index	Changes in individual components may be masked
Multicriteria Analysis (MA) (Satisfaction)	Allows obtaining an overall index	Does not account for heterogeneity; changes in individual components may be masked
MA—TOPSIS	Allows obtaining an overall index	All attributes are equally important; does not account for heterogeneity
MA—Fuzzy TOPSIS	Handles subjective information; allows obtaining an overall index	All attributes are equally important; does not account for heterogeneity; complex process
MA—VIKOR	Different weight for each attribute; allows obtaining an overall index	Does not account for heterogeneity
SERVPERF	Most basic model; allows obtaining an overall index	All attributes are equally important; does not account for heterogeneity; changes in individual components may be masked
Weighted SERVPERF	Different weight for each attribute; allows obtaining an overall index	Does not account for heterogeneity; changes in individual components may be masked
Fuzzy weighted SERVPERF	Different weight for each attribute; handles subjective information; allows obtaining an overall index	Does not account for heterogeneity; changes in individual components may be masked; complex process
IPA	Most basic model; easily interpreted (graphical tool); different weight for each attribute; allows setting priorities for improvements	Visualizing method with no precise ranking of priority; does not account for heterogeneity; if importance is stated by passengers, almost all attributes are crowded together at the top of the grid
N.A. (Eboli and Mazzulla 2011)	Sets priorities for improvements; accounts for heterogeneity; uses conjointly subjective and objective data	All attributes are equally important
ZOT	Sets priorities for improvements	Uses many concepts (may be confusing and increase surveys' length); all attributes are equally important; does not account for heterogeneity
Fuzzy ZOT	Sets priorities for improvements; handles subjective information	Uses many concepts (may be confusing and increase surveys' length); all attributes are equally important; does not account for heterogeneity; complex process
NIZSQ	Different weight for each attribute; sets a precise ranking of the priority of improvements based on the ZOT and normalized importance	Uses many concepts (may be confusing and increase surveys' length); does not account for heterogeneity; complex process

Figura 3 Confronto tra i modelli proposti in letteratura (de Oña e de Oña, 2015)

2.2.2 Review di letteratura su sistemi ITS applicati al trasporto pubblico e Dynamic Multimodal Traveller Information System

I sistemi di trasporto intelligenti o “Intelligent Transport System” (ITS) sono definiti come: “l’integrazione delle conoscenze nel campo delle telecomunicazioni, elettronica, informatica - in breve, la “telematica” - con l’ingegneria dei trasporti, per la pianificazione, progettazione, esercizio, manutenzione e gestione dei sistemi di trasporto. Questa integrazione è finalizzata al miglioramento della sicurezza della guida e all’incolumità delle persone (safety), alla sicurezza e protezione dei veicoli e delle merci (security), alla qualità, nonché all’efficienza dei sistemi di trasporto per i passeggeri e le merci, ottimizzando l’uso delle risorse naturali e rispettando l’ambiente”^{4,5}. E ancora: “I sistemi di trasporto intelligenti (ITS) sono applicazioni avanzate che, senza essere dotate di intelligenza in senso proprio, mirano a fornire servizi innovativi relativamente ai diversi modi di trasporto e alla gestione del traffico e consentono a vari utenti di essere meglio informati e di fare un uso più sicuro, maggiormente coordinato e più «intelligente» delle reti di trasporto”⁶.

Negli ultimi anni sono stati pubblicati diversi documenti di politica dei trasporti europei che parlano dell’importanza dell’utilizzo degli ITS, ovvero: il Libro Bianco del 2001 e quello del 2011, “Tabella di marcia verso uno spazio unico europeo dei trasporti - Per una politica dei trasporti competitiva e sostenibile”; il documento “Urban Mobility Package” del 2013, “Insieme verso una mobilità urbana competitiva ed efficace sul piano delle risorse”; la Direttiva 2010/40/UE, “Quadro generale per la diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti nel settore del trasporto stradale e nelle interfacce con altri modi di trasporto”; il documento del 2013 “Mobilising Intelligent Transport Systems for EU cities”.

Nel 2014 il Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti, seguendo le direttive europee, ha pubblicato il “Piano di Azione Nazionale sui Sistemi Intelligenti di Trasporto”, condividendo le azioni prioritarie europee:

- a) la predisposizione in tutto il territorio dell’Unione europea di servizi di informazione sulla mobilità multimodale;
- b) la predisposizione in tutto il territorio dell’Unione europea di servizi di informazione sul traffico in tempo reale;
- c) i dati e le procedure per la comunicazione gratuita agli utenti, ove possibile, di informazioni minime universali sul traffico connesse alla sicurezza stradale;
- d) la predisposizione armonizzata in tutto il territorio dell’Unione europea di un servizio elettronico di chiamata di emergenza (eCall) interoperabile;
- e) la predisposizione di servizi d’informazione per aree di parcheggio sicure per gli automezzi pesanti e i veicoli commerciali;
- f) la predisposizione di servizi di prenotazione per aree di parcheggio sicure per gli automezzi pesanti e i veicoli commerciali.

In particolare, l’Azione Prioritaria 3 prevista dal Piano d’Azione in Italia è: Favorire l’uso degli ITS per la gestione della mobilità delle persone in ottica multimodale, (considerando cioè TPL, mezzi privati, mezzi di trasporto alternativi), secondo piattaforme aperte e interoperabili. Nello specifico, “nell’ambito della presente azione prioritaria, il Paese intende operare al fine di favorire l’uso di sistemi tecnologicamente

⁴ <http://www.its-edunet.org>

⁵ Dispense su “Telematica per i trasporti” a cura di: prof. B. Dalla Chiara, 2012; Politecnico di Torino, Dip. DIATI- Trasporti. Disponibili su:

http://www.dica.unict.it/Attivita/Didattica/Master%20Trasporti/Dispense06_assets/Telematica.pdf

⁶ Direttiva 2010/40/UE, “Quadro generale per la diffusione dei sistemi di trasporto intelligenti nel settore del trasporto stradale e nelle interfacce con altri modi di trasporto”

avanzati per la gestione della mobilità di persone, tramite la disponibilità di **servizi integrati di mobilità multimodali per le persone**, che integrino e comprendano sistemi ITS per le flotte TPL, per il tracciamento dei mezzi propri e i sistemi di **Personal Mobility Assistance**, per la gestione dei percorsi pedonali o dei mezzi alternativi, allo scopo di pianificare e gestire gli spostamenti in modo informato e personalizzato, senza soluzione di continuità dal punto di origine a quello di destinazione. Le azioni promuoveranno modelli di mobilità urbana ed extraurbana intermodale incentrata sulle persone e non sui mezzi, tramite l'estensione e integrazione delle modalità di trasporto individuale e collettivo, con l'utilizzo di mezzi alternativi ecosostenibili".

Infine, sono state emanate di recente le linee guida per i Piani Urbani di Mobilità Sostenibile (decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 4 agosto 2017) che indicano la rilevanza degli ITS e dei sistemi di infomobilità per il miglioramento della qualità del TPL e della sua integrazione con gli altri sistemi.

In questo contesto, diventa fondamentale il ruolo dei cosiddetti "Dynamic Multimodal Traveller Information System" (DMTIS). È stata effettuata anche in questo caso una ricerca di letteratura sul database "ISI – Web of Knowledge", selezionando le parole chiave "multimodal traveller information system" OR "trip planner service" OR "REAL TIME "PASSENGER INFORMATION" SYSTEMS", ottenendo 127 articoli scientifici nel database "Web of Science Core Collection".

Successivamente, è stata analizzata la letteratura utilizzando lo strumento "Tree of Science". In particolare, sono stati selezionati 19⁷ paper facenti parte della "radice" e del "tronco", riassunti di seguito:

Tabella 4 Review di letteratura su sistemi di informazione

Gruppo	Lavoro	DOI	Argomento trattato
Radice	Grotenhuis, J. W., Wiegmans, B. W., & Rietveld, P. (2007). The desired quality of integrated multimodal travel information in public transport : Customer needs for time and effort savings. <i>Transport Policy</i> , 14(1), 27-38.	10.1016/j.tranpol.2006.07.001	Integrated Multimodal Travel Information (IMTI) – indagine sugli aspetti importanti relativi alle informazioni pre-viaggio, in attesa e a bordo: risparmio di tempo e di fatica (effort)
Radice	Kenyon, S. and Lyons, G. (2003) The value of integrated multimodal traveller information and its potential contribution to modal change . <i>Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour</i> , 6 (1). pp. 1-21. ISSN 1369-8478	10.1016/S1369-8478(02)00035-9	Integrated Multimodal Traveller Information (IMTI) – focus group proponendo 3 IMTI e suggerendo modi di trasporto con informazioni crescenti. Differenza tra unimodal, multimodal e integrated multimodal traveller information
Radice	Rehrl, K., Bruntsch, S., & Mentz, H. J. (2007). Assisting multimodal travelers : Design and prototypical implementation of a personal travel companion . <i>IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems</i> , 8(1), 31-42.	10.1109/TITS.2006.890077	Digital personal travel companion for multimodal travelers – analisi dei requisiti funzionali, delle barriere e del progetto di un journey planner
Radice	Adler, J. L., & Blue, V. J. (1998). Toward the design of intelligent traveler information systems . <i>Transportation Research Part C: Emerging Technologies</i> , 6(3), 157-172.	10.1016/S0968-090X(98)00012-6	Advanced traveler information systems (ATIS) – intelligenza artificiale per migliorare le prestazioni di un MTIS, personalizzando il sistema in base alle preferenze e dotandolo di un certo livello di intelligenza. Analisi dei system di 1a, 2a e 3a generazione (e.g. PMV, app, ITIS con intelligenza artificiale)

⁷ Un lavoro appartenente alle radici è stato eliminato poiché, seppur rilevante, non è focalizzato sull'oggetto dell'analisi: "Ben-Akiva, M. E., & Lerman, S. R. (1985). *Discrete choice analysis: theory and application to travel demand* (Vol. 9). MIT press"

Gruppo	Lavoro	DOI	Argomento trattato
Radice	Dziewan, K., & Kottenhoff, K. (2007). Dynamic at-stop real-time information displays for public transport: effects on customers. <i>Transportation Research Part A: Policy and Practice</i> , 41(6), 489-501.	10.1016/j.tra.2006.11.006	Dynamic at-stop real-time information displays – effetti delle informazioni delle paline, soprattutto in termini di riduzione di tempo percepito e velocità pedonali
Radice	Khattak, A. J., Yim, Y., & Prokopy, L. S. (2003). Willingness to pay for travel information . <i>Transportation Research Part C: Emerging Technologies</i> , 11(2), 137-159.	10.1016/S0968-090X(03)00005-6	Traveler advisory telephone systems – indagine e stima di modelli econometrici e disponibilità a pagare per ottenere informazioni
Radice	Peng, Z. R., & Huang, R. (2000). Design and development of interactive trip planning for web-based transit information systems . <i>Transportation Research Part C: Emerging Technologies</i> , 8(1), 409-425.	10.1016/S0968-090X(00)00016-4	Web-based transit information system – informazioni tramite internet GIS. 4 livelli di informazioni, da statiche a dinamiche
Radice	Chorus, C. G., Molin, E. J., & Van Wee, B. (2006). Use and effects of Advanced Traveller Information Services (ATIS) : a review of the literature. <i>Transport Reviews</i> , 26(2), 127-149.	10.1080/01441640500333677	Advanced Traveller Information Services (ATIS) – review di letteratura su chi li usa, l'influenza del motivo dello spostamento e del contesto, caratteristiche dei modi di trasporto e del sistema informativo
Radice	Zhang, F., Shen, Q., & Clifton, K. (2008). Examination of traveler responses to real-time information about bus arrivals using panel data. <i>Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board</i> , (2082), 107-115.	10.3141/2082-13	Advanced Traveller Information Services (ATIS) – analisi delle reazioni degli utenti attraverso modelli comportamentali e modelli psicologici (probit model)
Tronco	Caulfield, B., & O'Mahony, M. (2007). An examination of the public transport information requirements of users . <i>IEEE transactions on intelligent transportation systems</i> , 8(1), 21-30.	10.1109/TITS.2006.888620	Indagine Stated Preference sulle informazioni relative al trasporto pubblico in Irlanda nelle 4 fasi dello spostamento (pre-trip, at-stop, onboard, pre-trip for return trip)
Tronco	Zografos, K. G., Androutsopoulos, K. N., & Spittadakis, V. (2009). Design and assessment of an online passenger information system for integrated multimodal trip planning . <i>IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems</i> , 10(2), 311-323.	10.1109/TITS.2009.2020198	ENOSIS – Online passenger information system , progetto e sperimentazione in Grecia. Analisi delle caratteristiche tecniche e dell'accettabilità da parte degli utenti (willingness to pay). Valutazione dell'efficacia tramite AHP
Tronco	Chorus, C. G., Walker, J. L., & Ben-Akiva, M. (2013). A joint model of travel information acquisition and response to received messages . <i>Transportation Research Part C: Emerging Technologies</i> , 26, 61-77.	10.1016/j.trc.2012.07.002	Discrete choice model per valutare l'impatto delle informazioni in termini di scelte degli utenti tramite indagine SP e un esperimento di simulazione di spostamenti
Tronco	Chorus, C. G., Walker, J. L., & Ben-Akiva, M. E. (2010). The value of travel information : A search-theoretic approach. <i>Journal of intelligent transportation systems</i> , 14(3), 154-165.	10.1080/15472450.2010.484746	Indagine e analisi sul valore delle informazioni con un esperimento di simulazione di spostamenti
Tronco	Chorus, C. G., Arentze, T. A., & Timmermans, H. J. (2007). Information impact on quality of multimodal travel choices : conceptualizations and empirical analyses. <i>Transportation</i> , 34(6), 625-645.	10.1007/s11116-007-9120-1	Structural equation model per analizzare l'impatto di diversi tipi di informazioni, testare una serie di relazioni tra livelli di conoscenza degli utenti, comportamenti di acquisizione delle informazioni e qualità della scelta dello spostamento

Gruppo	Lavoro	DOI	Argomento trattato
Tronco	Hickman, M. D., & Wilson, N. H. (1995). Passenger travel time and path choice implications of real-time transit information . Transportation Research Part C: Emerging Technologies, 3(4), 211-226.	10.3141/2215-01	Modello di simulazione per analizzare la scelta del percorso (path choice) di trasporto pubblico tenendo in considerazione le informazioni real-time
Tronco	Zhang, L., Li, J. Q., Zhou, K., Gupta, S., Li, M., Zhang, W. B., ... & Misener, J. (2011). Traveler information tool with integrated real-time transit information and multimodal trip planning : Design and implementation. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2215), 1-10.	10.3141/2072-03	Applicazione di multimodal traveler information PATH2Go . Descrizione dell'architettura e delle funzionalità del sistema che fornisce la possibilità di spostarsi con più modi di trasporto (multimodale) e con una piattaforma integrata
Tronco	Zografos, K., Spitadakis, V., & Androutsopoulos, K. (2008). Integrated passenger information system for multimodal trip planning. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2072), 20-29.	10.3141/2217-11	ENOSIS – Online passenger information system per spostamenti interurbani multimodali. Descrizione delle funzionalità e dell'architettura del sistema e analisi della domanda (esigenze dei passeggeri)
Tronco	Sun, D., Peng, Z. R., Shan, X., Chen, W., & Zeng, X. (2011). Development of web-based transit trip-planning system based on service-oriented architecture . Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, (2217), 87-94.	10.1016/j.sbspro.2011.08.037	Service-oriented architecture – architettura per gestire meglio gli il sistema, integrare diverse componenti e superare i problemi legati alla proprietà dei dati
Tronco	Zhang, J., Liao, F., Arentze, T., & Timmermans, H. (2011). A multimodal transport network model for advanced traveler information systems . Procedia-Social and Behavioral Sciences, 20, 313-322.	10.3141/2215-01	Approccio " supernetwork " per costruire una rete che serva da base a un MTIS – sviluppo e test di una generica multimodal network con algoritmo di Dijkstra

Risulta interessante la classificazione dei diversi sistemi ITS riportata in Zhang et al. (2011): (1) Advanced Traveler Information Systems (ATIS), (2) Advanced Traffic Management Systems (ATMS), (3) ITS-Enabled Transportation Pricing Systems, (4) Advanced Public Transportation Systems (APTS), (5) Vehicle-to-Infrastructure Integration (VII) and Vehicle-to-Vehicle Integration (V2V). Il termine ATIS racchiude genericamente i sistemi avanzati di informazione all'utenza, che nel caso di più modalità di trasporto prendono anche il nome di Integrated Multimodal Travel Information (IMTIS).

Negli anni sono stati proposti diversi sistemi di informazione agli utenti che tengano conto dei diversi modi di trasporto e, più recentemente, di informazioni in tempo reale. Risulta in ogni caso necessario indagare *ex ante* le preferenze degli utenti per diversi tipi e diversi sistemi di informazione, a partire dalle diverse fasi dello spostamento (*pre-trip, at-stop, onboard, pre-trip for return trip*).

2.2.3 Il servizio di trasporto pubblico a Catania

In Italia, il Decreto Legislativo 19 novembre 1997 n. 422 ha previsto il conferimento alle regioni ed agli enti locali di funzioni e compiti in materia di servizi pubblici di trasporto regionale e locale, definiti come "*i servizi di trasporto di persone e merci, che non rientrano tra quelli di interesse nazionale [...]; essi comprendono l'insieme dei sistemi di mobilità terrestri, marittimi, lagunari, lacuali, fluviali e aerei che operano in modo continuativo o periodico con itinerari, orari, frequenze e tariffe prestabilite, ad accesso generalizzato, nell'ambito di un territorio di dimensione normalmente regionale o infraregionale*". In base alle esigenze di mobilità dei cittadini, le regioni devono individuare livelli di servizio e standard qualitativi minimi, da inserire nei contratti di servizio con le aziende (introdotti dal Regolamento CEE 1893/91). Il Decreto del presidente

del consiglio dei ministri 30 dicembre 1998 introduce la “Carta della Mobilità”, ovvero la carta dei servizi pubblici del Settore Trasporti, che si prefigge il raggiungimento dei seguenti obiettivi: (1) miglioramento della qualità dei servizi forniti, (2) miglioramento del rapporto tra utente e fornitore dei servizi. All’adozione delle carte dei servizi del settore trasporti sono tenuti: le imprese di trasporto, i gestori delle infrastrutture trasportistiche ed i soggetti erogatori di servizi connessi.

Il trasporto pubblico a Catania è fornito da due aziende di trasporto: Azienda Metropolitana di Trasporti (AMT) Catania e Ferrovia Circumetnea (FCE), di cui si riportano alcune informazioni e gli indicatori riportati nelle rispettive Carte dei Servizi.

AMT Catania è una società di diritto privato a socio unico Comune di Catania costituita il 7 luglio 2011 e attiva dal 1 agosto 2011, che gestisce il servizio di trasporto pubblico urbano, con oltre 50 linee – 80 vetture circolanti, circa 260 mezzi nel parco veicolare, di cui 160 bus attivi di età media pari a circa 14 anni. AMT Catania ha anche in gestione 4 parcheggi di interscambio in città (Due Obelischi, Nesima, Fontanarossa e Sanzio) e 2 parcheggi di destinazione (Borsellino e Sturzo)⁸.

Ferrovia Circumetnea (FCE) è un’Azienda di trasporto pubblico posta sotto la Direzione del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. I servizi di trasporto offerti sono mirati al collegamento dei principali centri abitati posti alle pendici dell’Etna con la città di Catania e sono espletati mediante una linea ferroviaria di 110 km (a trazione Diesel e scartamento ridotto); una flotta di autobus che integrano e affiancano, in modo più capillare all’interno dei centri urbani, il servizio ferroviario; una linea metropolitana (elettrificata e a scartamento ordinario) nell’ambito urbano di Catania, in fase di ampliamento e integrazione con la linea ferroviaria extraurbana⁹.

Di seguito si riporteranno brevemente gli indicatori utilizzati dalle due aziende per monitorare la qualità del servizio e si passerà a una descrizione dei sistemi ITS in dotazione alle due aziende e all’Università degli Studi di Catania.

CARTA DELLA MOBILITÀ AMT Catania SPA (2015)¹⁰

Tabella 5 Indicatori inseriti nella CARTA dei SERVIZI AMT (2015)

Indicatori di prestazione
• Sicurezza (incidentalità/vetustà dei mezzi)
• Regolarità del servizio (affidabilità)
• Pulizia e condizioni igieniche dei mezzi (pulizia bus ordinaria/straordinaria, pulizia locali)
• Comfort del viaggio a bordo e sul percorso (climatizzazione, pensiline, paline di fermata)
• Servizi per disabili (servizio speciale per disabili, mezzi attrezzati)
• Informazioni alla clientela (sito internet, orari del servizio, informazioni telefoniche, orari ai capolinea, segnalazioni emergenze)
• Aspetti relazionali e di comunicazione (correttezza e cortesia, tempi per la risposta a richieste o reclami)
• Livello di servizio commerciale e di front office (punti vendita, vendita biglietti e abbonamenti elettronici, vendita biglietti e abbonamenti con il pos)
• Attenzione all’ambiente (servizio con mezzi a basso impatto, veicoli a basso impatto ambientale)
Fattori di qualità
• Efficienza
• Comfort

Per quanto riguarda i servizi di informazione, L’AMT è impegnata ad assicurare la più ampia e chiara informazione sui propri servizi (orari, norme di viaggio, tariffe) per favorirne ed agevolarne l’utilizzo.

⁸ Si ringrazia per le informazioni l’ing. Caprì, dirigente di AMT Catania

⁹ http://www.circumetnea.it/pagina.php?tab=menu_bottom_2&id=22

¹⁰ <http://www.amt.ct.it/wp-content/uploads/2015/01/Carta-dei-Servizi-.pdf>

È disponibile on line l'applicazione gratuita "AmtCt" che permette di consultare orari e percorsi in modo interattivo ed effettuare ricerche sulle linee da utilizzare per effettuare un percorso.

Sono riportati nella Carta della Mobilità le informazioni e i punti di informazione:

- Mappa della rete AMT ed indicazioni sull'uso del servizio;
- Indicazioni sulle variazioni temporanee di percorso conseguenti a cause di forza maggiore;
- Ufficio centrale di informazioni AMT
- URP Sportello AMT presso Comune di Catania
- Uffici informazioni presso i principali capolinea
- Sito internet, email, numero verde

Ferrovia Circumetnea - Carta dei Servizi 2016¹¹

Tabella 6 Indicatori inseriti nella CARTA dei SERVIZI FCE (2016)

Indicatori e obiettivi
• Puntualità (ritardo inferiore a 5 minuti)
• Affidabilità (corse effettuate rispetto a quelle programmate)
• Comfort di viaggio (mezzi con aria condizionata)
• Servizi di vendita (stazioni con biglietterie automatiche e/o semiautomatiche)
• Pulizia dei mezzi (interventi effettuati)
• Pulizia delle stazioni (interventi effettuati)
• In treno con la bicicletta (treni attrezzati per il trasporto di biciclette)

2.2.4 Il monitoraggio dei trasporti a Catania

Università degli Studi di Catania (UNICT)

L'Università degli Studi di Catania dispone di un "Laboratorio ITS sul campo, extra moenia", dotato di sensori di traffico e centrale di supervisione, dedicato al monitoraggio, stima, previsione e controllo del traffico stradale in tempo reale, nonché di un sistema di infomobilità dinamico multimodale per la ricerca del percorso migliore

L'architettura del sistema è a tre livelli:

- livello periferico, costituito da unità di rilievo del traffico e unità di informazione all'utenza;
- livello di comunicazione, che mette in comunicazione il livello periferico con il livello centrale attraverso una rete GPRS;
- livello centrale, costituito da software di controllo per la gestione delle periferiche da remoto e software di centrale per l'analisi e l'elaborazione dati.

Tale sistema è stato già implementato su uno scenario di riferimento costituito dalla rete principale dell'area urbana del Comune di Catania, per come definita nel Piano Generale del Traffico Urbano (PGTU) del comune medesimo.

Il sistema ha le seguenti funzionalità:

¹¹ <http://www.circumetnea.it/upload/CARTA%20SERVIZI%20Ferrova%20Circumetnea%202016.pdf>

Tabella 7 Funzionalità del sistema ITS di UNICT

<u>Infomobilità</u>	Stato del traffico via web: <ul style="list-style-type: none"> - Livelli di accessibilità ad aree specifiche; - Eventi di viabilità (lavori in corso, code, incidenti); - Informazioni di info-viabilità; - Informazioni sui POI (Point of Interest);
	Cerca-percorso: <ul style="list-style-type: none"> - Scelta multimodale di trasporto (auto, motociclo, autocarro, autobus, metropolitana, tram, bicicletta, treno, taxi, pedone); - Soluzioni intermodali (sfruttando qualsiasi scambio fattibile tra i diversi mezzi di trasporto); - Calcolo dinamico del percorso minimo (tempi di percorrenza e i costi variabili del tempo).
	Pannelli a Messaggio Variabile: <ul style="list-style-type: none"> - Indicatori, segnalatori, dissuasori di velocità; - Pannelli per il traffico; - Pannelli per informazione pubblica.
<u>Gestione Traffico</u>	Centrale operativa del traffico: <ul style="list-style-type: none"> - Gestione e monitoraggio in remoto delle periferiche installate sul campo; - Stima del traffico in tempo reale; - Previsioni di traffico tra 15' – 30' – 45' – 1 ora (anche per effetto di eventi anomali); - Archiviazione dati di traffico e creazione database storici.
<u>Simulazione di scenari</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Controllo (Decisione)

AMT

AMT ha in esercizio un sistema A.V.M. (Automatic Vehicle Monitoring) per il monitoraggio della flotta e l'informazione all'utenza. Tale sistema utilizza la tecnologia di localizzazione satellitare GPS e la tecnologia di comunicazione GPRS (dati e fonia) e si compone di una centrale operativa, di apparecchiature a bordo degli autobus e di paline elettroniche per l'informazione all'utenza.

Il sistema A.V.M. installato in A.M.T. è l'“ExBuS della ditta t&t srl di Ruda (UD)”, così composto:

Tabella 8 Funzionalità del sistema AVM di AMT

<u>Centrale Operativa</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Server ExBuS; - Front End GPRS ExBuS Gateway; - ExBuS Manager – Gestione Flotta; - ExBuS Manager – Gestione Paline;
<u>Bordo</u>	<ul style="list-style-type: none"> - ExBuS Bordo.
<u>Infrastruttura di deposito</u>	<ul style="list-style-type: none"> - Concentratore wireless ExBuS SHR 3000 (comunicazione bidirezionale per carico/scarico dati con bus); - ExBuS Depot; - ExBuS Gestione indicatori di percorso.

FCE

La flotta di autobus suburbani, 70 mezzi, di cui è dotata FCE, è attrezzata con una moderna tecnologia di bordo, frutto della collaborazione tra Scania Italia, Thales Group, Ameli spa e Selecta. La flotta è stata allestita

con computer di bordo GPS/GPRS modello Xone con touch screen da 7 pollici, contapasseggeri ottici stereoscopici, display a led con indicatore audio e visivo interno di prossima fermata e validatrici magnetico/contactless¹². Sono inoltre a disposizione dell'utenza sistemi di informazione per gli utenti via SMS.

Il sistema Xone ha diverse funzionalità, riassunte di seguito¹³:

Tabella 9 Funzionalità del sistema Xone di FCE

Funzionalità di Xone
localizzazione satellitare gps con comunicazione real time gprs
accensione automatica ad evento
archiviazione programma di esercizio a bordo
gestione login autisti con lettore di badge o carte iso 7816
gestione invio/ricevimento turno uomo/macchina automatico
aggancio automatico delle fermate
certificazione corse a bordo con visualizzazione stato ritardo/anticipo per autista
avviso acustico di prossima fermata generato automaticamente dal programma di esercizio con lettore text to speech integrato
gestione invio orari di arrivo a paline intelligenti
visualizzazione a bordo su monitor aggiuntivo per utenza (prossima fermata, coincidenze, grafo rete ecc.)
gestione autobus a chiamata
gestione indicatori di linea
gestione obliteratrici
gestione pubblicità a bordo
gestione sicurezza con telecamere
gestione contapersone
navigatore satellitare integrato
visualizzatore linee/corse
visualizzatore e selettore turno manuale/automatico
visualizzatore grafo rete
telefono vivavoce con presa auricolare e bluetooth
gestione messaggi precodificati e nuovi
allarme antipanico
gestione odometro, giroscopio, ed i/o
comunicazione short range bluetooth 100 m e wi-fi
input su tasti meccanici o su schermo vga touch screen
gestione pagamenti elettronici con carte di credito
gestione preferenziazione semaforica

2.2.5 Ipotesi di studio con FCE

In questa fase, si è deciso di portare avanti un'ipotesi di studio con FCE per la definizione delle caratteristiche di progettazione di un'applicazione mobile che funga da sistema dinamico d'informazione ai passeggeri proattivo e personalizzato. Si è ristretto il campo di indagine al servizio di trasporto pubblico su gomma operato da FCE, prevalentemente a livello extraurbano, ma con connotazioni urbane per alcune linee (ad esempio, il Metro Shuttle per il collegamento tra la stazione "Milo" della metropolitana e il parcheggio scambiatore "Santa Sofia"). Le fasi dello studio sono le seguenti:

- Indagine preliminare su qualità del TPL/architettura DMTIS
- Analisi dell'accessibilità del trasporto pubblico rispetto al trasporto privato
- Indagine a bordo su qualità attesa/percepita del servizio in tempo reale

¹² http://www.selectadigitalservice.it/ita/servizi.php?id_servizio=8

¹³ http://www.selectadigitalservice.it/_files/allegati/2013/01/tcy53d.pdf

- Confronto qualità attesa/percepita vs. qualità erogata/programmata in tempo reale
- Roadmap per la costruzione di un'applicazione mobile

2.2.5.1 Indagine preliminare su qualità del TPL/architettura DMTIS

Al fine di effettuare un'indagine preliminare sulla qualità del TPL e sull'architettura di un sistema DMTIS si è scelto il "Metro Shuttle", ovvero il servizio su gomma operato da FCE come prolungamento della metropolitana, nato nell'ambito di un protocollo d'intesa di tra il Comune di Catania, l'Università degli studi di Catania e FCE per collegare la stazione metro "Milo" con il parcheggio scambiatore "Santa Sofia".

Il servizio agevola la fruizione del parcheggio Santa Sofia da parte di molti utenti, dando la possibilità di raggiungere la stazione metro Milo in 10 minuti e, da qui, muoversi verso il centro di Catania, raggiungibile in 9 minuti. Viceversa, dà la possibilità a numerosi utenti di raggiungere dalla stazione metro Milo l'area del polo Universitario Santa Sofia, comprendente la Cittadella Universitaria, il complesso ospedaliero Policlinico, il centro universitario sportivo (CUS), e diversi dipartimenti e edifici universitari.

Il Metro Shuttle effettua 62 corse al giorno coprendo due fasce orarie: dalle ore 07:00 alle ore 15:00 con frequenza di 10 minuti e dalle ore 15:00 alle ore 19:20 con frequenza di 20 minuti.

Il percorso prevede attualmente 10 fermate: stazione metropolitana Milo (capolinea), S. Luigi (nuova fermata), viale Andrea Doria, Cittadella Universitaria est, Policlinico est, Dipartimento di Agricoltura, Parcheggio Santa Sofia, Policlinico ovest, Cittadella Universitaria ovest, stazione metropolitana Milo (capolinea) (Figura 4). Il tragitto completo ha la durata di 20 minuti. Questo servizio è disponibile tutti i giorni feriali ed è gratuito per tutti i possessori di un qualsiasi biglietto valido per l'utilizzo della Metropolitana di Catania e in corso di validità.



Figura 4 Fermate del metro shuttle (http://www.circumetnea.it/n_scheda.php?id=153)

L'indagine preliminare è stata effettuata tra ottobre e novembre 2017, con lo scopo di raccogliere informazioni sulla qualità del servizio di Metro Shuttle e analizzare la propensione all'utilizzo di un sistema di informazione in tempo reale ai passeggeri del trasporto pubblico nell'area metropolitana di Catania. Il questionario è suddiviso in diverse parti:

1. Caratteristiche socio-economiche
2. Abitudini di spostamento
3. Servizio di Metro Shuttle offerto dalla FCE
4. Sistema di informazione in tempo reale

Per valutare la qualità del servizio di trasporto pubblico, è stato chiesto di valutare la soddisfazione generale del servizio (molto, abbastanza, mediamente, poco, per niente), chiedendo di specificare il motivo alla base della risposta data. Inoltre, a partire dalla ricerca bibliografica effettuata e dalla carta dei servizi dell'azienda, è stato chiesto di valutare in una scala da 1 a 5 (1 = per niente soddisfatto, 5 = molto soddisfatto) i seguenti indicatori:

Tabella 10 Indicatori utilizzati per valutare la qualità del servizio di Metro Shuttle di FCE.

Indicatore
Disponibilità del servizio (in termini di fasce orarie, frequenza, copertura geografica, ecc.)
Accessibilità delle fermate (in termini di facilità di raggiungerle)
Informazioni alla clientela (sito internet, orari del servizio, informazioni telefoniche o con sms, orari ai capolinea, segnalazioni emergenze, acquisto biglietti, ecc.)
Regolarità del servizio (rispetto degli orari di partenza, arrivo)
Pulizia e condizioni igieniche dei mezzi
Comfort del viaggio a bordo e sul percorso (climatizzazione, pensiline, paline di fermata)
Servizi per disabili (pianale ribassato, pedana d'accesso, ecc.)
Prezzo del biglietto/abbonamento
Sicurezza personale percepita a bordo e alle fermate
Attenzione all'utenza (cortesia del conducente e del personale a bordo)
Attenzione all'ambiente (veicoli a basso impatto ambientale)

Per quanto riguarda i sistemi di informazione in tempo reale, partendo dalla review di letteratura e prendendo come riferimento l'indagine effettuata a livello europeo "Public Consultation on the provision of EU-wide multimodal travel information services under the ITS Directive 2010/40/EU"¹⁴, è stato chiesto di valutare gli elementi (Tabella 11) e le funzionalità (Tabella 12) ritenute importanti (molto, abbastanza, mediamente, poco, per niente), per un sistema di informazione:

Tabella 11 Elementi di un sistema di informazione.

Elementi
Precisione spaziale (ovvero, l'informazione sugli spostamenti a piedi o sui punti di interscambio è esatta?)
Precisione temporale (ovvero, le informazioni fornite riflettono con precisione la realtà degli orari?)
Tempestività (ovvero, vengono aggiornate le informazioni se necessario? Ad esempio in caso di interruzioni/modifiche del servizio)
Utilità (ovvero, le informazioni fornite sono utili?)
Completezza (ovvero, le informazioni sul servizio sono tutte disponibili?)
Coerenza (ovvero, le informazioni da diverse fonti sono coerenti?)
Servizi di assistenza (ovvero, le informazioni sono sufficienti per le persone a mobilità ridotta?)
Precisione del sistema
Affidabilità del sistema

Tabella 12 Funzionalità di un sistema di informazione.

Funzionalità
Ricerca luoghi di interesse (indirizzi, stazioni, fermate, ecc)
Fermata di destinazione/interscambio
Informazioni sugli orari
Copertura spaziale (richieste porta-a-porta)
Copertura spaziale (richieste stazione-a-stazione)
Varietà di modi di trasporto disponibili
Informazioni sul percorso per raggiungere la fermata del trasporto pubblico (a piedi, in bici, in auto)
Stime dei tempi di viaggio
Informazioni su interruzioni/modifiche programmate del servizio
Tariffe e modalità di acquisto dei biglietti

¹⁴ <https://ec.europa.eu/eusurvey/publication/its-mmtips>

Funzionalità
Nodi di interscambio (tenendo in conto l'accessibilità)
Aree di sosta (tenendo in conto l'accessibilità)
Inquinamento acustico e atmosferico
Emissioni di CO2
Informazioni in tempo reale (tempi di partenza/arrivo; interruzioni/modifiche impreviste)
Assistenza al viaggiatore (smarrimento oggetti, reclami)
Interattività del servizio (possibilità di valutare l'esperienza di viaggio o aggiungere informazioni in tempo reale)

Dalle analisi di dettaglio che si effettueranno su tutte le interviste si trarranno conclusioni che potranno essere utili per il proseguo della ricerca.

3. Relazione attività svolte nel corso del II semestre

3.1. Descrizione degli obiettivi specifici relativi al II semestre

Gli obiettivi specifici relativi al II semestre sono:

- Ipotesi di studio con FCE
 - Analisi risultati dell'indagine preliminare su qualità del TPL/architettura DMTIS
 - Analisi dell'accessibilità del trasporto pubblico rispetto al trasporto privato
 - Indagine a bordo su qualità attesa/percepita del servizio in tempo reale e sulle preferenze degli utenti rispetto a diversi livelli/tipologie di informazioni sul servizio
 - Analisi dei risultati dell'indagine tramite metodologie statistiche e di analisi multicriteria
 - Confronto qualità attesa/percepita vs. qualità erogata/programmata in tempo reale
 - Roadmap per la costruzione di un'applicazione mobile

I risultati del II semestre si riportano di seguito.

3.2. Risultati scientifici raggiunti e relative considerazioni

3.2.1 Risultati indagine preliminare

Le interviste sono state effettuate a ottobre 2017 nell'arco di 8 giorni. Sono state effettuate 142 interviste in diversi luoghi dislocati all'interno dell'area di studio, così come riportato nella seguente mappa ottenuta attraverso lo strumento "fusiontables" di google¹⁵.

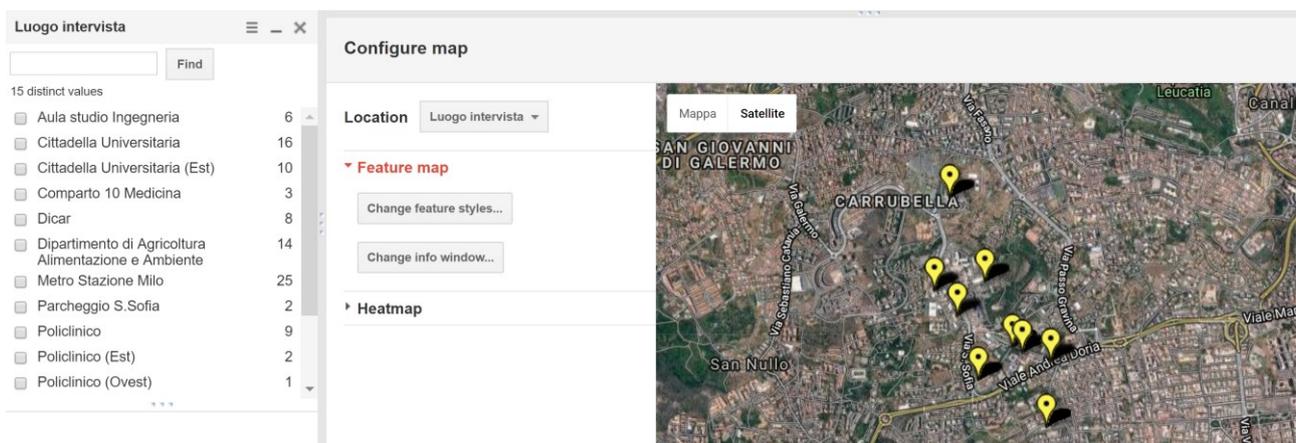


Figura 5 Mappa con geolocalizzazione del luogo delle interviste

¹⁵ <https://fusiontables.google.com/>

Di seguito (Figura 6-Figura 11) si riportano alcuni risultati relativi alle caratteristiche socio-economiche del campione intervistato e alle abitudini di spostamento:

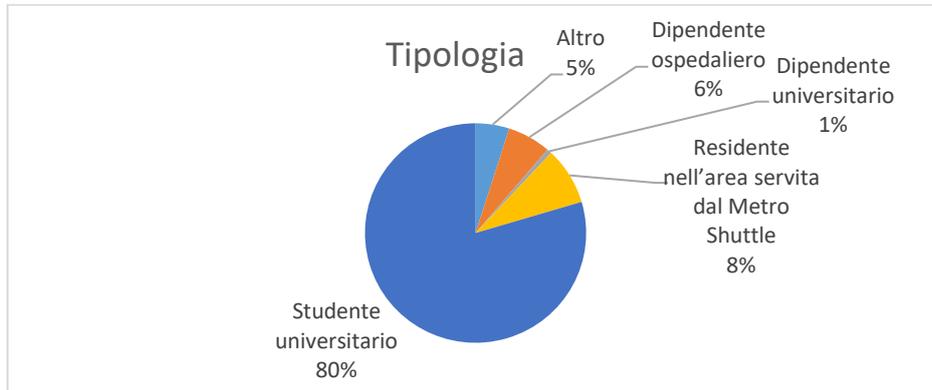


Figura 6 Tipologia intervistato

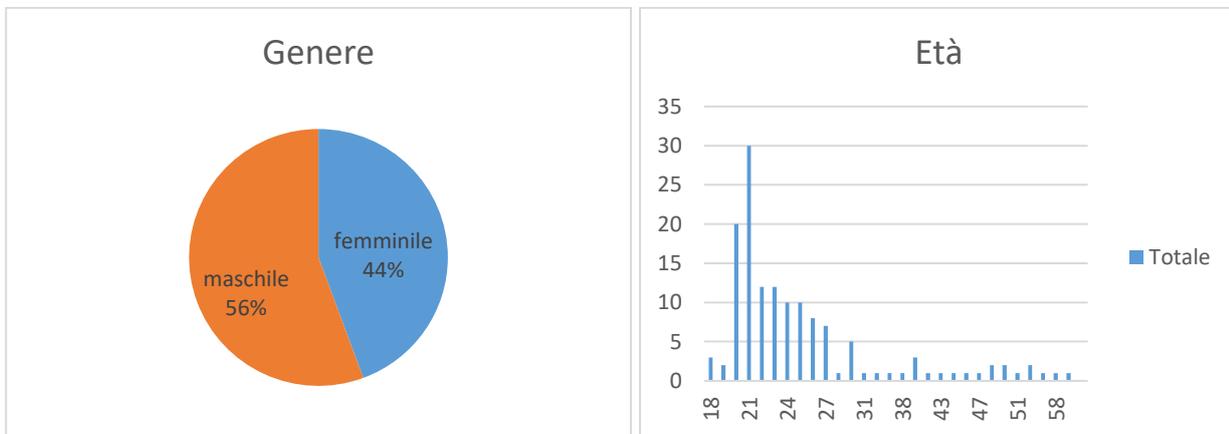


Figura 7 Genere (sinistra) e età (destra) degli intervistati



Figura 8 Mappa con geolocalizzazione della residenza/domicilio degli intervistati

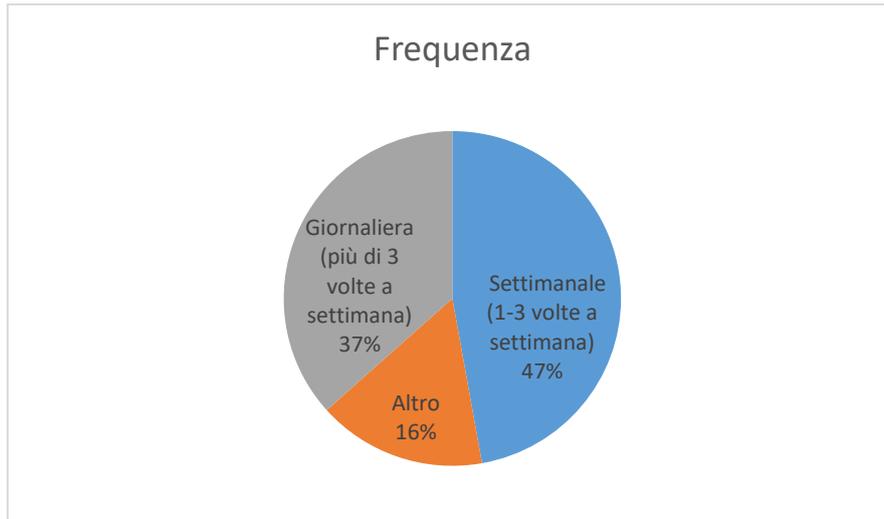


Figura 9 Frequenza degli spostamenti verso l'area servita dal Metro Shuttle

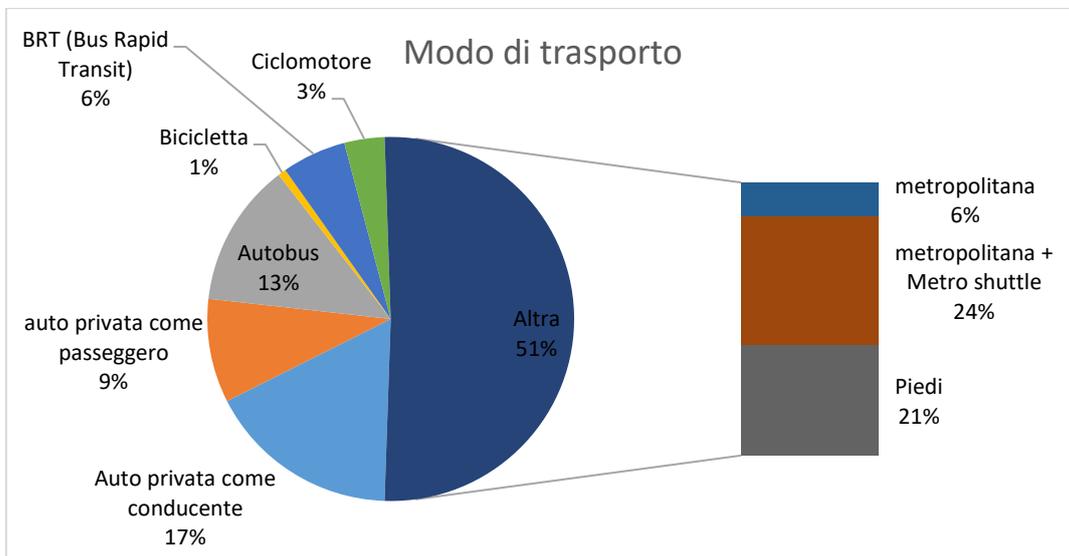


Figura 10 Modo di trasporto prevalentemente utilizzato per raggiungere l'area servita dal Metro Shuttle

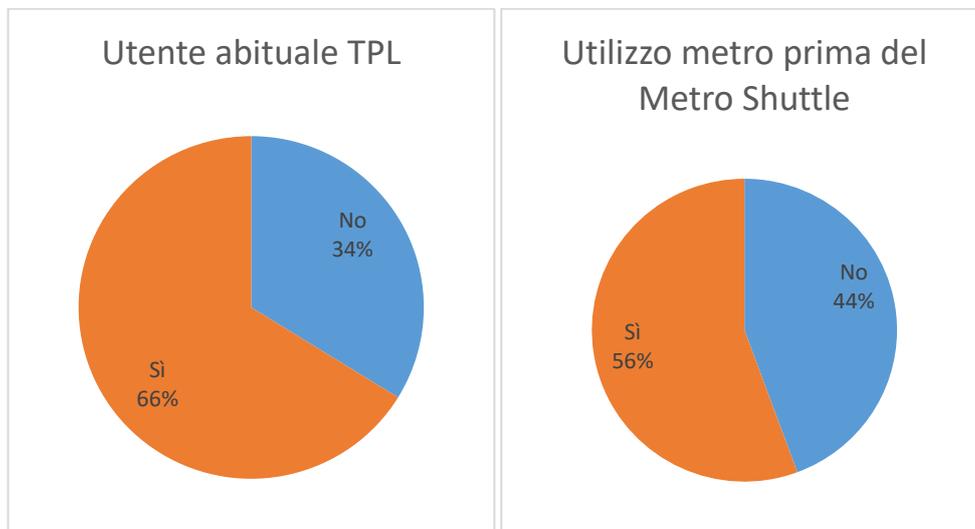


Figura 11 Percentuale di utenti abituali del TPL (sinistra) e percentuale di utenti che usavano la metro prima dell'entrata in esercizio del Metro Shuttle

Il campione intervistato è costituito prevalentemente da studenti universitari con età compresa tra i 18 e i 29 anni e l'89% degli intervistati risiede o è domiciliato all'interno della città metropolitana di Catania (CAP 95000 e 95100). Per quanto riguarda le abitudini di spostamento, la maggior parte degli intervistati frequenta giornalmente o settimanalmente l'area di studio e il 51% utilizza la metro (anche in combinazione con il Metro Shuttle) o si reca a piedi nell'area servita dal Metro Shuttle. Inoltre, il 66% dichiara di essere un utente abituale del trasporto pubblico locale (TPL), mentre il 56% dichiara di utilizzare la metro da quando è entrato in esercizio il Metro Shuttle, a conferma dell'utilità di questo servizio per far crescere il numero di utenti della metro.

Di seguito si riportano i risultati relativi alle domande sul servizio di Metro Shuttle.

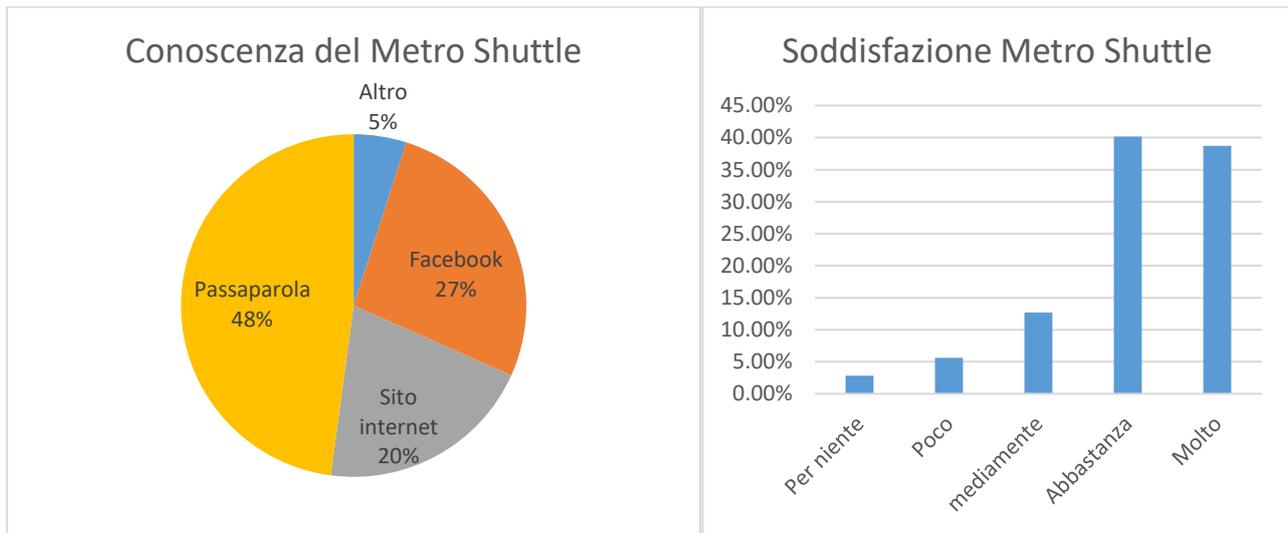


Figura 12 Canale informativo con cui si è venuti a conoscenza del Metro Shuttle (sinistra) e livello di soddisfazione per il servizio offerto (destra)

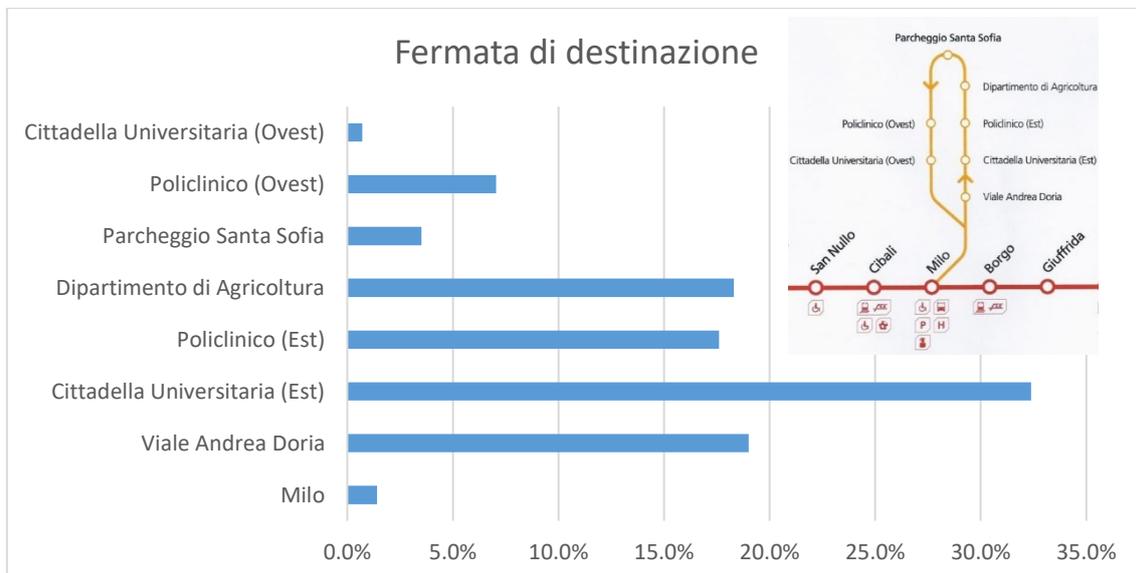


Figura 13 Fermata di destinazione abituale

Come si evince dai grafici precedenti, la maggior parte degli utenti è venuta a conoscenza del Metro Shuttle tramite passaparola (48%) o attraverso internet e i social network (47%). Per quanto riguarda la soddisfazione per il servizio offerto, il 40,1% degli utenti si ritiene abbastanza soddisfatto, mentre il 38,7% dichiara di essere molto soddisfatto. Complessivamente, dunque, la maggior parte degli intervistati (78,9%) è soddisfatta del

servizio fornito da FCE. In termini numerici, Il livello medio di soddisfazione del servizio è pari a 4,06 (su 5), con una deviazione standard di 1. Per quanto riguarda gli indicatori di qualità, valutati in una scala da 1 a 5, gli elementi per cui gli utenti si ritengono in media abbastanza soddisfatti (media > 4) sono il prezzo, la disponibilità, la pulizia, il comfort e l'accessibilità (Figura 14). Viceversa, si ritengono meno soddisfatti dei servizi per i disabili, della sicurezza a bordo, dell'attenzione all'ambiente e del livello di informazioni (valori medi degli indicatori tra 3,60 e 3,72). In ogni caso, considerando che il valore minimo di soddisfazione è 3,60 (relativo ai servizi per i disabili), che corrisponde nella scala semantica a un livello di qualità mediamente/abbastanza soddisfacente, si può concludere che la qualità percepita dagli utenti intervistati è mediamente alta sia rispetto all'indicatore generale relativo al livello di soddisfazione per il servizio, sia relativamente agli indicatori analizzati.

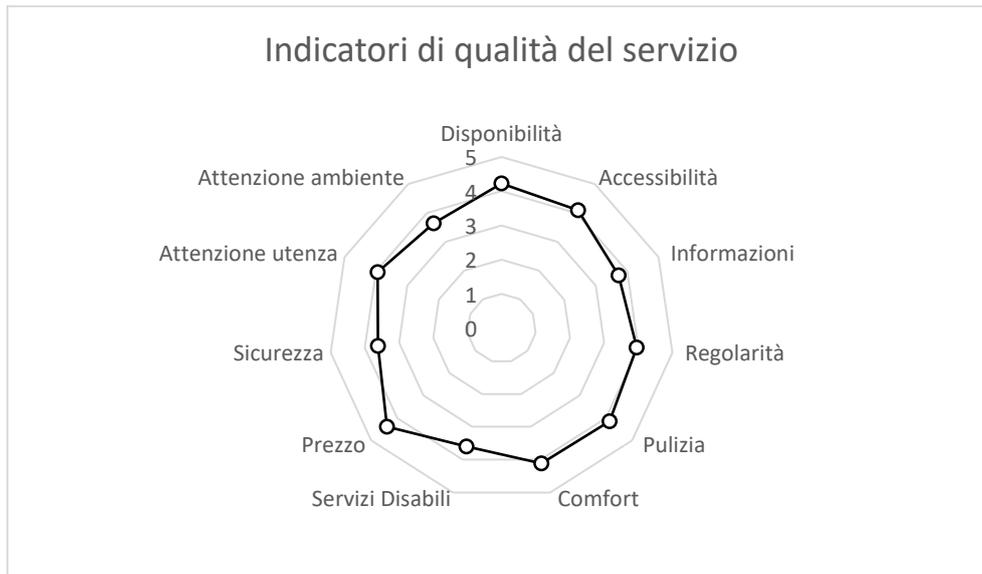


Figura 14 Livello medio di soddisfazione (1-5) per indicatore di qualità

Inoltre, è possibile correlare l'indicatore di soddisfazione generale con gli attributi di qualità attraverso una regressione lineare multipla. Di seguito si riportano i risultati della regressione e dei test statistici effettuati (Fischer e Student).

Tabella 13 Risultati della regressione lineare multipla.

Statistica della regressione					
R multiplo					0,989
R al quadrato					0,978
R al quadrato corretto					0,968
Errore standard					0,667
Osservazioni					134
ANALISI VARIANZA					
	gdl	SQ	MQ	F	Significatività F
Regressione	11	2398,270	218,025	489,985	2,55149E-95
Residuo	123	54,730	0,445		
Totale	134	2453			
	Coefficienti	Errore standard	Stat t	Valore di significatività	
Intercetta	0,000	#N/D	#N/D	#N/D	
Disponibilità	0,415	0,109	3,800	0,000	
Accessibilità	0,256	0,100	2,571	0,011	
Informazioni	0,175	0,093	1,877	0,063	

Regolarità	0,226	0,101	2,226	0,028
Pulizia	-0,063	0,123	-0,513	0,609
Comfort	0,189	0,112	1,684	0,095
Servizi Disabili	-0,167	0,079	-2,109	0,037
Prezzo	0,189	0,079	2,391	0,018
Sicurezza	-0,199	0,096	-2,067	0,041
Soddisfazione Attenzione utenza	-0,142	0,099	-1,438	0,153
Soddisfazione Attenzione ambiente	0,105	0,088	1,195	0,234

In rosso i valori statisticamente non significativi

Come si vede, i valori che pesano di più in termini di coefficienti della funzione di regressione sono la disponibilità, l'accessibilità e la regolarità del servizio e sono piuttosto in accordo con i risultati ottenuti analizzando i valori osservati di soddisfazione per indicatore.

Per quanto riguarda i servizi di informazione all'utenza, i risultati sono riportati di seguito.

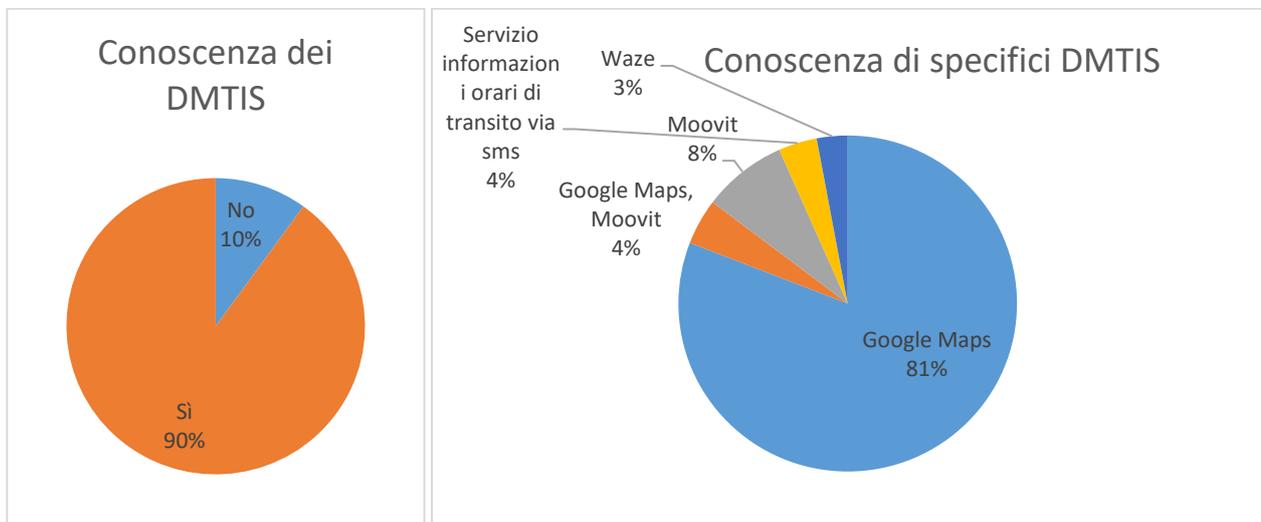


Figura 15 Conoscenza dei servizi informativi sulla mobilità multimodale (DMTIS) (sinistra) e di specifici servizi (destra)

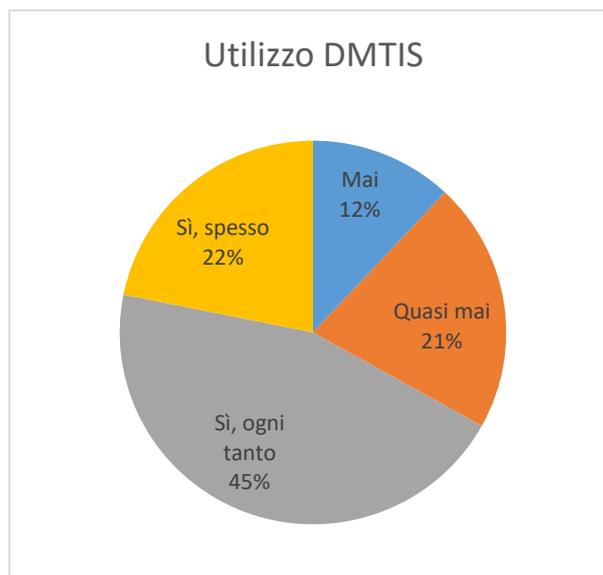


Figura 16 Utilizzo dei servizi informativi sulla mobilità multimodale (DMTIS)

Come si vede dai grafici a torta, il 90% degli intervistati è a conoscenza dei servizi informativi sulla mobilità multimodale (DMTIS), in particolare Google Maps, ma solo il 22% dichiara di utilizzarli spesso, mentre il 45% li utilizza ogni tanto e il 33% quasi mai o mai.

Gli elementi e le funzionalità ritenute più importanti sono rispettivamente: (1) precisione e (2) affidabilità del sistema, (3) precisione temporale e (4) spaziale; (i) informazioni sugli orari, (ii) ricerca luoghi di interesse, (iii) stime dei tempi di viaggio, (iv) Informazioni su interruzioni/modifiche.

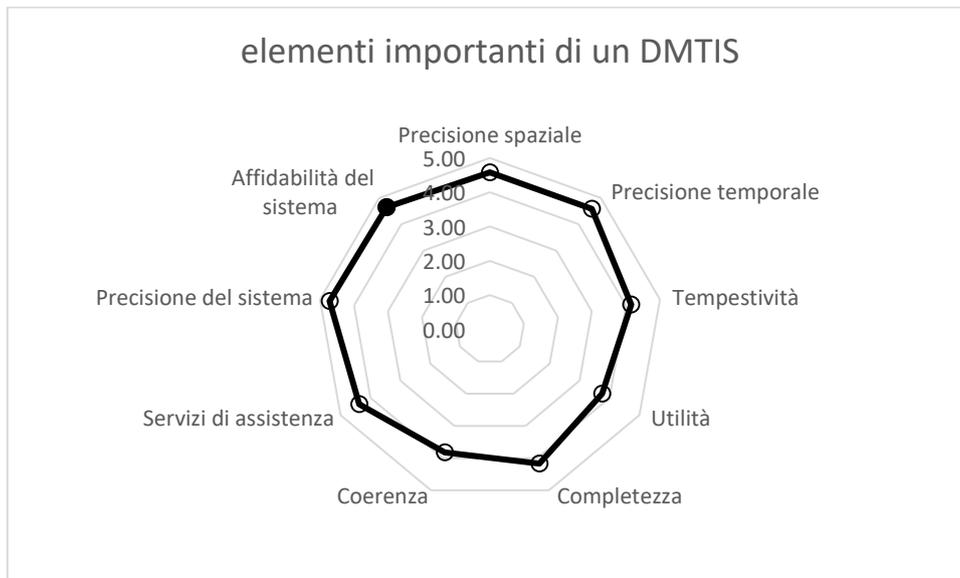


Figura 17 Valutazione degli elementi di un DMTIS

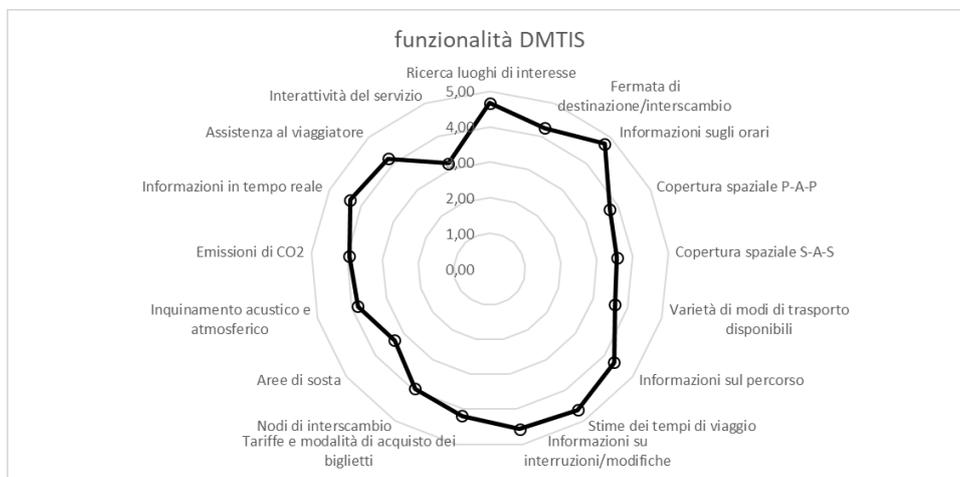


Figura 18 Valutazione delle funzionalità di un DMTIS

In conclusione, dall'analisi preliminare effettuata si evince che la qualità del servizio di Metro Shuttle è abbastanza buona soprattutto con riferimento a prezzo, disponibilità, pulizia, comfort e accessibilità. Inoltre, emerge la necessità di garantire un servizio di informazione per la mobilità multimodale efficiente in modo da accrescerne l'utilizzo, che attualmente risulta limitato, e garantire prioritariamente alcuni elementi, ovvero precisione e affidabilità e alcune funzionalità, tra cui informazioni sugli orari, ricerca luoghi di interesse e stime dei tempi di viaggio. Questi risultati sono utili per estendere l'analisi a un'altra categoria di utenti del trasporto pubblico, ovvero coloro che compiono spostamenti in ambito extraurbano. Prima di presentare l'indagine effettuata su una linea extraurbana operata da FCE, risulta utile effettuare un'analisi dell'accessibilità del trasporto pubblico a Catania, per fare un confronto tra trasporto pubblico e privato e derivare alcune considerazioni interessanti per capire come migliorare il servizio di trasporto pubblico.

3.2.2 Analisi dell'accessibilità

Il concetto di accessibilità è stato declinato negli anni in diversi modi. La definizione classica vede l'accessibilità come la "facilità di raggiungere una destinazione" ed è un concetto spesso in contrapposizione con quello di "mobilità", che invece può considerarsi come la "facilità di effettuare uno spostamento" (vedi Tabella 14 per le principali definizioni di accessibilità). Difatti, la domanda di trasporto è generalmente da intendersi come una domanda derivata e non fine a sé stessa. Pertanto, la mobilità sostenibile si ottiene attraverso un'accessibilità equa e diffusa a tutte le categorie di utenti dei trasporti (passeggeri/merci). La pianificazione della mobilità sostenibile è dunque passata da una pianificazione tradizionale in cui al centro si poneva il traffico, con l'obiettivo di migliorare la capacità di flusso di traffico e la velocità, a una pianificazione innovativa, che mette al centro le persone e i cui obiettivi sono orientati verso il miglioramento dell'accessibilità e della qualità della vita (Figura 19).

Tabella 14 Definizione di accessibilità.

Definizione	Fonte
"the potential of opportunities for interaction"	Hansen, W.G., (1959). How accessibility shapes land use. <i>Journal of American Institute of Planners</i> 25 (1), 73–76.
"the ease with which any land-use activity can be reached from a location using a particular transport system"	Dalvi, M.Q., & Martin, K.M., (1976). The measurement of accessibility: some preliminary results. <i>Transportation</i> 5, 17–42.
"the freedom of individuals to decide whether or not to participate in different activities"	Burns, L.D., (1979). <i>Transportation, Temporal and Spatial Components of Accessibility</i> . Lexington Books, Lexington/Toronto.
"the benefits provided by a transportation/land-use system"	Ben-Akiva, M., & Lerman, S.R., (1979). Disaggregate travel and mobility choice models and measures of accessibility. In: Hensher, D.A., Sopher, P.R. (Eds.), <i>Behavioural Travel Modelling</i> . Croom Helm, Andover, Hants, pp. 654–679.
"the extent to which land-use and transport systems enable (groups of) individuals to reach activities or destinations by means of a (combination of) transport mode(s)"	Geurs, K. T., & Van Wee, B. (2004). Accessibility evaluation of land-use and transport strategies: review and research directions. <i>Journal of Transport geography</i> , 12(2), 127-140.
"a measure of the ease of an individual to pursue an activity of a desired type, at a desired location, by a desired mode, and at a desired time"	Bhat, C., Handy, S., Kockelman, K., Mahmassani, H., Chen, Q., & Weston, L. (2000). Development of an urban accessibility index: Literature review. Research project conducted for the Texas department of transportation. University of Texas, Austin, TX: Center for Transportation Research.
"the amount and diversity of places that can be reached within a given travel time and/or cost"	Bertolini, L., Le Clercq, F., & Kapoen, L. (2005). Sustainable accessibility: A conceptual framework to integrate transport and land use plan-making. Two test-applications in the Netherlands and a reflection on the way forward. <i>Transport Policy</i> , 12, 207–220.

UN NUOVO MODO DI PIANIFICARE LA MOBILITA' URBANA

La tabella riporta alcune delle principali differenze tra modelli di pianificazione più tradizionali e l'approccio innovativo proposto in queste linee guida.

Pianificazione tradizionale dei trasporti		Piano Urbano della Mobilità Sostenibile
Si mette al centro il traffico	→	Si mettono al centro le persone
Obiettivi principali: capacità di flusso di traffico e velocità	→	Obiettivi principali: accessibilità e qualità della vita, sostenibilità, fattibilità economica, equità sociale, salute
Focus modale	→	Sviluppo delle varie modalità di trasporto, incoraggiando al contempo l'utilizzo di quelle più sostenibili
Focus infrastrutturale	→	Gamma di soluzioni integrate per generare soluzioni efficaci ed economiche
Documento di pianificazione di settore	→	Documento di pianificazione di settore coerente e coordinato con i documenti di piano di aree correlate (urbanistica e utilizzo del suolo, servizi sociali, salute, pianificazione e implementazione delle politiche cittadine, etc.)
Piano di breve-medio termine	→	Piano di breve e medio termine, ma in un'ottica strategica di lungo termine
Relative ad un'area amministrativa	→	Relativo ad un'area funzionale basata sugli spostamenti casa-lavoro
Dominio degli ingegneri trasportisti	→	Gruppi di lavoro interdisciplinari
Pianificazione a cura di esperti	→	Pianificazione che coinvolge i portatori di interesse attraverso un approccio trasparente e partecipativo
Monitoraggio e valutazione dagli impatti limitati	→	Monitoraggio regolare e valutazione degli impatti nell'ambito di un processo strutturato di apprendimento e miglioramento continui

Figura 19 Pianificazione tradizionale vs pianificazione della mobilità sostenibile secondo le linee guida ELTIS¹⁶

Esistono in letteratura diverse misure di accessibilità, classificate in maniera diversa, ad esempio in funzione del costo di spostamento o dell'utilità generale, e riferibili alla componente territoriale, trasportistica, temporale e individuale, ed esistono anche misure di accessibilità relativa per confrontare tra loro diversi sistemi di trasporto (Figura 20). Quest'ultima misura è rilevante nel nostro caso perché si immagina che la scelta di utilizzare il trasporto pubblico per molte persone sia basata sul valore relativo delle sue prestazioni rispetto ad un'altra modalità (generalmente, il trasporto privato). Pertanto, è importante calcolare l'accessibilità al trasporto pubblico considerando il costo o il tempo relativi ad altre modalità.

¹⁶ Wefering, F., Rupprecht, S., Bührmann, S., & Böhrer-Baedeker, S. (2014). Guidelines. Developing and Implementing a Sustainable Urban Mobility Plan, Rupprecht Consult-Forschung und Beratung GmbH, European Commission Directorate—General for Mobility and Transport, Brussels, Belgium.

accessibility metrics	accessibility components			
	transport	land use	temporal	individual
system accessibility (coverage)	Gan et al. 2005, Polzin et al. 2002		Polzin et al. 2002	Gan et al. 2005
system facilitated accessibility (impedance)	Liu and Zhu (2004)			
integral accessibility (place accessibility)	Hansen (1959)			
space-time accessibility (individual accessibility)	Kwan et al. 2003			
utility accessibility (cumulative accessibility)	Niemeier, 1997; Srouf and Kockelman, 2001.			
relative accessibility	Benenson et al., 2010; Owen et al. 2012			

Figura 20 Misure di accessibilità in funzione delle componenti di accessibilità

Nel caso di Catania, è utile fare un confronto tra trasporto pubblico e privato in termini di accessibilità per capire l'appetibilità del primo rispetto al secondo. Nel seguito della trattazione, si farà riferimento ai lavori Giuffrida et al. (2017)¹⁷ e Inturri et al. (2017)¹⁸.

In particolare, Giuffrida et al. (2017) hanno misurato l'accessibilità relativa tra trasporto pubblico e privato, pesato con dati socio-economici, a una scala di risoluzione della sezione censuaria attraverso il software TransCad, verificando l'impatto dell'introduzione di nuove linee rapide di trasporto pubblico (BRT). Inturri et al. (2017) hanno messo in correlazione misure di accessibilità con misure di dipendenza energetica, che rappresenta l'energia minima richiesta per effettuare gli spostamenti in una data area urbana, verificando l'impatto di politiche per favorire il trasporto pubblico.

A partire dall'indice di accessibilità di Hansen (1959)¹⁹ che permette di valutare l'accessibilità tenendo in considerazione l'impedenza e le opportunità tra una coppia OD²⁰, è possibile definire un indice di accessibilità relativa attraverso la seguente equazione A_R :

$$A_R = \frac{A_i^{TPb}}{A_i^{TPr}}$$

dove A_R è l'accessibilità relativa, A_i^{TPb} è l'accessibilità al trasporto pubblico e A_i^{TPr} è l'accessibilità al trasporto privato. Inoltre, al fine di includere aspetti sociali nella misura dell'accessibilità, è stato introdotto un indice di accessibilità relativa pesata RWA:

$$RWA = \frac{A_i^{TPb(t)}}{A_i^{TPr(t)}} * \left(1 - \frac{Pop_i^{Car}}{Pop_i^{Tot}}\right)$$

dove Pop_i^{Car} è la popolazione che ha accesso al trasporto privato (popolazione tra 18 e 70 anni) e Pop_i^{Tot} è la popolazione totale all'origine i .

¹⁷ Giuffrida N., Inturri G, Caprì S., Spica S., Ignaccolo M., 2017, The impact of a bus rapid transit line on spatial accessibility and transport equity: The case of Catania. In: Transport Infrastructure and Systems: Proceedings of the AIIT International Congress on Transport Infrastructure and Systems (Rome, Italy, 10-12 April 2017. ISBN: 9781138030091, Rome, 10 - 12 April 2017

¹⁸ Inturri G., Ignaccolo M., Le Pira M., Caprì S., Giuffrida N., 2017, Influence of Accessibility, Land Use and Transport Policies on the Transport Energy Dependence of a City, in Transportation Research Procedia, Vol. 25C, pp. 3277-3289, ISSN: 2352-1465, doi: 10.1016/j.trpro.2017.05.165

¹⁹ Hansen, W., G., (1959). How Accessibility Shapes Land Use, Journal of the American Planning Institute, 25, 73 – 76.

²⁰ Vedi Giuffrida et al., (2017)

I risultati in termini di RWA per lo scenario di riferimento (51 linee di trasporto pubblico con velocità commerciale di 15 km/h) e la differenza di RWA tra lo scenario di riferimento e uno scenario migliorativo in cui si immagina un incremento della velocità commerciale da 15 km/h a 18 km/h per le 2480 sezioni censuarie sono presentati in Figura 21.

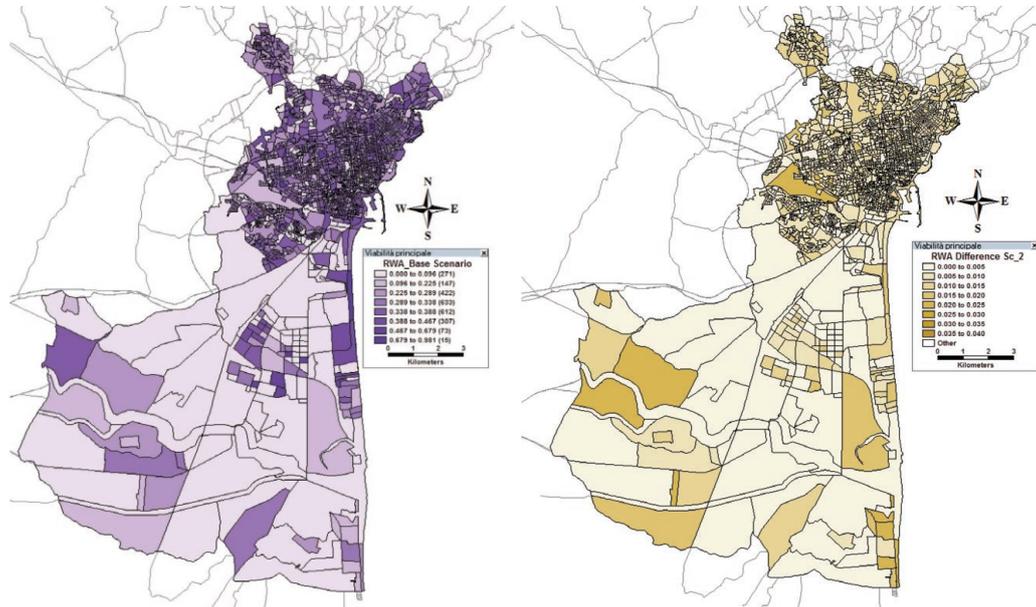


Figura 21 Misure di accessibilità relativa per lo scenario base e differenza di accessibilità relativa tra scenario base e scenario migliorativo (Giuffrida et al., 2017)

Si vede come ci sia una scarsa accessibilità nella zona a Sud della città (zona industriale) dovuta alla dispersione urbana di quest'area rispetto alle aree centrali servite dall'autobus a alla bassa capillarità della rete di trasporto pubblico in quella zona. Si può notare, invece, un incremento in accessibilità avvicinandosi al centro e a nord-est della città, con aree più densamente servite da linee di trasporto pubblico. Migliorando le prestazioni del tpl, in termini di incremento della velocità commerciale, si vede come l'accessibilità del tpl in generale migliori soprattutto nelle aree a ovest della città.

Correlando invece le misure di accessibilità di Hansen, alla scala di zone di traffico, con misure di dipendenza energetica, come fatto da Inturri et al. (2017), si vede come queste due misure siano statisticamente correlate (Figura 22) e come un miglioramento generali delle condizioni di accesso alla rete del tpl (ad esempio attraverso interventi di moderazione del traffico e creazione di percorsi pedonali) porti a un aumento dell'accessibilità e a una minore dipendenza energetica dei trasporti per la città.

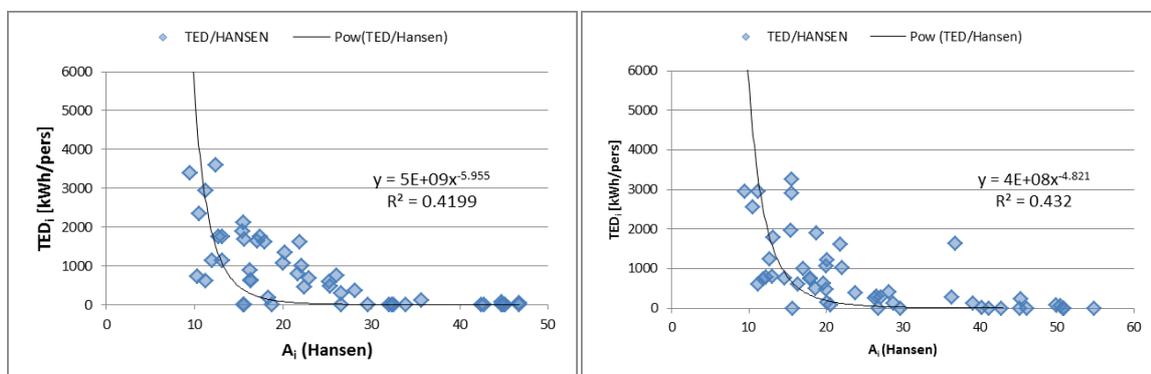


Figura 22 Correlazione tra accessibilità e dipendenza energetica per lo scenario base e lo scenario migliorativo (Inturri et al., 2017)

Dai risultati ottenuti si evince come miglioramenti al tpl, sia in termini di prestazioni (velocità commerciale) sia in termini di accesso al sistema di tpl, comportano un aumento dell'accessibilità relativa rispetto al

trasporto privato e una riduzione della dipendenza energetica legata ai trasporti della città. È fondamentale dunque comprendere i fattori che determinano la qualità del tpl, anche attraverso indagini sulla qualità percepita, e agire sugli stessi al fine di promuoverla rispetto all'auto privata.

3.2.3 Indagine a bordo su qualità attesa/percepita del servizio in tempo reale e sulle preferenze degli utenti rispetto a diversi livelli/tipologie di informazioni sul servizio

Per indagare la qualità attesa/percepita dei servizi di trasporto pubblico in tempo reale e analizzare più in dettaglio le preferenze degli utenti per diversi livelli/tipologie di informazioni sul servizio, è stato scelto come caso studio il servizio di autolinee extraurbano operato da FCE e, in particolare, la linea extraurbana Catania-Adrano, la quale attraversa i comuni di Misterbianco, Belpasso, Paternò, Santa Maria di Licodia e Biancavilla (Figura 23). Trattasi di una linea a forte traffico passeggeri, nonché la linea con la migliore offerta con 86 corse programmate al giorno tra le due direzioni, di cui 23 "rapide", cioè passanti lungo la Strada Statale 121, effettuando il percorso urbano solo nei comuni di Adrano, Biancavilla Santa Maria di Licodia, e Paternò; la linea rapida extraurbana serve quindi un bacino di circa 115.000 abitanti.

Il tempo di percorrenza di percorrenza tra Adrano a Catania (Porto) varia tra 1 ora e 20 minuti, nel caso di corsa rapida, a 1 ora e 40 minuti nel caso di corsa normale, per un percorso di circa 38 km nella corsa rapida e 46 km nella corsa normale.

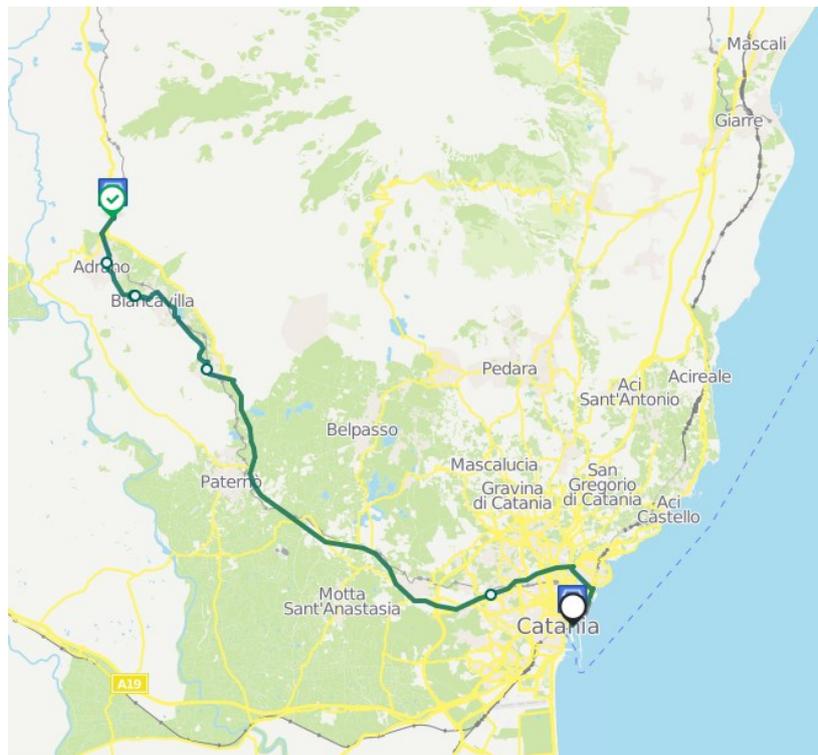


Figura 23 Percorso linea rapida extraurbana Catania Porto - Adrano Nord (fonte: Moovitapp.com)

È stato proposto ad un campione di 100 passeggeri della Catania-Adrano un questionario composto da quattro sezioni relative a:

1. caratteristiche socio-economiche
2. abitudini di spostamento
3. qualità del servizio di trasporto pubblico
4. servizi di informazione in tempo reale

Per quanto riguarda la sezione 3 inerente la qualità del servizio di trasporto, è stato chiesto agli utenti di esprimere un giudizio di preferenza sulla qualità complessiva del servizio, indicando da 1 a 5 il loro livello di soddisfazione, con 1 corrispondente a “per niente soddisfatto” e 5 a “molto soddisfatto”, chiedendo di inserire anche il motivo per cui è stato espresso tale giudizio; la stessa cosa è stata fatta con 14 indicatori di qualità al fine di determinare come gli indicatori concorrono al raggiungimento della qualità complessiva percepita, tramite regressione lineare multipla. Gli indicatori sono stati scelti a partire dalla review di letteratura e in funzione delle caratteristiche specifiche della linea analizzata. Poiché i mezzi sono dotati di dispositivi AVL/AVM, è possibile effettuare un confronto tra le misure soggettive (i giudizi degli utenti) e le misure oggettive (i valori rilevati dai dispositivi). Per questi motivi, gli indicatori di qualità per cui è stato chiesto di esprimere un giudizio di soddisfazione sono:

- Disponibilità servizio
- Accessibilità delle fermate
- Comfort durante l'attesa alla fermata
- Climatizzazione
- Affollamento
- Indicazioni durante il viaggio
- Regolarità del servizio
- Pulizia
- Servizi per disabili
- Tariffa biglietto/abbonamento
- Sicurezza a bordo
- Sicurezza fermate
- Attenzione all'utenza
- Attenzione all'ambiente

Per quanto riguarda la sezione 4 inerente i servizi di informazione in tempo reale, è stato chiesto se si conoscono servizi di informazione nell'ambito di trasporti, e se sì se vengono utilizzati per programmare i propri spostamenti; è stato inoltre chiesto di esprimere una preferenza tra 7 categorie di servizi di informazione.

Queste categorie di informazione sono state scelte a partire dalla review di letteratura e dalla direttiva europea 2010/40/UE in merito alla predisposizione in tutto il territorio dell'Unione europea di servizi di informazione sulla mobilità multimodale; dalla review e dalle direttive auspicano un servizio di informazione, basato su tecnologie ITS e AVL/AVM che riguardano le seguenti categorie di informazione:

- Informazioni statiche
- Informazioni pre-viaggio personalizzate
- Informazioni durante il viaggio
- Opinione degli utenti sulla qualità del servizio
- Possibilità di aggiungere informazioni sul servizio
- Impatto del veicolo sull'ambiente
- Assistenza alla clientela

in particolare, ai fini dell'applicazione del metodo di analisi multicriteria Best Worst Method (BWM) che verrà descritto di seguito, è stato chiesto agli intervistati di indicare quale tra queste categorie di informazioni ritenessero la più importante e di esprimere da 1 a 9 quanto la categoria dichiarata più importante fosse più importante rispetto le altre; in maniera analoga è stato chiesto di indicare quale tra le stesse categorie di informazione fosse quella meno importante, e di indicare sempre tra 1 e 9 quanto le altre categorie di informazioni fossero più importanti rispetto alla categoria di informazione dichiarata meno importante.

È stato anche chiesto di esprimere un giudizio ad ulteriori 18 indicatori (Tabella 15), facenti parte delle stesse categorie sopra elencati al fine di arricchire l'indagine con ulteriori informazioni e combinare i giudizi ottenuti con i risultati emersi dal BWM.

Tabella 15 Indicatori relativi alle categorie di informazione.

Categoria di informazione	Indicatore
1. Informazioni statiche	I. Mappa delle linee e delle fermate con informazioni sugli orari programmati
	II. Mappa dei punti di interscambio
	III. Mappa dei punti di interesse
	IV. Mappa punti vendita biglietti/rinnovo abbonamenti
2. Informazioni pre-viaggio personalizzate	I. Varietà modi di trasporto e percorsi disponibili per effettuare uno spostamento
	II. Varietà modi di trasporto e percorsi disponibili per effettuare uno spostamento
	III. Percorso più breve per raggiungere la destinazione
	IV. Informazioni dettagliate su percorso
3. Informazioni durante il viaggio	I. Tempi di attesa alla fermata
	II. Informazioni sulle condizioni del mezzo in tempo reale
	III. Distanza e tempo di viaggio totale e rimanente
	IV. Variazioni di servizio
4. Opinione degli utenti sulla qualità del servizio	I. Questionario online su percezione della qualità del servizio
5. Possibilità di aggiungere informazioni sul servizio	I. Mappa in cui inserire informazioni mancanti/errate utili per gli altri utenti
6. Impatto del veicolo sull'ambiente	I. Informazioni su inquinamento acustico e atmosferico
	II. Informazioni su emissioni di CO ₂
7. Assistenza alla clientela	I. Informazioni su come contattare l'azienda per eventuale assistenza/reclami
	II. Contatto diretto con l'azienda

3.2.4 Analisi dei risultati dell'indagine tramite metodologie statistiche e tecniche di analisi multicriteria

Sono state effettuate 100 interviste ad altrettanti passeggeri a febbraio 2018 a bordo della linea rapida FCE Catania-Adrano. Il bacino di utenza è interamente riconducibile ai comuni di Santa Maria di Licodia, Biancavilla e Adrano, i quali hanno una popolazione complessiva di oltre 67 mila abitanti.

Il campione analizzato presenta le seguenti caratteristiche:

- Genere: Femminile (51%), Maschile (49%)
- Età: under 18 (8%), 18-25 (26%), 25-35 (29%), over 35 (37%)
- Domicilio: Adrano (27%), Biancavilla (41%), S.M. Licodia (32%)
- Istruzione: Medie (8%), Superiori (64%), Università (24%), Post-Università (4%)
- Occupazione: Casalinga (1%), Dipendente (52%), Lavoratore autonomo (7%), Studente (40%)

- Frequenza spostamento: Giornaliera (61%), Settimanale (39%)
- Modo di trasporto per effettuare lo spostamento oggetto di indagine: Auto come conducente (26%), auto come passeggero (23%), Autobus FCE (24%), Piedi (27%)
- Utente abituale trasporto pubblico: Sì (100%)

Per quanto riguarda la qualità percepita del servizio, i risultati sono riportati di seguito:

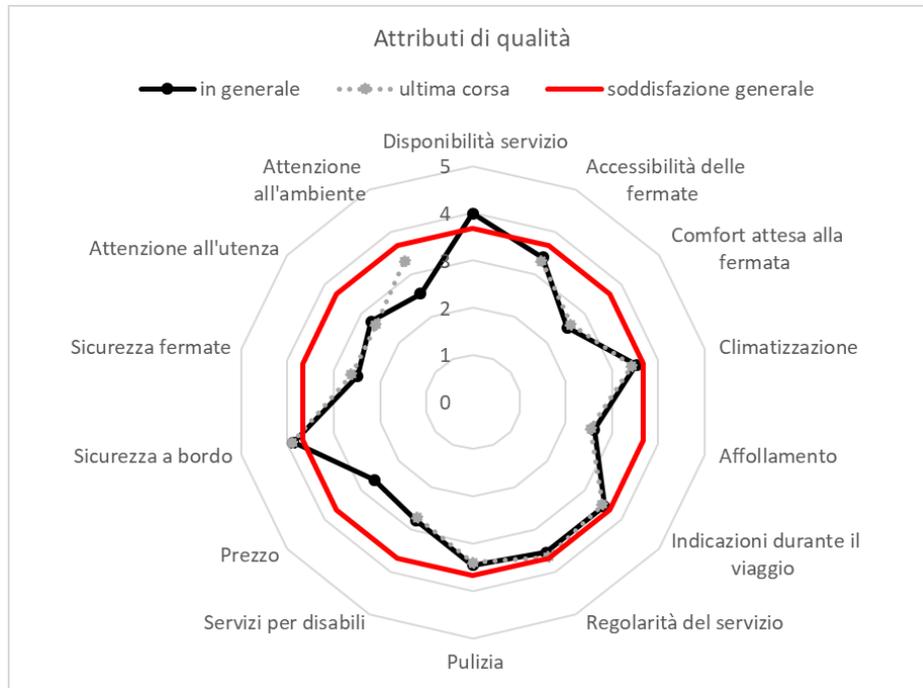


Figura 24 Valutazione degli attributi di qualità del servizio di trasporto pubblico

Gli attributi di qualità per cui gli utenti si ritengono più soddisfatti sono la disponibilità del servizio e la sicurezza a bordo. Viceversa, gli attributi considerati meno accettabili sono il comfort e la sicurezza alle fermate e l'attenzione all'ambiente. Non si riscontrano particolari differenze tra i giudizi riferiti al servizio in generale e quelli riferiti all'ultima corsa, tranne per l'attributo "attenzione all'utenza" che risulta mediamente più alto con riferimento all'ultima corsa. I valori degli attributi acquisiti "in tempo reale" saranno utili per fare dei confronti con le grandezze oggettivamente misurabili, quali la pulizia e la regolarità del servizio.

Anche in questo caso, come per l'indagine sul Metro Shuttle, è stato applicato il metodo della regressione lineare per correlare l'indice di soddisfazione generale con gli attributi di qualità (Tabella 16). Gli indicatori significativi al 90% e con il segno atteso sono la regolarità del servizio, la pulizia e la sicurezza a bordo.

Tabella 16 Risultati della regressione lineare multipla.

Statistica della regressione	
R multiplo	0,992
R al quadrato	0,985
R al quadrato corretto	0,971
Errore standard	0,497
Osservazioni	100
ANALISI VARIANZA	

	<i>gdl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>Significatività F</i>
Regressione	14	1388,777	99,198	401,977	2,59334E-71
Residuo	86	21,223	0,247		
Totale	100	1410			
	<i>Coefficienti</i>	<i>Errore standard</i>	<i>Stat t</i>	<i>Valore di significatività</i>	
Intercetta	0	#N/D	#N/D	#N/D	
Disponibilità servizio	0,0878		0,0645	1,3621	0,1767
Accessibilità delle fermate	0,0711		0,0516	1,3791	0,1714
Comfort durante l'attesa alla fermata	0,0466		0,0538	0,8651	0,3894
Climatizzazione	0,0312		0,0900	0,3464	0,7299
Affollamento	0,0263		0,0488	0,5391	0,5912
Indicazioni durante il viaggio	0,0136		0,0523	0,2596	0,7958
Regolarità del servizio	0,3263		0,0883	3,6947	0,0004
Pulizia	0,3482		0,0953	3,6548	0,0004
Servizi per disabili	-0,1247		0,0495	-2,5199	0,0136
Prezzo	0,0577		0,0520	1,1088	0,2706
Sicurezza a bordo	0,1273		0,0684	1,8628	0,0659

Per quanto riguarda le domande relative alla conoscenza o all'utilizzo di servizi d'informazione per la mobilità multimodale, il 79% dichiara di conoscerli, in particolare Google Maps (48%), il servizio SMS di FCE (16%), Waze (11%) e Moovit (9%), ma nessuno dichiara di usarli abitualmente e il 52% li utilizza saltuariamente.

Al fine di utilizzare il Best Worst Method (BWM) (Rezai, 2015)²¹ per determinare i pesi delle categorie di informazione, è stato chiesto agli intervistati quale tra le categorie ritenessero la più importante e quale la meno importante. Il BWM è un metodo di analisi multicriteria che permette di ottenere i pesi di un numero dato di criteri a partire da confronti a coppie di tutti i criteri con i due ritenuti rispettivamente più e meno importanti. In questo modo si evita di effettuare numerosi confronti a coppie tra tutti gli elementi come nel caso del noto metodo Analytic Hierarchy Process (AHP) (Saaty, 1980)²², molto utilizzato nei processi decisionali dei trasporti, limitando la quantità di domande e di confronti da inserire nel questionario.

Il BWM si articola in cinque punti:

1. Scelta dei criteri
2. Determinazione del criterio più desiderabile/importante e del criterio meno desiderabile/importante
3. Determinazione tramite una scala da 1 a 9 della preferenza del criterio definito più desiderabile/importante rispetto agli altri

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$$

²¹ Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. Omega, 53, 49-57.

²² Saaty, T. L. (1980). The Analytical Hierarchy Process, Planning, Priority. Resource Allocation. RWS Publications, USA.

4. Determinazione tramite una scala da 1 a 9 della preferenza di tutti i criteri rispetto al criterio definito meno desiderabile/importante

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T$$

5. Determinazione dei pesi ottimali dei criteri, ovvero i pesi tali che, per ogni coppia w_b/w_j e w_j/w_w si ottenga $w_b/w_j = a_{Bj}$ e $w_j/w_w = a_{jW}$; per soddisfare queste condizioni per ogni j è necessario che il massimo valore tra $\left| \frac{w_B}{w_i} - a_{Bj} \right|$ e $\left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right|$ sia minimo; in particolare si dovrà risolvere il seguente problema:

$$\min \max_j \left\{ \left| \frac{w_b}{w_i} - a_{Bj} \right|; \left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \right\}$$

che è possibile scrivere come

$$\left| \frac{w_B}{w_i} - a_{Bj} \right| \leq \xi, \text{ per ogni } j$$

$$\left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \leq \xi, \text{ per ogni } j$$

inoltre sarà necessario che

$$\sum_j w_j = 1$$

$$w_j \geq 0, \text{ per ogni } j$$

in questo modo, si ottengono i pesi $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ e ξ^* , ovvero l'indice di coerenza che consente di valutare la coerenza dei giudizi.

La scala di importanza utilizzata dagli intervistati è la seguente:

- 1 Ugualmente importanti
- 3 Poco più importante
- 5 Più importante
- 7 Molto più importante
- 9 Estremamente più importante

Per quanto riguarda il campione intervistato, la categoria considerata più importante da più utenti è rappresentata dalle informazioni durante il viaggio (27%) seguita da assistenza alla clientela (25%), mentre la categoria ritenuta meno importante per più utenti è l'impatto del veicolo sull'ambiente (45%). I pesi medi ottenuti risolvendo il problema di minimizzazione per tutto il campione sono riportati in Tabella 17.

Tabella 17 Risultati del BWM.

Categoria di informazione	Più importante (numero di utenti)	Meno importante (numero di utenti)	Peso (BWM)
Informazioni statiche	18	3	0,1542
Informazioni pre-viaggio personalizzate	14	4	0,1556
Informazioni durante il viaggio	27	0	0,1870

Opinione degli utenti sulla qualità del servizio	10	16	0,1312
Possibilità di aggiungere informazioni sul servizio	6	26	0,1119
Impatto del veicolo sull'ambiente	0	45	0,0781
Assistenza alla clientela	25	6	0,1832

Come si vede, la categoria di informazioni ritenuta più importante riguarda (1) le informazioni durante il viaggio, seguita da (2) assistenza alla clientela, (3) informazioni pre-viaggio personalizzate, (4) informazioni statiche, (5) Opinione degli utenti sulla qualità del servizio, (6) possibilità di aggiungere informazioni sul servizio e (7) impatto del veicolo sull'ambiente.

Inoltre, per avere informazioni più dettagliate sulle preferenze degli utenti è stato richiesto al campione intervistato di esprimere un giudizio da 1 a 5 in termini di importanza su 18 indicatori riconducibili precedenti categorie di informazione, i cui risultati sono riportati in *Figura 25*.

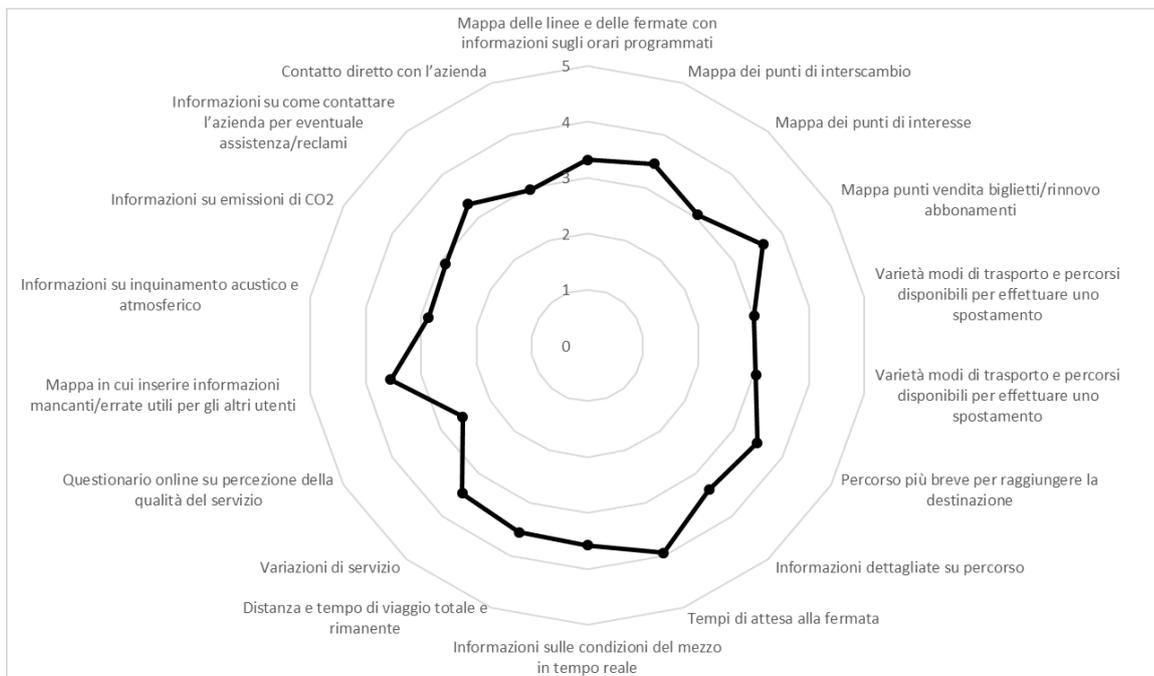


Figura 25 Valutazione degli indicatori relativi alle categorie di informazione

Gli indicatori più importanti sono i tempi di attesa alle fermate, seguito da una mappa punti vendita biglietti/rinnovo abbonamenti, informazioni sulle condizioni del mezzo in tempo reale e distanza e tempo di viaggio totale e rimanente. Viceversa, i meno importanti sono il questionario online su percezione della qualità del servizio, seguito da informazioni su inquinamento acustico e atmosferico e su emissioni di CO2.

Questi ulteriori indicatori possono essere combinati con i pesi derivanti dal BWM (Tabella 18), nel seguente modo:

1. calcolo della media normalizzata a 5 (massimo valore) dei giudizi degli indicatori per intervistato in relazione alla medesima categoria di informazione

2. combinazione del valore ottenuto con il rispettivo peso ottenuto dal BWM tramite prodotto dei pesi
3. Calcolo della media dei valori
4. Confronto con l'ordine di importanza emerso dal BWM

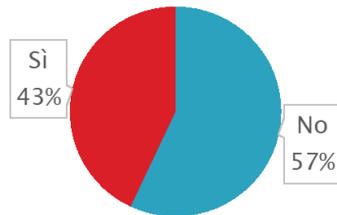
Tabella 18 Confronto e combinazione dei pesi del BWM con i giudizi sugli indicatori.

Categoria di informazione	BWM (a)	Media (normalizzata) indicatori (b)	Media BWM*Giudizi indicatori (c)
Informazioni statiche	0,1542	0,672	0,1091
Informazioni pre-viaggio personalizza-te	0,1556	0,6455	0,1045
Informazioni durante il viaggio	0,1870	0,7275	0,1412
Opinione degli utenti sulla qualità del servizio	0,1312	0,512	0,0775
Possibilità di aggiungere informazioni sul servizio	0,1119	0,71	0,0884
Impatto del veicolo sull'ambiente	0,0781	0,578	0,0459
Assistenza alla clientela	0,1832	0,626	0,1296

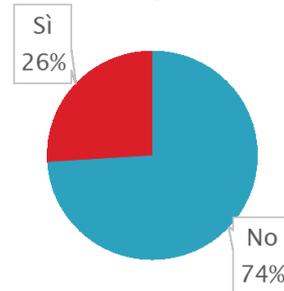
I risultati sono in gran parte confermati in quanto i due ranking (a) e (c) non variano sensibilmente, riconfermando al primo posto l'importanza di ricevere informazioni durante il viaggio, che si esplicita in informazioni su tempi di attesa alla fermata, sulle condizioni del mezzo in tempo reale, distanza e tempo di viaggio totale e rimanente e variazioni di servizio. Se si guardano solo i risultati degli indicatori in termini di media (normalizzata) mediati per tutto il campione, quelli relativi alle informazioni durante il viaggio hanno ricevuto il punteggio maggiore, seguiti dall'indicatore relativo alla possibilità di aggiungere informazioni sul servizio, ovvero una mappa in cui inserire informazioni mancanti/errate utili per gli altri utenti. Il fatto che la categoria di informazione sia stata valutata meno importante (al quinto posto) rispetto al relativo indicatore (al secondo posto) può significare che gli utenti non abbiano ben compreso il significato di "aggiungere informazioni sul servizio" che, di contro, è divenuto più chiaro una volta che è stato esplicitato l'indicatore.

Infine, si è cercato di indagare la propensione degli utenti a contribuire a un servizio proattivo di informazione per la mobilità multimodale e le condizioni per cui sarebbero portati a farlo. I risultati sono riportati di seguito:

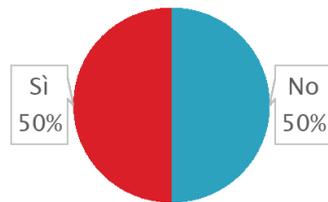
Lascerebbe volontariamente un'opinione
sull'esperienza di viaggio?



Sarebbe più propenso a farlo in
cambio di un compenso monetario?



Sarebbe più propenso a farlo in
cambio di incentivi?



Sarebbe più propenso a lasciarla in
cambio di un riconoscimento presso una
comunità degli utenti?

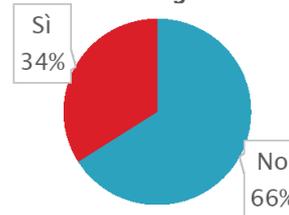


Figura 26 Risultati relativi alle domande su propensione a un servizio di informazione proattivo

Il 57% del campione intervistato non risulta particolarmente propenso a contribuire con informazioni sulla propria esperienza di viaggio a un servizio proattivo, neanche a fronte di un compenso monetario (74%) o di un riconoscimento presso la comunità di utenti (66%). Il 50% sarebbe di contro propenso a farlo in cambio di incentivi, quali ad esempio sconti o tariffe agevolate del trasporto pubblico.

Questi risultati sono interessanti in quanto permettono di capire, anche se su un campione limitato e riferito solo a spostamenti extraurbani, quali sono le caratteristiche che ritengono importanti per un servizio di informazione sulla mobilità multimodale, e le condizioni per cui sarebbero disposti a contribuire al servizio con informazioni "dal basso". Queste informazioni possono essere utili per le aziende di trasporto per progettare dei servizi di informazioni che vadano incontro alle esigenze degli utenti, al fine di migliorare la qualità del servizio di trasporto pubblico e, di conseguenza, la qualità percepita dello stesso.

3.2.5 Confronto qualità attesa/percepita vs qualità erogata/programmata in tempo reale

Attraverso i dati a disposizione dell'azienda FCE, è stato possibile effettuare un primo confronto dei valori di qualità percepita con quelli oggettivi e misurati, come riportato di seguito (Figura 27).

Data	Ritardo medio	Giudizio questionario su puntualità (1-5)
20/23 febbraio	12 minuti	3,63

Data	Pulizia giornaliera ordinaria	Pulizia completa	Giudizio questionario su pulizia (1-5)
20/23 febbraio	Effettuata	Tra dicembre 2017 e febbraio 2018	3,31

Data	Picco affollamento	Giudizio questionario su affollamento
20 febbraio	32/51	3,01
21 febbraio	46/51	2,13
22 febbraio	33/51	1,85
23 febbraio	51/51	2,53

Linea Catania Porto – Adrano Nord
Durata 1h 20 min
44 fermate
39 km
Capacità 51 pax

Figura 27 Confronto tra valori misurati e attributi di qualità

In particolare, sono stati confrontati i parametri relativi alla puntualità del servizio, relativamente alle corse in cui sono state effettuate le interviste e relativamente al comfort durante il viaggio, riconducibile all'affollamento del mezzo e alla pulizia del mezzo. Si è registrato un ritardo medio di 12 minuti su un percorso totale di 1 ora e 20 minuti (15%) e gli utenti si ritengono tra mediamente e abbastanza soddisfatti rispetto a questo parametro (3,63). Per quanto riguarda la pulizia, si ritengono mediamente soddisfatti (3,31), valore coerente con i dati sulla pulizia completa periodica, effettuata negli ultimi due mesi. Infine, i valori relativi all'affollamento del mezzo non trovano pieno riscontro nei giudizi degli utenti. Infatti, il valore del parametro di qualità oscilla nelle 4 corse analizzate, da 3,01 (mediamente soddisfacente) per un affollamento del 63%, a 2,13 (poco soddisfacente) per un picco di affollamento del 90%, a 1,85 (molto poco soddisfacente) per un affollamento del 65% e, infine, 2,53 (poco/mediamente soddisfacente) per un picco del 100%. In ogni caso, i risultati non sono facilmente confrontabili asetticamente, in quanto i giudizi degli utenti sono da intendersi relativi a un particolare momento della corsa effettuata con un certo grado di affollamento e relativo comfort percepito, mentre i dati osservati sono relativi a tutta la corsa. Questo primo tentativo di confrontare dati oggettivi/misurabili con parametri soggettivi di soddisfazione risulta utile nell'ottica di fornire un servizio di informazione con cui si possano registrare i giudizi degli utenti e i dati osservati per effettuare un continuo monitoraggio in tempo reale della qualità del servizio, avendo un riscontro tra il servizio erogato e la soddisfazione degli utenti.

3.2.6 Roadmap per la costruzione di un'applicazione mobile

L'analisi effettuata permette di trarre alcune conclusioni e spunti utili per costruire un'applicazione mobile che possa servire da servizio di informazione sulla mobilità multimodale.

In particolare, i risultati ottenuti dal lavoro di ricerca effettuato, a partire dalla review della letteratura relativa ai concetti di qualità del trasporto pubblico locale (tpl) e all'utilizzo delle nuove tecnologie dell'informazione e della comunicazione per i trasporti (ITS), con particolare riferimento ai servizi di informazione sulla mobilità multimodale (MTIS), fino alle indagini a bordo di mezzi urbani e extraurbani, può essere utile per creare una prima versione di un'applicazione mobile (app) per gli utenti del trasporto pubblico (in prima battuta riconducibili anche solo agli utenti di FCE) (Figura 28). Questa app dovrà garantire prioritariamente informazioni precisi e affidabili e alcune funzionalità, emerse dall'indagine a bordo del Metro Shuttle, tra cui informazioni sugli orari, ricerca dei luoghi di interesse e stime dei tempi di viaggio.

Inoltre, con riferimento all'indagine agli utenti del servizio extraurbano, occorre garantire principalmente informazioni durante il viaggio e assistenza alla clientela online, in particolare tempi di attesa alle fermate, una mappa punti vendita biglietti/rinnovo abbonamenti, informazioni sulle condizioni del mezzo in tempo reale e distanza e tempo di viaggio totale e rimanente. Inoltre, sarà necessario incentivare l'utilizzo del servizio di informazione e la partecipazione degli utenti attraverso feedback sull'esperienza complessiva, precisione delle indicazioni, eventuali problemi riscontrati, segnalazione eventi anomali (incidenti, code...) e suggerimenti e consigli utili, da un lato, per monitorare costantemente la qualità percepita del servizio e, dall'altro, per arricchire l'app con informazioni "dal basso", utili agli utenti per programmare i propri spostamenti. Solo da questo monitoraggio continuo sarà possibile migliorare l'app, fornendo informazioni sempre più utili nell'ottica di un'app di servizi di informazione sulla mobilità multimodale e proattiva, e, inoltre, migliorare la qualità dei servizi di trasporto pubblico, confrontando i dati osservati con quelli ostantemente raccolti sulla qualità percepita.

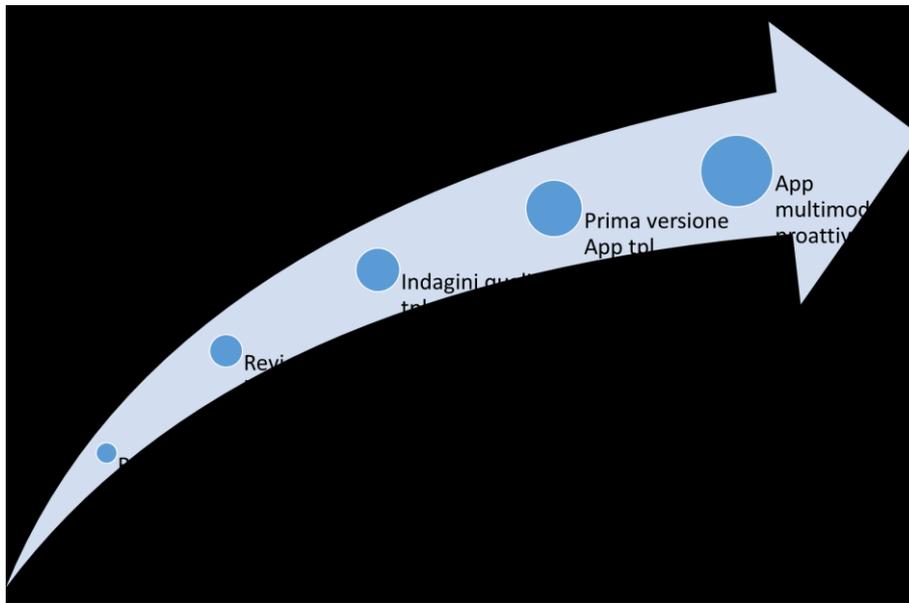


Figura 28 Roadmap per la costruzione di un'app mobile di DMTIS

Si segnala a tal proposito la collaborazione con il JOINT OPEN LAB del gruppo TELECOM "JOL WAVE", avviata a marzo 2018 per iniziative di ricerca di interesse comune relative alla mobilità sostenibile. In particolare, in virtù di un accordo con AMT Catania e il Comune di Catania, JOL WAVE sperimenterà dei sensori a bordo degli autobus di AMT per monitorare la qualità dell'aria e per dare informazioni utili sui propri spostamenti agli utenti attraverso un'app mobile. Gli utenti che prenderanno parte alla sperimentazione compileranno attraverso l'app un questionario sulla propria esperienza di viaggio con domande *ad hoc*, pensate a partire dai risultati delle indagini effettuate nel corso di questa ricerca, per poter confrontare i risultati ottenuti con i dati oggettivamente rilevati dall'azienda. Inoltre, è stato avviato un lavoro di tesi magistrale per un'ulteriore sperimentazione a bordo dei mezzi AMT finalizzato a monitorare il comfort di marcia attraverso sensori di accelerazione posti a bordo, da confrontare con i giudizi di qualità espressi dei passeggeri.

Infine, si segnalano gli importanti accordi tra AMT, FCE e l'Università degli Studi di Catania per garantire abbonamenti gratuiti al tpl a tutti gli studenti universitari (vedi delibera del Consiglio di Amministrazione n. 312). Nella citata delibera si legge che *"saranno offerti a tutti gli studenti e, quindi, compresi nel detto contributo i seguenti servizi: l'abbonamento di libera circolazione sui mezzi di superficie e sulla metropolitana, con impegno delle Società AMT e FCE a modificare le linee sulla base delle necessità che dovessero emergere da un apposito questionario di rilevazione dei bisogni cui saranno chiamati a rispondere gli stessi studenti, nei prossimi giorni. Le linee, già presenti, verranno adattate e potenziate, per meglio collegare i diversi insediamenti universitari"*.

Al fine di regolamentare il rapporto di collaborazione sarà importante stilare una lista di attributi di qualità da garantire per i servizi di trasporto pubblico e, inoltre, prevedere la necessità di costruire un'app comune sui servizi di informazione per la mobilità multimodale, proattiva e indirizzata agli studenti.

4. Conclusioni sull'attività di ricerca svolta

I risultati della ricerca, in particolare quelli relativi alle preferenze degli utenti per caratteristiche e elementi alla base dei sistemi di informazione, costituiranno la base per il lavoro di ricerca da svolgere nel corso del prossimo anno di assegni. Si prevede di portare avanti la ricerca ampliando l'analisi al servizio offerto da AMT e analizzando la sensoristica che si può mettere a bordo dei veicoli per monitorare indicatori di qualità del servizio, tra cui il comfort (es. grado di affollamento, temperatura a bordo), in modo da poter effettuare un confronto in tempo reale tra la qualità percepita/attesa e quella erogata/programmata. Per fare ciò occorrerà una stretta collaborazione con gli stakeholder (e.g. aziende di trasporto e centri di ricerca – vedi JOL WAVE) e i cittadini, al fine di allargare il campo di indagine e mettere a punto uno strumento utile per migliorare la mobilità urbana di Catania.

5. Attività correlate alla ricerca

5.1. Tesi di laurea (in qualità di correlatrice)

- "La qualità dei servizi di trasporto pubblico" del dott. Ing. Andrea Gennaro del corso di laurea in "Ingegneria Civile e Ambientale" (a.a. 2016-2017, sessione di laurea di novembre 2017), relatore prof. G. Inturri
- "Indagine conoscitiva sui servizi di informazione innovativi per la mobilità multimodale" del dott. Ing. Marco Scuderi del corso di laurea in "Ingegneria Civile" (a.a. 2016-2017, sessione di laurea di febbraio 2018), relatore prof. G. Inturri
- "Sharing mobility: classificazione ed esigenze di regolamentazione in Italia" della dott.ssa Ing. Claudia Alù del corso di laurea in "Ingegneria Civile e Ambientale" (a.a. 2016-2017, sessione di laurea di febbraio 2018), relatore prof. G. Inturri
- "Criteri di progetto di un servizio di informazione sulla mobilità multimodale" del dott. Ing. Paolo Ventrici del corso di laurea magistrale in "Ingegneria Civile delle Acque e dei Trasporti" (a.a. 2017-2018, sessione di laurea di aprile 2018), relatore prof. G. Inturri
- "PUMS: un nuovo approccio alla mobilità urbana" del dott. Ing. Salvatore Attanasio del corso di laurea in "Ingegneria Civile e Ambientale" (a.a. 2017-2018, sessione di laurea di aprile 2018), relatore prof. G. Inturri

5.2. Attività didattiche

- Partecipazione in qualità di commissario di esame dell'insegnamento di "Fondamenti di Trasporti" (responsabile prof. G. Inturri) del corso di laurea in "Ingegneria Civile e Ambientale" (a.a. 2017/2018) dell'Università degli Studi di Catania
- Partecipazione alle attività didattiche del corso di "Pianificazione e Progettazione di Sistemi di Trasporto" (responsabile prof. M. Ingaccolo) del corso di laurea magistrale in "Ingegneria Civile delle Acque e dei Trasporti – curriculum Trasporti" (a.a. 2017/2018) dell'Università degli Studi di Catania
- Svolgimento dell'incarico di didattica integrativa di "Economia dei Trasporti" (responsabile prof. E. Marcucci) del corso di laurea magistrale in "Scienze delle pubbliche amministrazioni -

curriculum Gestione delle politiche e dei servizi pubblici” (a.a. 2017/2018) dell’Università degli Studi Roma Tre

5.3. Partecipazione a seminari e convegni

- 14th NECTAR International Conference: Transport in a networked society (Madrid, Spagna, 31 maggio – 2 giugno 2017) presentando il lavoro: “Exploring stakeholder preferences and acceptability of urban freight transport policy via an agent-based/discrete choice hybrid modelling”
- 20th Euro Working Group on Transportation (EWGT) 2017 (Budapest, Ungheria, 4-6 settembre 2015) presentando i lavori: “Role-playing games as a mean to validate agent-based models: an application to stakeholder-driven urban freight transport policy-making” e “Combining Analytic Hierarchy Process (AHP) with role-playing games for stakeholder engagement in complex transport decisions”
- XIX Riunione Scientifica della Società Italiana di Economia dei Trasporti e della Logistica (SIET) (Bari, Italia, 5 – 6 ottobre 2017) presentando i lavori: “Simulating demand responsive shared transport services via an agent-based model: an exploratory study” e “Addressing the complexity of agent-based model validation via role-playing games: the case of stakeholder engagement in urban freight transport decisions”
- Seminario ASSOTIR e Bureau Veritas sulla “Gestione della sicurezza stradale” (Catania, 17 febbraio 2018) con un intervento dal titolo “Distribuzione urbana delle merci: criticità e politiche d'intervento”
- Conferenza organizzata da Attiva Misterbianco sulla “Mobilità ciclistica urbana a Misterbianco” (Misterbianco, 17 marzo 2018) con un intervento dal titolo “La partecipazione pubblica per la promozione della mobilità ciclistica”
- Conferenza nazionale AIIT (Cagliari, 12-13 aprile 2018)

6. Elenco eventuali pubblicazioni

Paper pubblicati da maggio 2017 a maggio 2018

1. Marcucci, E., **Le Pira**, M., Gatta, V., Ignaccolo, M., Inturri, G., Pluchino, A. (2017). Simulating participatory urban freight transport policy-making: Accounting for heterogeneous stakeholders' preferences and interaction effects. *Transportation Research Part E* 103, 69-86.
2. **Le Pira**, M., Inturri, G., Ignaccolo, M., Pluchino, A., (2017). Modelling consensus building in Delphi practices for participated transport planning. *Transportation Research Procedia* 25C, 3729-3739
3. Inturri, G., Ignaccolo, M., **Le Pira**, M., Capri, S., Giuffrida, N., (2017). Influence of Accessibility, Land Use and Transport Policies on the Transport Energy Dependence of a City. *Transportation Research Procedia* 25C, 3277-3289.
4. Gatta, V., Marcucci, E., **Le Pira**, M. (2017). Smart urban freight planning process: integrating desk, living lab and modelling approaches in decision-making. *Eur. Transp. Res. Rev.* 9: 32. doi:10.1007/s12544-017-0245-9
5. **Le Pira**, M., Marcucci, E., Gatta, V., Inturri, G., Ignaccolo, M., Pluchino, A. (2017). Integrating discrete choice models and agent-based models for ex-ante evaluation of stakeholder policy

- acceptability in urban freight transport. *Research in transportation economics* 64, 13-25.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.retrec.2017.08.002>
6. **Le Pira**, M., Marcucci, E., Gatta, V., Ignaccolo, M., Inturri, G., Pluchino, A. (2017). Towards a decision-support procedure to foster stakeholder involvement and acceptability of urban freight transport policies. *Eur. Transp. Res. Rev.* 9: 54. DOI 10.1007/s12544-017-0268-2
 7. Marcucci, M., Gatta, V., Pieralice, E., **Le Pira**, M., Carrocci, C. S. Analisi del crowdshipping come soluzione innovativa per promuovere la crescita e la sostenibilità delle aree urbane. *Trasporti e cultura* n. 47, 46-53.
 8. Marcucci, E., **Le Pira**, M., Carrocci, C. S., Gatta, V., & Pieralice, E. (2017). Connected shared mobility for passengers and freight: Investigating the potential of crowdshipping in urban areas. In *Models and Technologies for Intelligent Transportation Systems (MT-ITS), 2017 5th IEEE International Conference on* (pp. 839-843). IEEE.
 9. **Le Pira**, M. (2017). Un modello integrato per la stima della dipendenza energetica dei trasporti a scala urbana. In: La Greca P., Tira M. (a cura di), *Pianificare per la sostenibilità energetica della città*, Maggioli Editore, pp. 265-282. ISBN 978-88-916-1514-5.
 10. **Le Pira**, M., Marcucci, E., Gatta, V. (2017). Role-playing games as a mean to validate agent-based models: an application to stakeholder-driven urban freight transport policy-making. *Transportation Research Procedia* 27, 404–411.
 11. Ignaccolo, M., Inturri, G., García-Melón, M., Giuffrida, N., **Le Pira**, M., Torrisi, V. (2017). Combining Analytic Hierarchy Process (AHP) with role-playing games for stakeholder engagement in complex transport decisions. *Transportation Research Procedia* 27, 500–507.
 12. **Le Pira**, M., Inturri, G., Ignaccolo, M., Pluchino, A., (2018). Dealing with the Complexity of Stakeholder Interaction in Participatory Transport Planning. In Zak, J., Hadas, Y., Rossi, R. (eds.) “Advanced Concepts, Methodologies and Technologies for Transportation and Logistics”. *Advances in Intelligent Systems and Computing* 572. Springer International Publishing. DOI 10.1007/978-3-319-57105-8_3.
 13. Gatta, V., Marcucci, E., **Le Pira**, M., Ciccorelli, A. (2018). Integrating direct and reverse logistics in a “living lab” context: evaluating stakeholder acceptability and the potential of gamification to foster sustainable urban freight transport. In: Taniguchi, E., Thompson, R. G. (Ed.). “City Logistics 3. Towards Sustainable and Liveable Cities”, pp. 1-18. ISBN : 9781786302076
 14. **Le Pira**, M. (2018). Transport planning with stakeholders: an agent-based modelling approach. *International Journal of Transport Economics* 45, 1, 15-32. 10.19272/201806701002